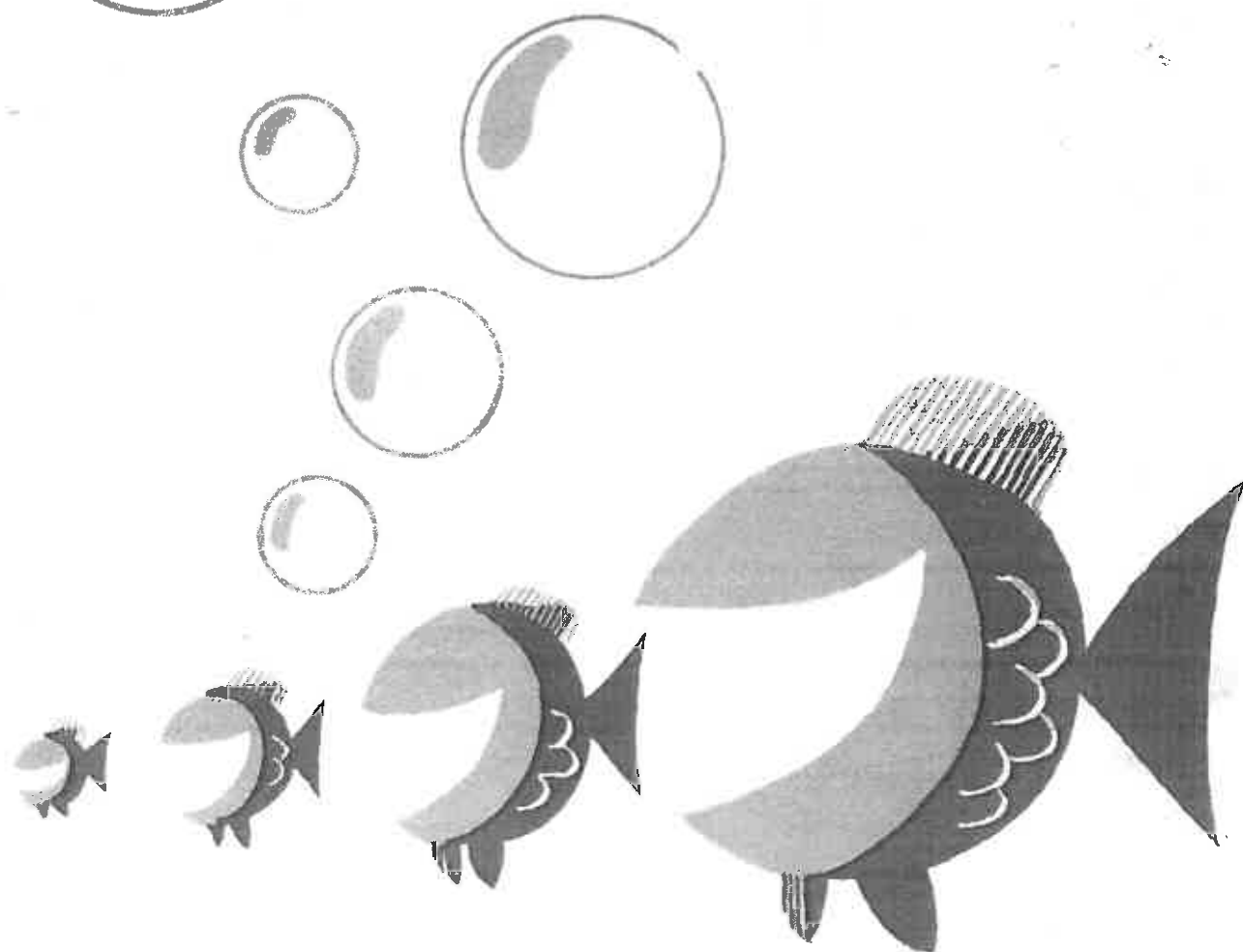


RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

4
1982



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUA JULKAISUA

Toimittaja: Viljo Nylund.

Julkaisusarjassa sovelletaan Suomen Biologian Seuran Vanamon käsikirjoitusten laadintaohjeita.

Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston kirjastolle, PL 193, 00131 Helsinki 13.

Monistettuja julkaisuja on jatkoa sarjalle: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Kalantutkimusosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" ja "Meddelanden".

Redaktör: Viljo Nylund.

Vid uppgörande av manuskript bör Suomen Biologian Seura Vanamos direktiv tillämpas.

Förfrågningar angående tidskriften riktas till bibliotekarien, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsavdelningen, PB 193, 00131 Helsingfors 13.

Tidskriften är fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Övriga publikationsserier från fiskeriforskningsavdelningen är "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" och "Meddelanden".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS, KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

No 4

1982

SIIAN RAVINNOSTA LUONNONTILAISESSA JA SÄÄNNÖSTELLYSSÄ JÄRVESSÄ

Outi Heikinheimo-Schmid

HELSINKI 1982

ISBN 951-9092-13-7
ISSN 0358-4623
Helsingin Yliopiston Monistuspalvelu
Painatusjaos Helsinki 1982

1.	Johdanto.....	2
2.	Tutkimusalue.....	6
2.1	Yleistä.....	6
2.2	Tutkittavien järvien kuvaus.....	6
2.2.1	Änättijärvi.....	6
2.2.2	Kiantajärvi.....	7
2.2.3	Olosuhteet tutkimusaikana.....	9
2.3	Veden laatu.....	9
2.4	Biologiset olosuhteet.....	10
2.4.1	Änättijärvi.....	10
2.4.2	Kiantajärvi.....	12
2.5	Kalasto.....	14
3.	Aineisto.....	14
4.	Menetelmät.....	15
4.1	Yleistä.....	15
4.2	Pistemenetelmä.....	18
4.3	Esiintymismenetelmä.....	18
4.4	Dominanssimenetelmä.....	19
4.5	Täyteisyys.....	19
5.	Tulokset.....	19
5.1	Siivilähampaiden lukumäärä ja pituusjakautuma.....	19
5.2	Täyteisyyden vaihtelu.....	23
5.3	Siian ravintokohteet Änättijärvessä.....	25
5.3.1	Yleistä.....	25
5.3.2	Pohjaravinto.....	25
5.3.3	Plankton- ja pintaravinto.....	26
5.3.4	Muu materiaali.....	27
5.4	Siian ravintokohteet Kiantajärvessä.....	27
5.4.1	Yleistä.....	27
5.4.2	Pohjaravinto.....	27
5.4.3	Plankton- ja pintaravinto.....	28
5.4.4	Muu materiaali.....	31
5.5	Kalan koon vaikutus ravintokohteiden valintaan.....	31
5.5.1	Yleistä.....	31
5.5.2	Änättijärvi.....	31
5.5.3	Kiantajärvi.....	32

5.6	Siivilähammastiheyden vaikutus siian ravintoon Kiantajärvessä.....	32
6.	Tulosten tarkastelua.....	40
6.1	Menetelmien vertailua.....	40
6.2	Lajikysymys.....	44
6.3	Ravinnon saatavuus ja valinta.....	44
6.3.1	Yleistä.....	44
6.3.2	Pohjaravinto.....	45
6.3.3	Pintaravinto.....	47
6.3.4	Plankton.....	48
6.4	Siivilähammastiheys, ravinto ja kasvu.....	49
6.5	Säännöstelyn vaikutuksista siian ravintoon Kiantajärvessä	53
6.6	Säännöstelyn vaikutus ravintokilpailuun ja kasvuun.....	54
7.	Yhteenveto.....	57
	Kirjallisuus.....	60

1. Johdanto

Voimataloudellisen vedenkorkeuden säännöstelyn aiheuttamat haitat ovat merkittävä kalataloudellinen ongelma Oulujoen vesistöalueella, joka on maamme voimakkaimmin säännöstelty vesistö. Säännöstelyaste Oulujärven luusuassa on 63,2 %, ja ainoastaan vesistön latvoilla on joitakin suuria säännöstelemättömiä järviä (Vesihallitus 1975). Järvien säännöstely on aloitettu 1950- ja 1960-luvulla.

Säännöstelyn vaikutuksia vesistöissä on maassamme tutkittu varsin vähän. Kalataloudellisia haittoja arvioitaessa on jouduttu turvautumaan suurelta osin ulkomaisiin tutkimustuloksiin, joiden soveltuvuudesta vallitseviin oloihin ei ole varmaa tietoa. Tämä tutkimus kuuluu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosastossa tehtyyn Oulujoen vesistön kalatalousselvitykseen, jonka tarkoituksena oli tutkia luonnontilan muutosten aiheuttamia haittoja sekä toteutetulla velvoitehoidolla saavutettuja tuloksia ja tehdä esitys Oulujoen vesistön ja sen mereisen vaikutusalueen kattavaksi kalataloudellisen hoidon kokonaissuunnitelmaksi (SALOJÄRVI ym. 1981).

Siika on Oulujoen vesistössä tärkeä talouskala. Tutkimustuloksia vesistön siikakantojen ominaisuuksista ja kalastuksesta on esitetty Oulujoen vesistön kalatalouden hoitosuunnitelmassa (SALOJÄRVI ym. 1981). Tässä tutkimuksessa selvitetään siian ravinnon koostumusta ja siihen vaikuttavia tekijöitä luonnontilaisessa ja säännöstellyssä järvessä

sekä säännöstelyn mahdollisesti aiheuttamia muutoksia siikojen ravinto-ekologiassa. Julkaisu perustuu Helsingin yliopiston limnologian laitoksessa 1977 tehtyyn pro gradu - tutkielmaan.

Tutkimuskohteiksi valittiin luonnontilainen Änättijärvi ja säännöstelty Kiantajärvi, jotka muistuttavat ominaisuuksiltaan toisiaan eivätkä ole jätevesien vaikutuksen alaisia. Myös kalaston koostumus on samankaltainen, ja siikaa esiintyy järvissä runsaasti.

Säännöstellyssä järvessä on määräävä piirre vedenkorkeuden voimakas vaihtelu. Allas täytetään kevättulvan aikana, jolloin vesi nousee luonnontilaista korkeammalle. Talven aikana vettä lasketaan, ja vedenkorkeus on alimmillaan loppotalvella ennen sulamiskauden alkua. Olosuhteet jokiin rakennetuissa patoaltaissa ovat olennaisesti toisenlaiset (vrt. GRIMÅS ja NILSSON 1965). Sama koskee tekojärviiä, joissa vesi peittää alleen suuria maa-alueita, vaikka niissä tapahtuu vastaavaa vedenkorkeuden vaihtelua kuin säännöstellyissä järvissä. Ulkomainen kirjallisuus käsittelee pääasiallisesti edellä mainittuja tekoaltaita (esim. ZHADIN ja GERD 1963). Vertailukohteita Kainuun säännöstellyille järville on löydettävissä lähinnä Skandinavian alueelta, missä säännöstelyn vaikutuksiin on kiinnitetty huomiota jo varhain (esim. DAHL 1926).

Ruotsin ja Norjan järvien säännöstelyamplitudi on kuitenkin yleensä huomattavasti suurempi kuin meillä, n. 6 - 18 metriä. Lisäksi tutkitut järvet sijaitsevat useimmissa tapauksissa tunturialueella yli 500 metriä merenpinnan yläpuolella, joten luonnonolosuhteet ovat Suomen järvistä poikkeavat.

Säännöstelyn vaikutuksia vesikasvillisuuteen ja pohjaeläimistöön Kainuun alueella ovat tutkineet GRANBERG ja HAKKARI (1980) ja JUOLA (1975). Ruotsissa on tehty lukuisia tutkimuksia säännöstelyn vaikutuksista kasvillisuuteen, planktoniin, pohjafaunaan ja kalastoon. Säännöstelyn vaikutusta siian ja eräiden muiden kalojen ravintoon on tutkinut NILSSON (1955, 1961 ja 1964).

Vedenkorkeuden vaihtelu on määräävä tekijä korkeamman vesikasvillisuuden vyöhykkeiden muodostumisessa. Säännöstellyissä järvissä on vesikasvien todettu tuhoutuneen talvella kuiville jäävältä alueelta kokonaan (QUENNERSTEDT 1958, STUBE 1958, GRIMÅS 1961). Veden ollessa kasvukauden aikana luonnontilaista korkeammalla siirtyy kasvustojen alaraja ylemmäksi. GRANBERG ja HAKKARI (1980) totesivat tumman lahnaruohon (Isoetes lacustris) hävinneen Oulujoen vesistöön kuuluvasta Vuokkijärvestä lähes täysin. Äimäruohoa (Subularia aquatica) ei esiintynyt järvessä lainkaan. Säännöstelyamplitudi on Vuokkijärvessä 6 metriä.

Pohjan mikrokasvillisuus, joka koostuu mm. sini- ja piilevistä, on erittäin herkkä vedenkorkeuden vaihteluille. Se tuhoutuu suureksi osaksi, jos vesi on pitkään normaalia korkeammalla (QUENNERSTEDT 1958).

Veden peittäessä alleen ennen kuivina olleita alueita ja kuluttaessa rantavyöhykettä huuhtoutuu järveen entistä runsaammin sekä orgaanista että epäorgaanista ainesta, mikä lisää veden humuspitoisuutta (SHADIN 1961). Huuhtoutuvat ravinteet sitoutuvat välittömästi kasviplanktoniin. Tämä aiheuttaa kasviplanktonin biomassan voimakkaan kasvun (RODHE 1964, NAUWERCK 1963). Tuotantoa kohottava patoamiseksi tasaantuu yleensä rantojen kulumisen edistyessä.

Lisääntyneen kasviplanktonituotannon ja järveen huuhtoutuvan orgaanisen aineksen ansiosta muuttuvat olosuhteet säännöstellyssä järvessä aluksi myös eläinplanktonille suotuisiksi. Planktoneläinten runsastumisen säännöstelyn seurauksena ovat todenneet RODHE (1964) Ransaren-järvessä ja GRIMÅS ja NILSSON (1962) eräässä Sveitsin järvessä. Ilmiö on kuitenkin lyhytaikainen ja rajoittuu vain ensimmäisiin vuosiin (RUNNSTRÖM 1951, 1955, LÖTMARKER 1964).

Säännöstelyvyöhykkeen kuivuminen ja jäätyminen talven aikana, sen pohjan köyhtyminen eroosion seurauksena sekä kasvillisuuden tuhoutuminen aiheuttavat pohjaeläimistössä sekä määrällisiä että lajistollisia muutoksia. Säännöstelyn vaikutusvyöhykkeen fauna kärsii suuria tappioita. Pohjaeläinten tiheys putosi Kultsjön-järven säännöstelyn seurauksena talvella kuiville jääneellä alueella 86 % (GRIMÅS 1965). Blåsjön-järvessä väheni pohjaeläinten lukumäärä 10 vuotta kestäneen 6 metrin säännöstelyn aikana 50 %, ja vähenemä säännöstelyvyöhykkeellä oli 70 % (GRIMÅS 1961, 1962).

Luonnontilaisessa järvessä on pohjaeläintiheys suurimmillaan litoraalien ylimmässä osassa muutaman metrin levyisessä vyöhykkeessä. Pitkään säännöstelyn alaisena olleessa järvessä tiheysmaksimi on välittömästi säännöstelyn alarajan alapuolella, mihin kertyy runsaasti rannasta huuhtoutuvaa orgaanista ainesta (GRIMÅS 1961, 1962, 1965, GRIMÅS ja NILSSON 1962).

Säännöstellyssä järvessä ylimpään litoraaliiin rajoittuneiden pohjaeläinlajien suhteellinen osuus vähenee. Gammarus-äyriäisen, suurten hyönteistoukkien ja kotiloiden on todettu hävinneen lähes täysin useista säännöstellyistä järvistä (DAHL 1926, HUITFELDT-KAAS 1935, NILSSON 1958, STUBE 1958, GRIMÅS 1961, 1962, 1965, HYNES 1961, GRIMÅS ja NILSSON 1962). Pohjaeläinfaunassa tulevat vallitseviksi sellaiset lajit, joiden amplitudi on laaja tai esiintymisen painopiste syvemmillä.

Hernesimpukat (Pisidae) selviytyvät suhteellisen hyvin säännöstelystä (DAHL 1926, STUBE 1958). Säännöstelyn alettua on usein todettu pohjalla elävien litoraalin vesikirppujen, erityisesti lajin Eurycercus lamellatus O.F.Müller, räjähdysmäinen lisääntyminen (DAHL 1926, RUNNSTRÖM 1951, 1955, GRIMÅS ja NILSSON 1962). Ilmiö on kuitenkin ohimenevä. Säännöstellessä järvessä parhaiten menestyvät pohjaeläinryhmät ovat harvasukamadot (Oligochaeta) ja surviaissääskien toukat (Chironomidae). Näiden ryhmien suuri osuus säännösteltyjen järvien pohjafaunassa on todettu useissa tutkimuksissa (DAHL 1926, RUNNSTRÖM 1951, 1955, STUBE 1958, HYNES 1961, GRIMÅS 1961, 1962, 1964, GRIMÅS ja NILSSON 1962, TOIVONEN 1966). Surviaissääskien toukat pystyvät asuttamaan säännöstelyvyöhykkeenkin, mihin lienee syynä tiettyjen lajien kyky kestää alhaisia lämpötiloja (GRESE 1960, GRIMÅS 1962). Lajilukumäärä vähenee kuitenkin suuresti etenkin ylälitoraalin osalta. Tästä on seurauksena kuoriutumisen erilainen ajoittuminen luonnontilaan verrattuna, mikä on kalojen ravinnonsaannin kannalta epäedullista (GRIMÅS 1961, 1962). Litoraalin pohjaeläimet, jotka ovat luonnontilaisessa järvessä tärkeintä kalanravintoa, tuhoutuvat säännöstelyn seurauksena suureksi osaksi. Ranta-alue on tärkeä varsinkin siioille, harjukselle ja taimeille (TOIVONEN 1966). Harvasukamadot ja surviaissääskien toukat, jotka hyötyvät muuttuneista olosuhteista, eivät pysty korvaamaan näin menetettyä ravinnonlähdettä, koska ne ovat kalojen vaikeasti tavoitettavissa. Surviaissääskikoteloita ja -aikuksia esiintyy säännöstellessä järvessä vähäisen lajimäärän vuoksi vain yksittäisinä massaesiintyminä, jotka eivät riitä takaamaan kasvun kannalta välttämätöntä jatkuvaa ravinnonsaantia (NILSSON 1955, 1961, GRIMÅS 1961, 1962).

Ensimmäisinä säännöstelyvuosina on patoamisen positiivinen vaikutus todettu myös kalojen kasvussa esim. taimenella, nieriällä, siialla, mateella ja särjellä (RUNNSTRÖM 1951, 1964, STUBE 1958, NILSSON 1968, LINDSTRÖM ja FILIPSSON 1972). Kalat käyttävät tällöin runsaasti saattavilla olevaa alloktonista ravintoa sekä eläinplanktonia ja litoraalin vesikirppuja. Tärkeitä ravintokohteita ovat tällöin Eurycercus lamellatus -äyriäinen sekä maahyönteiset ja -madot (HUITFELDT-KAAS 1935, RUNNSTRÖM 1951, NILSSON 1961, 1964).

Järvissä, joissa olosuhteet ovat jo vakiintuneet, on todettu kalojen kasvun hidastuneen huomattavasti (HUITFELDT-KAAS 1935, RUNNSTRÖM 1951, 1955, 1964, NILSSON 1961). Kun säännöstelyn alkuvaiheessa syntyy suuria vuosiluokkia ja samalla kalastus vaikeutuu, saattaa seurauksena olla kalakantojen kääpiöityminen (RUNNSTRÖM 1951).

Pitkään säännöstelyn alaisina olleissa järvissä on kalojen todettu käyttävän ravintonaan Eurycercus lamellatus -äyriäistä, eläinplankto-

nia, terrestrisiä hyönteisiä ja hyönteistoukkia. Taimenen ruokavalioon kuului entistä enemmän kalaravintoa (NILSSON 1961, 1964).

Jokisuut, suojaiset lahdet ja veden alle jääneet kannot ym. kasvilisuiden jätteet saattavat olla kaloille merkittäviä ruokailualueita, koska niissä elävä fauna on runsaampi ja monipuolisempi (GRIMÄS 1964).

2. Tutkimusalue

2.1 Yleistä

Oulujoen vesistö sijaitsee lähes kokonaisuudessaan Kainuun alueella. Vesistö jakautuu kahteen osaan, Hyrynsalmen ja Sotkamon reittiin, jotka laskevat Oulujärveen.

Tutkittavat järvet kuuluvat Itä-Kainuun järviolueeseen. Kallioperä tällä alueella on suurimmaksi osaksi gneissigraniittia. Yleisin kivennäismaalaji on moreeni, mutta alueella esiintyy myös glasifluviaalisia harjumuodostumia. Kivennäismaalajeja peittävät monin paikoin turvekerrostumat. Pinnanmuodoltaan alue on mäkimaata, jolla korkeuserot ovat noin 20 - 50 metriä. Metsä- ja suomaat ovat tyypillisiä Itä-Kainuun järviolueelle. Kiantajärven alueella on suota 41 - 50 % ja Änättijärven ympäristössä 31 - 40 % (Kainuun seutukaavaliitto 1972).

Vesistöjen tilaan vaikuttavista tekijöistä mainittakoon metsäojitukset ja -lannoitukset. Metsäojituksia on vuoden 1974 loppuun mennessä suoritettu Hyrynsalmen reitillä 18 %:lla ja Sotkamon reitillä 22 %:lla maa-alasta. Kuivatustoimenpiteet ovat käsittäneet lisäksi jokien ja purojen perkauksia sekä pienten järvien laskuja (Vesihallitus 1977). Perkauksia on suoritettu myös uiton tarpeisiin. Jätevesien vaikutuspiiriin eivät tutkimuskohteina olleet Änätti- ja Kiantajärvi kuulu.

2.2 Tutkittavien järvien kuvaus

2.2.1 Änättijärvi

Änättijärvi sijaitsee Kuhmon kunnassa Sotkamon reitin latvoilla, $64^{\circ}24'$ - $64^{\circ}30'$ pohjoista leveyttä ja $29^{\circ}48'$ - $29^{\circ}58'$ itäistä pituutta (kuva 2). Järven pinta-ala on 25 km^2 . Kainuun vesipiirin mukaan sen suurin syvyys on 43 m. Rantaviivan pituus on 49 km. Järvi sijaitsee 183 metrin korkeudella merenpinnasta. Valuma-alue on 420 km^2 ja järvisyys 12,2 %. Keskivirtaama oli vuosien 1931 - 1960 välisenä aikana $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Vedenkorkeuden vaihteluväli samana ajanjaksona on ollut

1,8 m (Vesihallitus 1972).

Änättijärveä ympäröivä maasto on suurimmaksi osaksi havumetsää ja suota. Sen rannat ovat erittäin karut, ja yleisimpiä ovat kivikko- ja hiekkarannat. Syvemmällä pohjamateriaali on mutaa, savea tai lietettä (GRANBERG ja HAKKARI 1980).

Änättijärveen laskee kolme pientä vesireittiä. Järven eteläkärjestä sen vedet laskevat Änättijoen kautta Lentiirajärveen.

2.2.2 Kiantajärvi

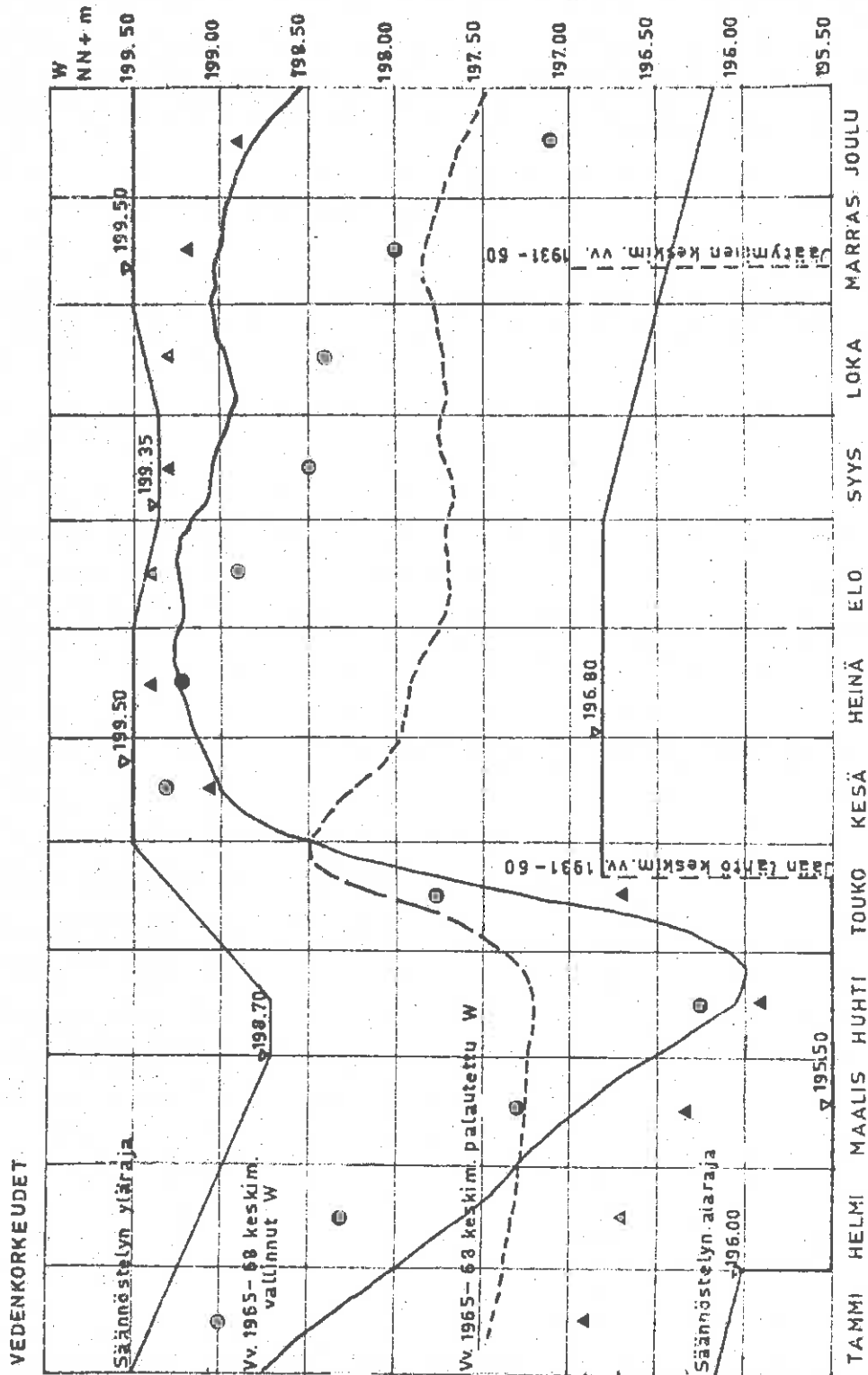
Kiantajärvi sijaitsee Hyrynsalmen reitin yläosassa ja kuuluu Suomensalmen kuntaan (kuva 3). Koordinaatit ovat $64^{\circ}53'$ - $65^{\circ}14'$ pohjoista leveyttä ja $28^{\circ}56'$ - $29^{\circ}32'$ itäistä pituutta. Kiantajärvi on muodoltaan pitkä ja kapeanomainen. Sen pinta-ala on 183 km^2 ja rannan pituus 334 km. Syvimmältä kohdaltaan se on 41 m. Korkeus merenpinnasta on 198 m, valuma-alue 3455 km^2 ja järvisyys 9,7 %. Vuosina 1931 - 1960 sen keskivirtaama oli $39 \text{ m}^3/\text{s}$ (Vesihallitus 1972).

Kiantajärven säännöstely aloitettiin helmikuussa 1964. Vesi peitti silloin alleen 2570 hehtaaria maata. Ennen säännöstelyn alkamista poistettiin veden alle jäävältä alueelta puusto ja rannat raivattiin. Näin syntyneen säännöstelyaltaan vesitilavuus on 710 milj. m^3 (SEPPÄNEN 1972).

Kiantajärven säännöstelyamplitudi on 4,0 metriä. Kuvasta 1 näkyvät säännöstelyrajat eri kuukausina ja keskimääräinen veden korkeus vuosina 1965 - 1968 Vesihallituksen (1977) mukaan. Palautuslaskelmien mukaiseen käyrään verrattaessa havaitaan, että vedenpinta on maaliskuusta touku-kuun loppuun luonnontilaista alempana ja muun osan vuotta normaalitasoa ylempänä. Minimissään se on huhtikuun lopulla, jonka jälkeen tapahtuu jyrkkä nousu heinä- ja elokuun maksimiarvoihin. Vesi alkaa uudelleen laskea yleensä joulutammikuun vaihteessa.

Kiantajärveä ympäröivät metsä- ja suomaat. Säännöstelyn seurauksena ovat järven maisemalle ominaisia kannokko- ja turverannat. Pohjamateriaali on GRANBERGIN ja HAKKARIN (1980) mukaan lähellä rantaa hiekkaa ja hiesua, syvemmällä enimmäkseen liejua.

Hyrynsalmen reitin pääväylä Hossanjoki laskee Kiantajärven pohjoisosan itäiseen haaraan. Toiseen haaraan laskee pohjoisesta Piispajoki. Järveen laskee lisäksi noin 20 muuta jokea ja puroa. Kiantajärven las-
kujokena on Emäjoki, joka päättyy Oulujärveen.



Kuva 1. Kiantajärven säännöstelyrajat ja keskimääräinen vedenkorkeus vuosina 1965 - 1968 (Vesihallitus 1977). Kuvaan on merkitty lisäksi keskimääräinen vedenkorkeus kuukausittain vuosina 1973 (●) ja 1974 (▲).

2.2.3 Olosuhteet tutkimusaikana

Kuvaan 1 on merkitty vedenkorkeuksien kuukausikeskiarvot Kiantajärvessä vuosina 1973 ja -74 Hydrologisen toimiston tietojen mukaan. Vuoden 1973 alkupuolella vesi oli poikkeuksellisen korkealla. Kuivan ke-sän seurauksena se alkoi laskea kuitenkin jo elokuussa ja oli talven 1973 - 1974 aikana erittäin alhaalla. Kesä 1974 oli sateinen, minkä ansiosta vettä oli loppuosan vuotta Kiantajärvessä jälleen keskimää-räistä enemmän.

Ylimmän ja alimman vedenkorkeuden erotus oli Kiantajärvessä 350 cm vuonna 1973 ja 364 cm vuonna 1974. Vastaavat lukemat Änättijärvessä olivat 119 cm ja 97 cm.

Jäiden lähtö tapahtui Änätti- ja Kiantajärvessä keväällä 1973 hieman keskimääräistä aikaisemmin, toukokuun puolenvälin paikkeilla. Jääpeite muodostui 10. - 13.11. Seuraavana keväänä 1974 jäät lähtivät vasta tou-kokuun viimeisinä päivinä ja avoveden kausi kesti marraskuun puoleen-väliin saakka.

2.3 Veden laatu

Kainuun vesistöille tyypillisiä piirteitä ovat Vesihallituksen (1972) mukaan ruskeavetisyys etenkin vesistöjen latvoilla, elektrolyyttiköyhyys, alhainen ravinnepitoisuus ja heikko puskurikyky. Seuraavassa on esitet-ty eräitä veden laadullisia ominaisuuksia tutkittavien järvien luusuassa sijaitsevilla virtahavaintopisteissä. Luvut ovat keskiarvoja vuosilta 1962 - 1968 Vesihallituksen (1972) mukaan:

	Änättijärvi	Kiantajärvi
t °C	5,36	5,22
O ₂ kyll. %	89	84
sameus abs. yks.	303	392
johtokyky µS/cm	41	21
alk. mval/l	0,16	0,16
pH	6,6	6,6
väri mg Pt/l	61	56
KMnO ₄ mg O ₂ /l	10,9	10,4
Fe mg/l	2,4	0,4
kok. N mg/l	0,49	0,47
kok. P µg/l	14	20

Veden laatu on siis Änätti- ja Kiantajärvestä varsin samankaltainen. Tutkimusajan olosuhteista on tietoja kesän 1974 ajalta, jolloin Kainuun vesipiiri suoritti veden laadun tarkkailua järvien syvännepisteillä.

Vesianalyysituloksia on Änättijärvestä kolmelta päivältä vuonna 1974, 12.6., 24.7. ja 20.8. Järvi oli kerrostunut jo ensimmäisenä edellä mainittuna ajankohtana. Päällisveden lämpötila oli tällöin 8,8 °C. Heinäkuussa se oli 17,7 °C ja elokuussa 15,3 °C, Alusveden lämpötila oli loppukesällä lähes 8 astetta.

Happitilanne oli koko kesän ajan hyvä. Pienin todettu kyllästysarvo syvänteeseen pohjalla oli 72 % elokuussa. Myöskään talvisin ei Änättijärvestä ole esiintynyt hapen puutetta (Vesihallitus 1972).

Johtokyky oli kaikissa vesikerroksissa 20 - 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja alkaliniteetti 0,09 - 0,11 mval/l. Veden väri oli keskimäärin 59 mg Pt/l ja näkösyvyys 24 dm. Veden pH-arvo oli keskimäärin 6,5. Kemiallinen hapenkulutus vaihteli 9 - 12 mg O_2/l . Ravinnepitoisuudet olivat alhaisia. Kokonaistyyppi oli keskimäärin 282 $\mu\text{g N/l}$ ja kokonaisfosfori 9 $\mu\text{g P/l}$.

Kiantajärven syvännepisteeltä on suoritettu vesianalyysyjä 26.6., 17.7. ja 14.8.1974. Järvi oli tänä aikana kerrostunut päällisveden lämpötilan ollessa keskimäärin 15,8 °C ja alusveden 6,4 °C. Myöskään Kiantajärvestä ei ilmennyt happitilanteen huonontumista kesän aikana. Elokuussa saatu alhaisin kyllästysarvo syvänteessä oli 68 %. Kevät-talvisin on happipitoisuus ollut 20 - 39 %:n välillä (Vesihallitus 1972).

Johtokyky ja alkaliniteetti eivät juuri poikenneet Änättijärven vastaavista arvoista. Keskiarvot olivat 22 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja 0,13 mval/l. Veden väri vaihteli 43 - 55 mg Pt/l, näkösyvyys 25 - 30 dm ja kemiallinen hapenkulutus 8,3 - 11,1 mg O_2/l . Veden pH oli keskimäärin 6,6.

Kiantajärven ravinnepitoisuudet olivat myös suhteellisen alhaiset. Kokonaistyyppipitoisuuksien keskiarvo oli 312 $\mu\text{g N/l}$. Fosforipitoisuus oli sen sijaan jonkin verran korkeampi kuin Änättijärvestä. Heinäkuussa olivat saadut lukemat 42 - 78 $\mu\text{g P/l}$ ja elokuussa 18 - 21 $\mu\text{g P/l}$. Kesäkuussa määrittystä ei ollut suoritettu.

2.4 Biologiset olosuhteet

2.4.1 Änättijärvi

GRANBERG ja HAKKARI (1980) suorittivat Änättijärvellä vesikasvillisuus- ja pohjaeläintutkimuksen vuosina 1973 ja 1974. Järven kasviplanktonista ei ole tietoja. Ainoastaan yksi eläinplanktonnäyte on tutkittu Änättijärvestä. Näyte otettiin 26.8.1975.

Kainuun vesipiiri on tehnyt Änättijärvestä muutamia perustuotantomäärityksiä heinä- ja elokuussa vuosina 1973 ja -74. Saadut lukemat vaihtelivat $43 - 119 \text{ mg C/m}^3 \cdot \text{vrk}$ keskiarvon ollessa $66 \text{ mg C/m}^3 \cdot \text{vrk}$.

Vesikasvillisuustutkimus kohdistui järven eteläisiin osiin. Lajisto oli ominainen oligotrofiselle, humuspitoiselle järvityypille. Irto-kellujat ja uposlehtiset kasvit puuttuivat, kovalla pohjalla viihtyviä pohjaruusuokekasveja oli sen sijaan runsaasti. Valtalajeja olivat peittävyys mukaan järjestyksessä äimäruoho (Subularia aquatica), järvi-korte (Equisetum fluviatile) ja tumma lahananruoho (Isoetes lacustris) (GRANBERG ja HAKKARI 1980).

Änättijärvestä otetun eläinplanktonnäytteen tutki LuK Kari Hänninen. Yksilömäärien perusteella runsain ryhmä oli rataseläimet, esim. Conochilus sp., Kellicottia longispina (Kell.) ja Polyarthra sp. Vesikirpuista (Cladocera) tavattiin lajit Holopedium gibberum Zaddach, Bosmina coregoni longispina Leydig ja B. coregoni obtusirostris Sars, Daphnia cristata Sars ja Diaphanosoma brachyurum Liévin. Hankajalkais-äyriäisiä edustivat lajit Eurytemora lacustris Poppe ja Mesocyclops oithonoides (Sars).

Pohjaeläinnäytteitä oli otettu Änättijärvestä vuonna 1973 19.6. - 15.7. ja 18.10. - 22.11. Vuonna 1974 näytteenotto oli tapahtunut 6.6. - 12.6. ja 30.7. - 8.8. Eri pohjaeläinryhmien prosenttiosuudet kokonaisbiomassasta erosivat joidenkin ryhmien kohdalla huomattavasti toisistaan eri vuosina. Vuonna 1974 oli surviaissääskien osuus paljon suurempi kuin vuonna 1973. Vastaavasti oli ryhmien Pelecypoda (simpukat), Ephemeridae (päiväkorennon toukat), Sialidae (kaislakorennon toukat) ja Gastropoda (kotilot) osuus vuonna 1974 pienempi. Tärkeimmät pohjaeläinryhmät olivat kesällä 1973 Pelecypoda, Chironomidae (surviaissääskien toukat), Oligochaeta (harvasukamadot) ja Ephemeridae. Vuonna 1974 oli ylivoimaisesti suurin ryhmä Chironomidae ja toisena oli Oligochaeta. Kaikkien muiden osuudet jäivät alle 10 %:n (taulukko 1).

Pohjaeläinlajeja ei tutkimuksessa ollut määritetty. Biomassa (tuorepaino mg/m^2) vaihteli eniten puolen metrin syvyydessä, mikä johtui lähinnä pohjan laadusta siten, että se oli liejupohjalla suurin ja hiekkapohjalla pienin (GRANBERG ja HAKKARI 1980).

Kookkaita äyriäisiä, kuten Mysis, Pontoporeia, Gammarus ja Pallasea ei Änättijärvestä GRANBERGIN ja HAKKARIN (1980) mukaan esiinny.

2.4.2 Kiantajärvi

Kainuun vesipiirin heinä- ja elokuussa 1973 ja -74 suorittamien perustuotantomäärityksien tulokset viittaavat siihen, että Kiantajärven trofiataso olisi jonkin verran korkeampi kuin Änättijärven. Saadut arvot vaihtelivat 54 - 220 mg C/m³.vrk, ja keskiarvo oli 151 mg C/m³.vrk. Kysymyksessä olivat ainoastaan neljän määrittyskerran tulokset.

Kiantajärven vesikasvillisuudesta ei ole tietoja. Huhti-, kesä- ja elokuussa vuonna 1975 otettiin järvestä joitakin eläinplanktonnäytteitä. LuK Kari Hännisen antamien tietojen mukaan näytteissä tavattiin runsaasti rataseläimiä, joista eniten sukuja Polyarthra, Synchaeta ja Conochilus. Vesikirpuista (Cladocera) olivat tärkeimpiä Holopedium gibberum, Bosmina coregoni obtusirostris ja Daphnia spp. Hankajalkaisäyriäisistä (Copepoda) mainittakoon lajit Eudiaptomus gracilis (Sars), Mesocyclops oithonoides ja M. leuckarti (Claus). Suurin osa hankajalkaisäyriäisistä oli nuoruusasteita. Heimo Cyclopidae oli yleensä runsaampi kuin Calanoida - ryhmä kaikissa syvyyksissä kuten Änättijärvesäkin.

GRANBERG ja HAKKARI (1980) tutkivat Kiantajärven pohjaeläimistöä ajalla 25.6. - 2.7.1974. Näytteitä oli viideltä linjalta yhteensä 49. Tulosten mukaan surviaissääskien toukat muodostivat suurimman osan biomassasta. Harvasukamatojen osuus oli noin 10 % ja kaikkien muiden ryhmien alle 5 % (taulukko 1). Pohjaeläinten biomassassa oli yleisesti ottaen pienempi kuin Änättijärvestä, mihin lienee kuitenkin syynä näytteenottolinjojen pohjan laatu. Pohja-aines lähellä vesirajaa oli yleensä hiekkaa. Mainittakoon, että kerättyä pohjaeläinainesta on tutkimuksen tekijöiden mukaan pidettävä Kiantajärven osalta erittäin suppeana. Myöskään Kiantajärvestä ei ole tavattu Mysis-äyriäistä tai muita kookkaita äyriäisiä.

Taulukko 1. Eri pohjaeläinryhmien prosenttiosuudet kokonaisbiomassasta Änätti- ja Kiantajärvessä (GRANBERG ja HAKKARI 1980).

	1973		1974		1974
	ÄNÄTTIJÄRVI		ÄNÄTTIJÄRVI		KIANTAJÄRVI
	19.6.-	18.10.-	6.6.-	30.7.-	25.6.-
	15.7	22.11	12.6	8.8	2.7
Nematoda	0,5	+	0,1	0,3	0,6
Hirudinea	1,4	+	+	-	0,1
Oligochaeta	10,7	3,6	11,2	18,1	9,9
Crustacea	0,5	+	0,6		0,1
Ephemeraidae	10,5	24,6	6,1	8,8	1,1
Odonata	-	-	0,2	-	-
Trichoptera	1,5	5,2	3,0	0,9	0,4
Chironomidae	17,5	34,6	70,3	61,3	76,7
Chaoborinae	0,2	0,2	-	-	1,8
Tabanidae	4,6	1,9	0,3	0,1	-
Sialidae	4,7	11,7	0,6	0,8	-
Hydracarina	0,2	0,1	0,8	1,6	4,2
Gastropoda	9,5	2,6	1,5	0,3	0,6
Pelecypoda	38,2	15,5	5,2	7,8	4,3

2.5 Kalasto

Suurimman osan Änättijärven kalastosta muodostavat muikku, ahven ja siika. Kiantajärvessä muodostavat edellisten lisäksi myös hauki, made ja särkikalat merkittävän osan saaliista. Vuonna 1974 suoritettujen koekalastusten mukaan oli kalaston koostumus näissä järvissä seuraava (AUVINEN ja KLAPURI 1977):

	Änättijärvi	Kiantajärvi
ahven	30,1 %	16,8 %
hauki	0,8 %	15,4 %
kiiski	0,6 %	1,5 %
made	5,7 %	15,8 %
muikku	37,6 %	25,0 %
siika	21,8 %	12,7 %
särkikalat	3,1 %	11,6 %
muut	0,1 %	1,3 %

Osuudet on laskettu keskimääräisestä saaliista pyyntikertaa (verkko-sarjayötä) kohti. Yhdellä pyyntikerralla saatu saalis oli keskimäärin 2268 g Änättijärvessä ja 3946 g Kiantajärvessä.

Siikakanta on näissä järvissä huomattavasti runsaampi kuin useimmissa muissa Oulujoen vesistön järvissä. Keskimääräinen siikasaalis pyyntikertaa kohti oli Änättijärvessä 495 g ja Kiantajärvessä 500 g (AUVINEN ja KLAPURI 1977).

3. Aineisto

Aineisto on kerätty Änättijärvestä vuonna 1974 ja Kiantajärvestä vuosina 1973 ja -74. Siian mahanäytteitä on eri kuukausilta seuraavasti:

	Änättijärvi 1974	Kiantajärvi 1973	Kiantajärvi 1974
huhtikuu	104	-	-
toukokuu	55	-	-
kesäkuu	67	36	67
heinäkuu	115	13	-
elokuu	93	7	27
syyskuu	25	32	-
lokakuu	-	33	-
Yhteensä	459	121	94

Koekalastukset on suoritettu Änättijärvessä kahdeksan verkon sarjalla, jossa verkkojen silmäkoot olivat 12, 15, 20, 25, 35, 45, 60 ja 75 millimetriä. Verkkojen pituus oli 30 metriä ja korkeus 1,8 metriä. Pyynti kohdistui järven eri osiin, rantaan sekä vapaan veden alueelle pintaan ja pohjaan. Verkkoja pidettiin pyynnissä tavallisesti yön yli lukuunottamatta huhti- ja toukokuuta, jolloin pyyntiaika oli 2-3 vuorokautta. Pyyntialueiden sijainti Änättijärvessä on merkitty kuvaan 2.

Kiantajärven näytteet on pyydetty nuotalla kuvaan 3 ympyrällä merkityiltä alueilta. Ainoastaan 8 näytettä (25.6.1973) on peräisin järven eteläosasta Juurikan alueelta.

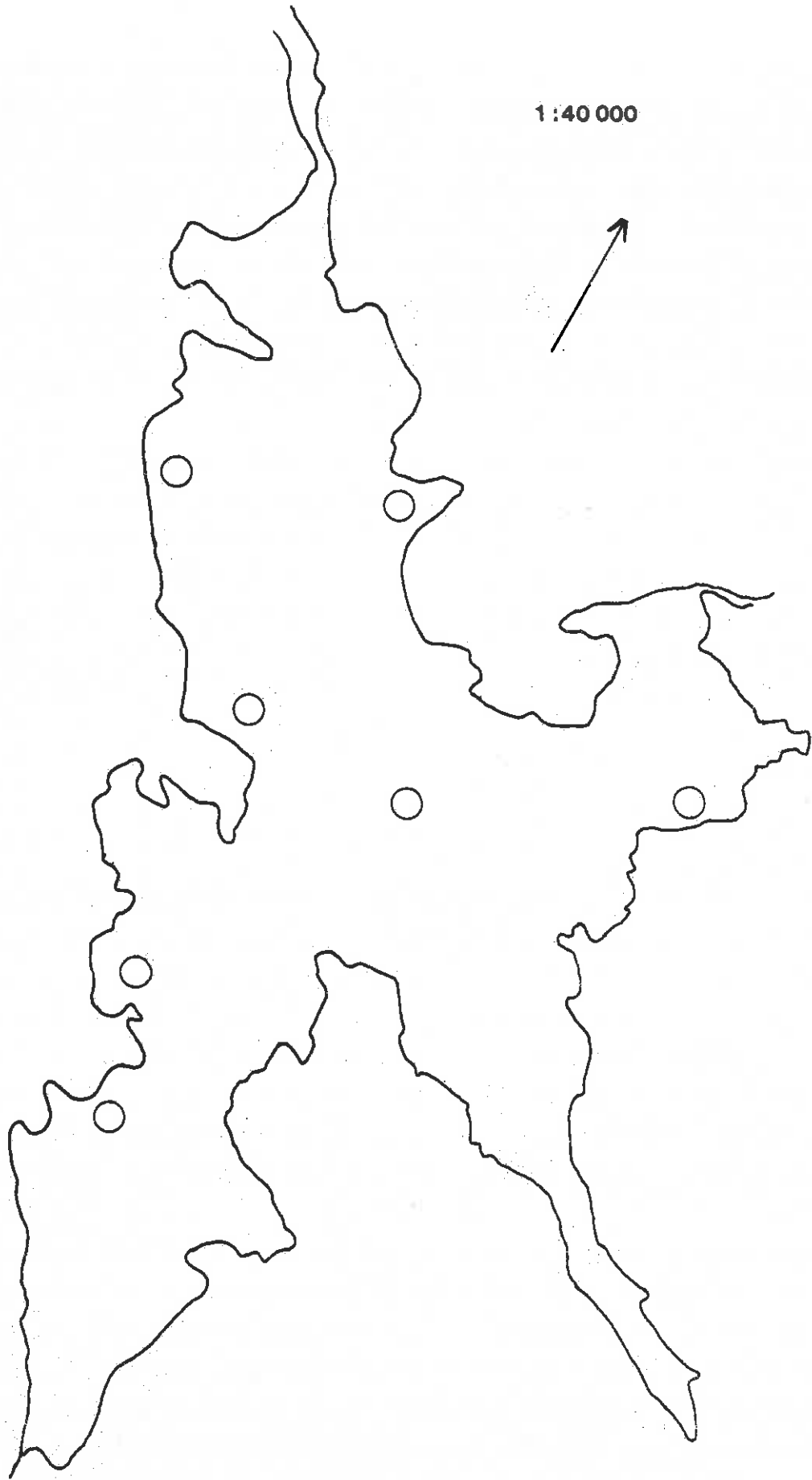
Koekalastajina ovat toimineet pääasiallisesti paikalliset asukkaat. Kalat säilöttiin kentällä n. 10-prosenttiseen formaliiniin. Mahat ja kiduskaaret siirrettiin laboratoriossa 70-prosenttiin alkoholiin ravinnon analysointia ja lajinmäärittystä varten. Kaloista määritettiin myös pituus, paino, sukupuoli ja ikä, mutta ainoastaan pituustietoja käytettiin tässä tutkimuksessa.

4. Menetelmät

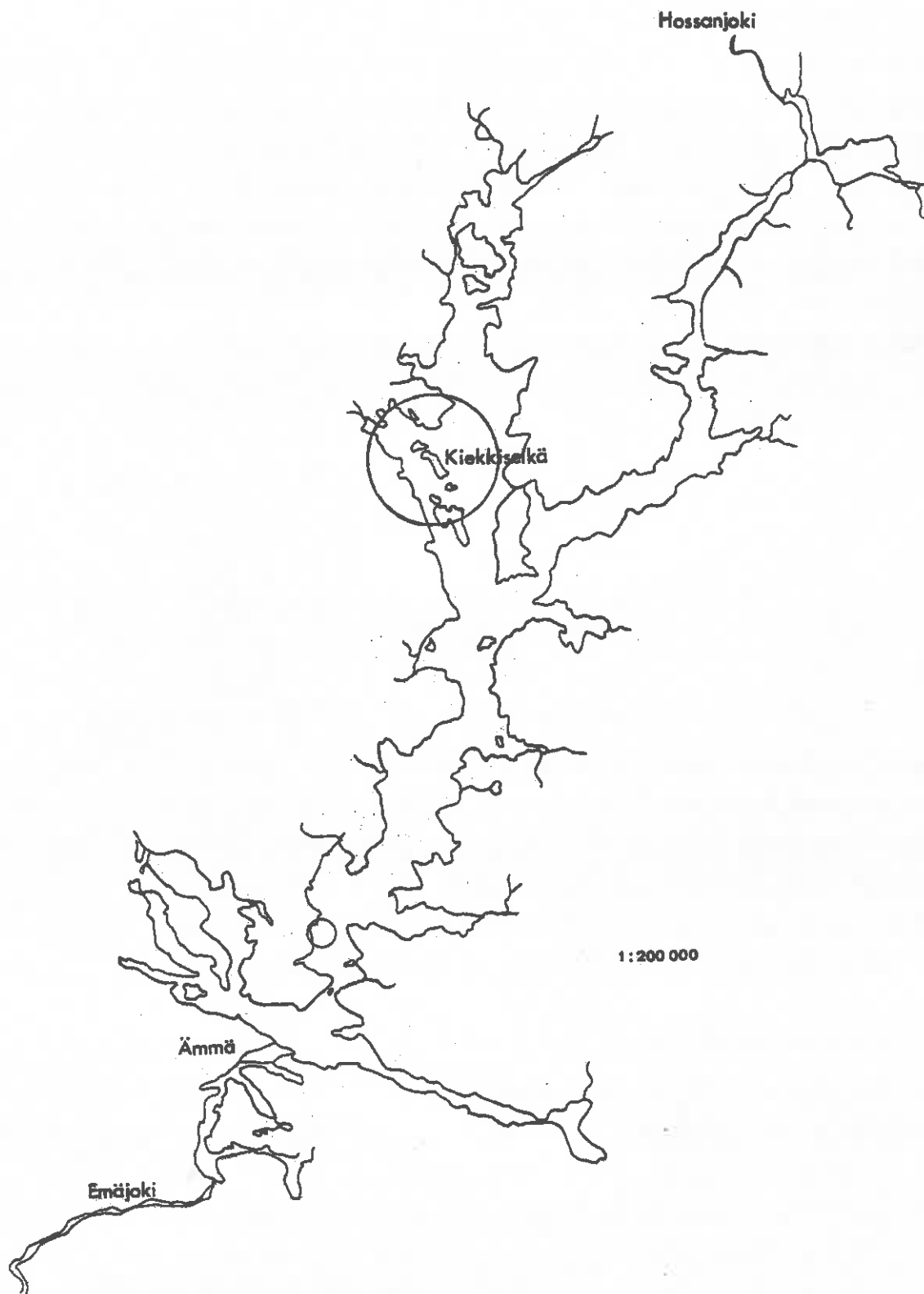
4.1. Yleistä

Yleisimmät kalojen ravinnon analysoimisessa käytetyistä menetelmistä ovat esiintymis-, lukumäärä-, dominanssi-, tilavuus-, paino-, täyteisyys- ja pistemenetelmä. HYNES (1950) on esitellyt eri menetelmät ja tarkastellut niiden käyttökelpoisuutta. Koska jokaisessa menetelmässä on omat puutteensa, saattavat ne yksinään käytettyinä korostaa virheellisesti tiettyjen ravinto-organismien osuutta. Paras kuva kalan ruokavaliosta saadaan siksi käyttämällä kahta tai useampaa menetelmää rinnakkain. HYNES (1950) päätyi suosittamaan piste-, esiintymis- ja dominanssimenetelmää.

Tässä tutkimuksessa käytettiin siian ravinnon analysoimiseen ensisijaisesti pistemenetelmää ja sen ohella esiintymis- ja dominanssimenetelmää. Ainoastaan varsinaisen mahan sisältö tutkittiin. Mahan ja ruokatorven välisen rajan katsottiin sijaitsevan samalla linjalla kuin U:n muotoisen mahan toisessa haarassa oleva pylorus. Aluksi arvioitiin mahan täyteisyys. Sen jälkeen mahan sisältö poistettiin ja sitä tarkasteltiin binokulaarimikroskoopilla. Tarkempiin määrittelyksiin käytettiin tutkimusmikroskooppia.



Kuva 2. Änättijärvi. Pyyntialueet merkitty ympyröillä.



Kuva 3. Kiantajärvi. Pyyntialueet rajattu ympyröillä.

4.2 Pistemenetelmä

Pistemenetelmän ottivat käyttöön SWYNNERTON ja WORTHINGTON (1940). Periaatteena on, että kunkin ravintokohteen osuus arvioidaan silmämääräisesti ja ilmaistaan pisteinä tietyn järjestelmän mukaisesti. Muiden tutkijoiden kehittämissä lukuisissa muunnelmissa on otettu huomioon mahan täyteisyys antamalla pisteet suhteessa mahan kokonaistilavuuteen (esim. FROST 1943, HYNES 1950, GRAHAM ja JONES 1962, CHEN 1969, HARAM ja JONES 1971, VILJANEN 1972).

Tässä käytetty pistemenetelmä pohjautuu HYNESin (1950) suositukseen. Mahan täyteisyydestä annettiin ensin pisteitä seuraavan asteikon mukaisesti (vrt. BALL 1961).

tyhjä	0 pistettä
esiintymä	1 piste
1/4 - täysi	5 pistettä
1/2 - täysi	10 pistettä
3/4 - täysi	15 pistettä
täysi	20 pistettä
paisunut	n. 25 - 30 pistettä

Mainittakoon, että nämä pistelukemat ovat keskimääräisiä. Täyteisyydestä annetut pisteet jaettiin silmämääräisesti eri ravintokohteiden kesken. Jokaisen ajanjakson osalta laskettiin sitten eri ravintokohteiden saamat pisteet yhteen ja kunkin osuus ilmaistaan prosentteina kokonaispistemäärästä. Aineiston käsittelyn alkuvaiheessa käytettiin punnitusta silmämääräisen arvioinnin tarkistamiseksi.

4.3 Esiintymismenetelmä

Esiintymis- eli occurrence-menetelmä ilmaisee, kuinka suurella osalla kaloista ravintokohde esiintyy (esim. HYNES 1950, BALL 1961, CORBET 1961, GRAHAM ja JONES 1962, CHEN 1969, VILJANEN 1972). Ravintokohteen esiintymisfrekvenssi ilmaistaan tässä prosentteina kaikista ravintoa sisältäneistä mahoista, joten tyhjiä ei otettu huomioon (vrt. CORBET 1961). Näin meneteltiin siitä syystä, että tyhjien mahojen osuus oli eräinä aikoina poikkeuksellisen suuri, mikä johtui ilmeisesti esim. liian pitkästä pyyntiajasta. Tämä olisi heikentänyt frekvenssilukujen vertailukelpoisuutta.

4.4 Dominanssimenetelmä

Dominanssimenetelmän tarkoituksena on tuoda esiin tärkeimmät ravintokohteet. Dominanteiksi katsotaan esim. organismeja, jotka saavat vähintään tietyn pistemäärän. Näiden esiintymä ilmaistaan prosentteina tutkituista kaloista (HYNES 1950, VILJANEN 1972). Tässä tutkimuksessa luettiin dominanteiksi ne ravintokohteet, joiden osalle tuli vähintään puolet mahan sisältämän ravinnon saamasta kokonaispistemäärästä. Menetelmää ei sovellettu mahoihin, joissa ravintoa oli vain niukasti eli joiden täyteisyys oli alle 5 pistettä. Tämä vastaa CORBETin (1961) käyttämää dominanssimenetelmää (main contents). Dominanssi ilmaistiin prosentteina ainoastaan niistä mahoista, joiden täyteisyys oli vähintään 5 pistettä.

4.5 Täyteisyys

Ravinnonottointensiteetin vuodenaikaisen vaihtelun tarkastelemiseksi laskettiin lisäksi kullekin ajanjaksolle keskimääräinen täyteisyys.

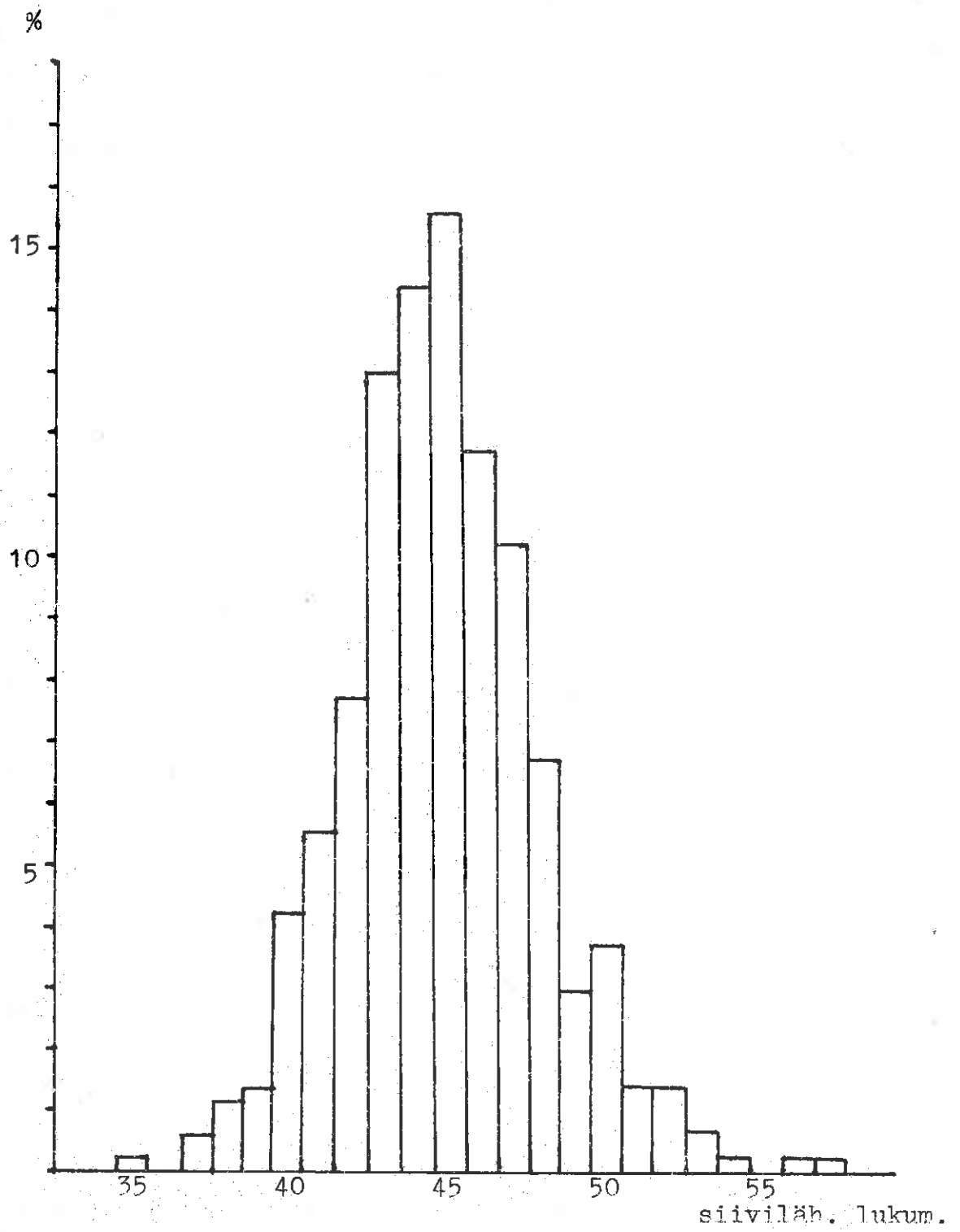
5. Tulokset

5.1 Siivilähampaiden lukumäärä ja pituusjakautuma

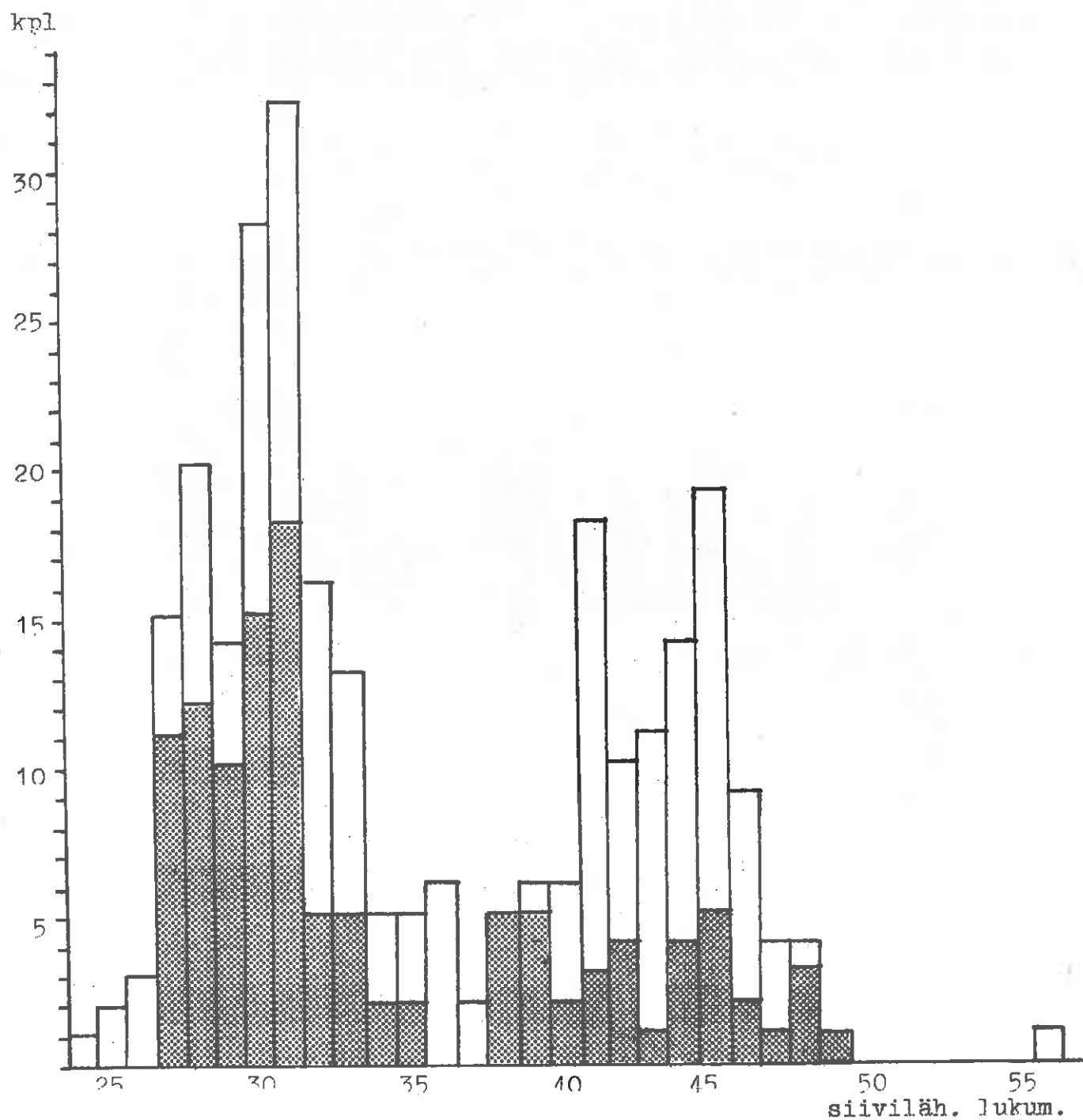
Siikojen siivilähampaiden lukumäärä vaihteli Änättijärvessä 35:sta 57:ään (kuva 4). Jakautuman yhtenäisyyden vuoksi aineistoa ei jaettu luokkiin siivilähammastiheyden mukaan. Aineisto käsitti yhteensä 535 siikaa. Siivilähampaiden lukumäärien keskiarvo oli $44,8 \pm 0,13$ ja hajonta 3,05.

Kiantajärven siivilähampasjakautumassa oli ainakin kaksi selvää huippua (kuva 5). Siikat jaettiin tästä syystä ravintotutkimusta varten kahteen ryhmään, joista ensimmäisessä siivilähampaslukemat olivat 24-34 ja toisessa 35-49. Yksi yksilö, jonka siivilähampaiden lukumäärä oli poikkeuksellisen korkea (56), jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle. Edellisessä ryhmässä oli siivilähampaslukumäärien keskiarvo $30,0 \pm 0,17$ ja hajonta 2,11. Toisen ryhmän keskiarvo oli $42,3 \pm 0,31$ ja hajonta 3,37. Tutkittujen kalojen lukumäärät olivat vastaavasti 149 ja 120.

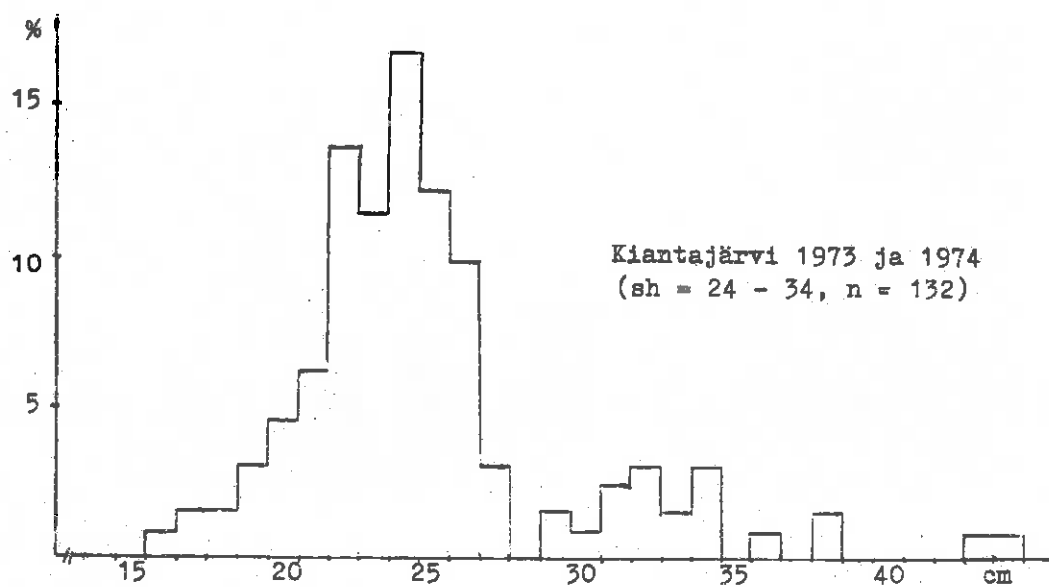
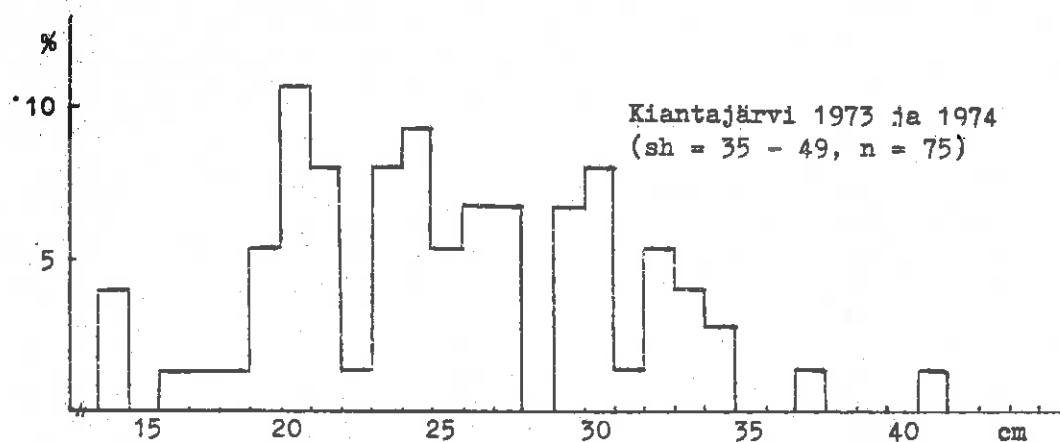
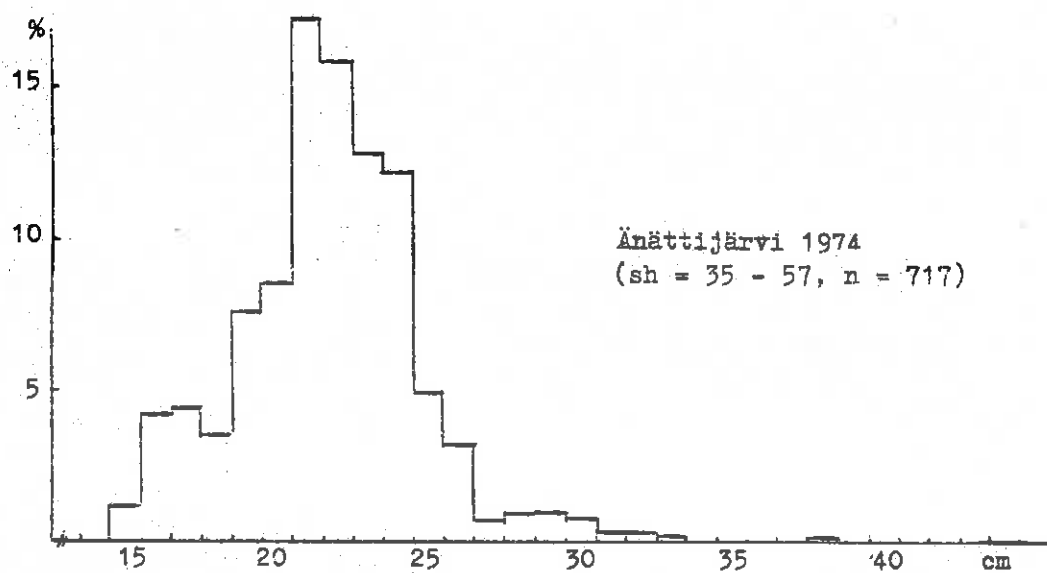
Siikojen pituusjakautumat kummassakin järvessä on esitetty kuvassa 6. Pienikokoisimmat eli alle 1-vuotiaat siikat puuttuvat aineistosta kokonaan.



Kuva 4. Siian siivilähhammasjakautuma Änättijärvessä vuonna 1974 (n=535).



Kuva 5. Siian siivilähammasjakautuma Kiantajärvessä vuosina 1973 (tummennettu alue) ja 1974 (n = 270).



Kuva 6. Siian pituusjakautuma Änätti- ja Kiantajärvessä (sh = siivilähampaiden lukumäärä, n = kalojen lukumäärä)

5.2 Täyteisyyden vaihtelu

Täyteisyyden kausittainen vaihtelu on esitetty kuvassa 7. Änättijärven siikojen mahat sisälsivät eniten ravintoa keskikesällä, mutta myös huhtikuussa ja syyskuun lopussa oli täyteisyys korkea. Sen sijaan toukokuussa ja syyskuun alkupuolella se oli erittäin alhainen. Kiantajärvessä vaihtelu oli suureksi osaksi samankaltainen paitsi kesäkuussa, jolloin mahat sisälsivät kuun alkupuolella runsaasti ravintoa, mutta täyteisyys laski loppukuussa lähelle syksyn minimiarvoja.

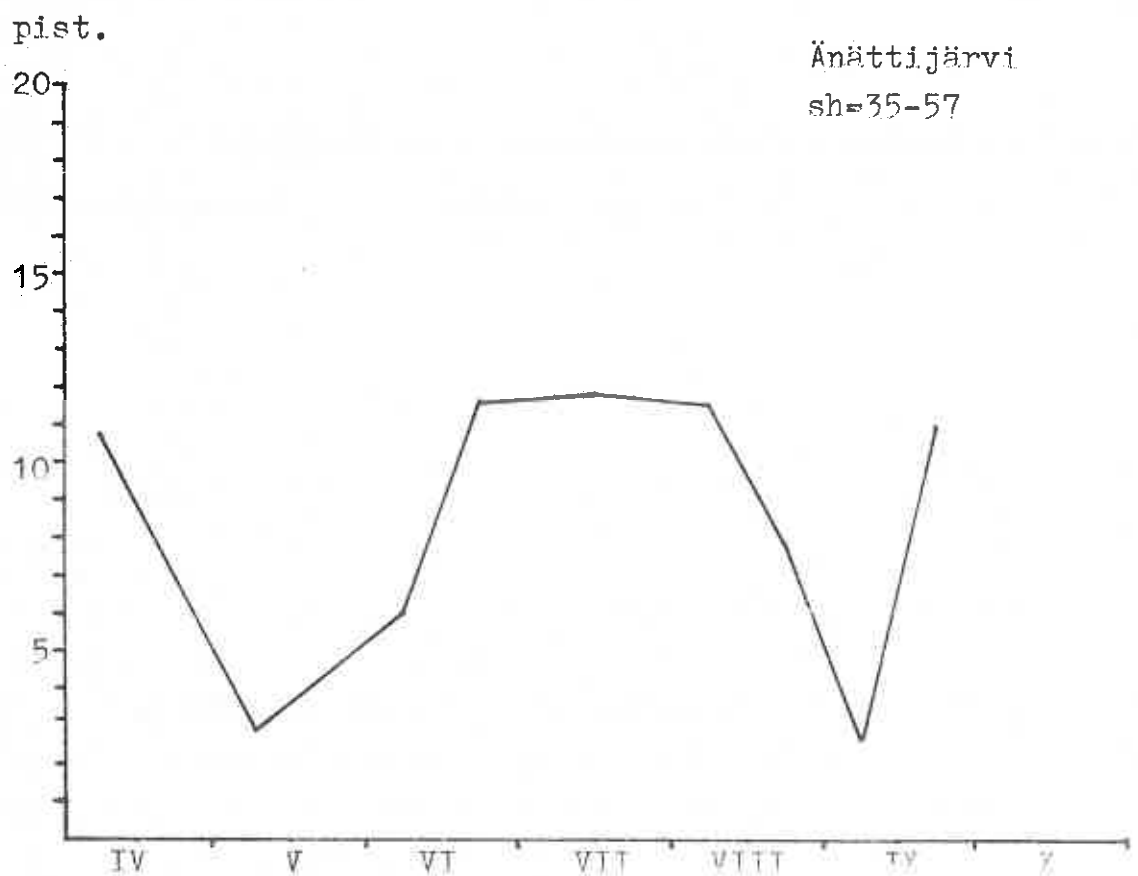
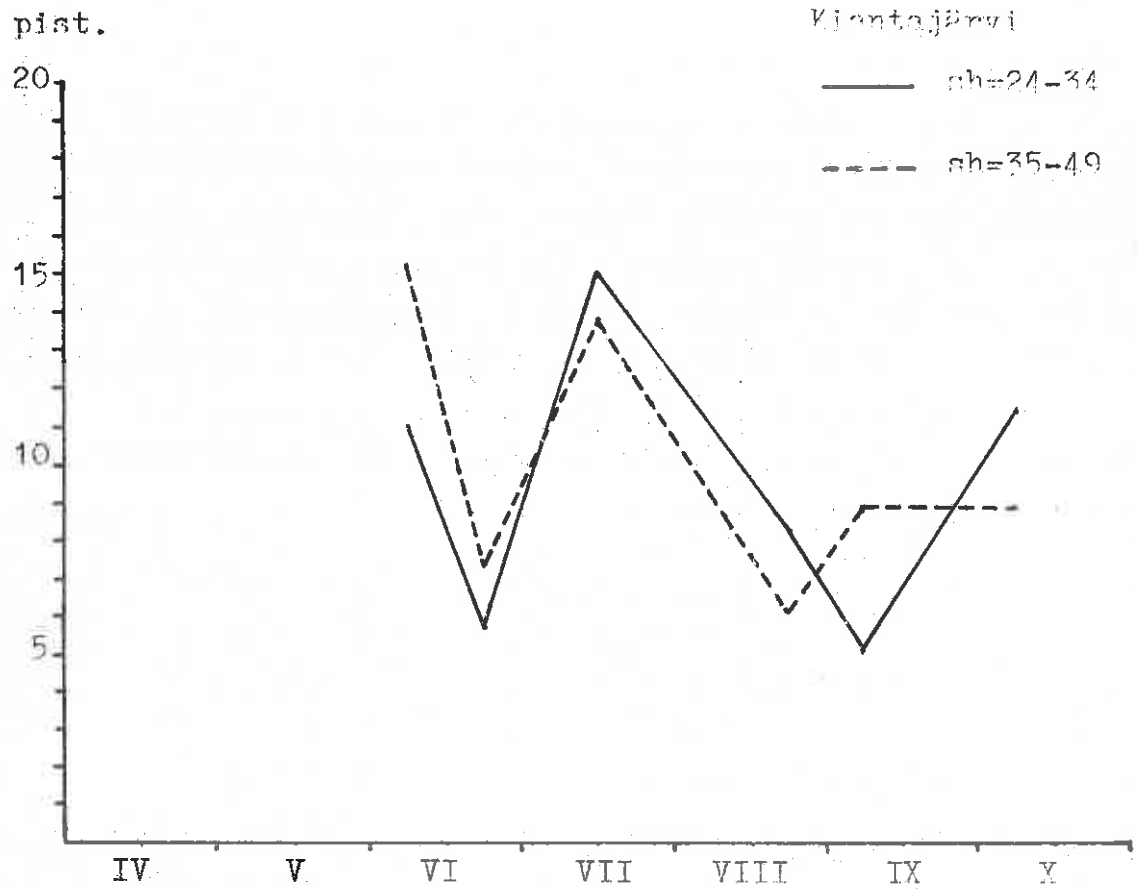
Tyhjien mahojen prosenttiset osuudet kunkin ajankohdan aineistosta olivat Änättijärvessä seuraavat:

	%
6. - 13.4.	1,9
4. - 15.5.	55,6
6. - 15.6.	-
16. - 30.6.	1,7
1. - 30.7.	9,7
10. - 15.8.	14,3
25. - 31.8.	13,9
1.9	15,4
29.9.	8,3

Vastaavat lukemat Kiantajärvessä olivat seuraavat:

	harvasiiviläh.	tiheäsiiviläh.
	%	%
1. - 15.6.	5,0	3,7
25. - 26.6.	15,0	-
15.7.	-	20,0
22. - 30.8.	-	9,1
1. - 15.9	13,0	28,6
3.10.	-	-

Etenkin Änättijärvessä voidaan havaita saatujen täyteisyysarvojen vaihtelevan osittain ravinnon laadun mukaan. Ravinnon ollessa nopeasti sulavaa on täyteisyys alhaisempi (vrt. kuva 8 sivulla 29). Tyhjien mahojen poikkeuksellisen suuri osuus toukokuussa samoin kuin alhainen täyteisyysindeksi johtui kuitenkin ilmeisesti siitä, että verkot olivat tänä aikana pyynnissä 2-3 vuorokautta kerrallaan.



Kuva 7. Siian majojen keskimääräinen täyteisyys Änätti- ja Kiantajärvessä (sh = siivilähampaiden lukumäärä)

5.3 Siian ravintokohteet Änättijärvässä

5.3.1 Yleistä

Siian ravinnolle oli Änättijärvässä ominaista voimakas kausittainen vaihtelu (kuvat 8 ja 9). Pohjaravinto oli tärkeimmällä sijalla elokuun puoleenväliin saakka. Tämän jälkeen siiat siirtyivät suurimmaksi osaksi planktonravintoon, mutta syyskuun lopussa oli pääosa ravinnosta jälleen pohjaeläimiä.

5.3.2 Pohjaravinto

Mollusca (nilviäiset)

Mollusca oli tärkein pohjaeläinryhmä Änättijärven siikojen ravinnossa. Huhti- ja toukokuussa tavattiin mahoissa kuitenkin ainoastaan jonkin verran hernesimpukoita (Pisidium). Kesällä elokuun puoleenväliin saakka sekä syyskuun lopussa nilviäisiä esiintyi runsaasti. Yleisin oli Pisidium. Kotiloista olivat tärkeimmät lajit Valvata piscinalis (Müller), Lymnaea peregra (Müller) ja Gyraulus sp. Joissakin mahoissa esiintyi edellisten ohella lajeja Valvata macrostoma Mörch ja Lymnaea palustris (Müller). Sphaerium sp. (pallosimpukka) oli syyskuun loppua lukuunottamatta siian ravinnossa huomattavasti harvinaisempi kuin Pisidium.

Crustacea (äyriäiset)

Litoraalissa elävillä ns. puolipelagisilla vesikirpuilla ei juuri ollut merkitystä siian ravinnossa. Valtaosa näistä kuului lajiin Alona affinis (Leydig). Ainoastaan satunnaisesti tavattiin siikojen mahoissa lajeja Sida crystallina (O. F. Müller), Camptocercus sp. ja Polyphemus pediculus (L.).

Raakkuäyriäisiä (Ostracoda) esiintyi useissa mahoissa, mutta ainoastaan yksittäin, joten niiden merkitys ravintokohteena oli mitätön.

Insecta (hyönteiset) ja Arachnida (hämähäkkieläimet)

Suuret hyönteistoukat olivat erittäin tärkeä ravintokohde kesäkuun puolestavälistä heinäkuun loppuun. Jonkin verran niitä esiintyi vielä elokuun alkupuolella. Päiväkorennon (Ephemeroptera) ja vesiperhosen (Trichoptera) toukat olivat yleisimmät, kaislakorennon (Sialis sp.) sen sijaan harvinaisia. Päiväkorennon toukista Ephemera vulgata (L.) esiintyi huomattavasti runsaammin kuin Caenis sp. Vesiperhostoukkia, joiden kopat olivat Änättijärvässä poikkeuksetta hiekasta, ei määritetty tarkemmin.

Surviaissääskien (Chironomidae) toukkia esiintyi yleensä kaikkina

aikoina siian ravinnossa, mutta ei koskaan suuria määriä. Tanypodinae oli selvästi yleisin alaheimo. Chironomidae-toukilla ei juuri ollut merkitystä siian ravintokohteena Änättijärvessä.

Polttiaistoukkia (Ceratopogonidae), sukeltajia (Dytiscidae) ja vesipunkkeja (Hydracarina) tavattiin siikojen ravinnossa ainoastaan satunnaisesti.

Kalan mäti

Siiat olivat syöneet erittäin runsaasti kalan mätiä huhtikuun alusta kesäkuun puoleen väliin saakka. Kysymyksessä saattaa olla sekä syys- että kevätkutujen kalojen mäti. Myöhemmin kesällä kalojen kudun loputtua ei mätiä esiintynyt siikojen mahoissa enää lainkaan.

5.3.3 Plankton- ja pintaravinto

Crustacea (äyriäiset)

Planktisia vesikirppuja (Cladocera) esiintyi siian ravinnossa kesäkuusta alkaen, aluksi yksinomaan Bosmina-sukua. Kaikki määritetyt yksilöt kuuluivat lajiin Bosmina coregoni obtusirostris. Siiat olivat syöneet Bosmina - vesikirppuja koko loppukesän jonkin verran. Heinäkuun alusta lähtien tavattiin mahoissa myös muita lajeja, pääasiallisesti Daphnia sp. ja Holopedium gibberum. Lisäksi esiintyivät erittäin vähäisin määrin Bythotrephes cederstroemii Schoedler, Leptodora kindti (Focke) ja Diaphanosoma brachyurum.

Hankajalkaisäyriäisillä (Copepoda) oli kuitenkin suurempi merkitys, koska niitä oli käytetty runsaasti myös varhain keväällä ja loppukesällä. Calanoida-ryhmän edustajia olivat siiat syöneet suurempia määriä vasta elokuun lopussa ja syyskuussa, muulloin oli heimo Cyclopidae huomattavasti tärkeämpi.

Insecta (hyönteiset) ja Arachnida (hämähäkkieläimet)

Surviaissääskien kotelot luetaan kuuluviksi pintaravintoon, koska niitä tavataan kalojen ravinnossa yleensä kuoriutumisjaksojen aikana. Tällöin ne nousevat pintaan ja ovat siten kaloille helposti pyydettyä ravintoa (GRIMÅS 1961, NILSSON 1961). Änättijärvessä ne olivat siian ravinnossa runsaimmillaan kesäkuun loppupuolella. Jonkin verran niitä esiintyi myös kesäkuun alkupuolella ja heinäkuussa. Myöhemmin kesällä tavattiin enää satunnaisesti joitakin yksilöitä.

Sulkasääskien (Chaoboridae) toukkia oli joissakin planktonravintoa syöneiden kalojen mahoissa. Niiden osuus oli kuitenkin aina erittäin vähäinen.

Terrestrinen ravinto koostui pääasiallisesti erilaisista hyönteisistä, mutta mukana oli myös joitakin hämähäkkejä ja punkkeja. Terrestristä ravintoa ei eritelty tarkemmin. Yleisimpiä olivat erilaiset pistiäiset, kovakuoriaiset, kaksisiipiset (esim. Chironomidae) ja luteet. Tätä ravintoa olivat siiat käyttäneet koko tutkimusajan, runsaimmin kuitenkin elokuun alussa (n. 25 %). Sen osuus oli minimissään syyskuun alussa, mutta kasvoi jälleen syyskuun lopussa n. 17 %:iin.

5.3.4 Muu materiaali

Varsinaisen ravinnon ohella oli mahoissa yleisesti muuta materiaalia kuten detritusta, soraa, kasvinosia ja jopa kalan suomuja. Änättijärven siikojen mahoissa oli toisinaan runsaasti detritusta silloinkin, kun pääosa ravinnosta oli planktonia. Ainakin osa kasvisolukosta oli ilmeisesti peräisin pinnalta, esim. terrestristen kasvien hedelmät, havupuiden neulaset ym.

5.4 Siian ravintokohteet Kiantajärvessä

5.4.1 Yleistä

Kiantajärven siikojen ravinnossa oli kausittainen vaihtelu toisenlainen kuin Änättijärvessä (kuvat 8 ja 9). Planktonin osuus oli suurimmillaan keskikesällä, jolloin taas pohjaeläimiä ei esiintynyt juuri lainkaan. Syksyllä pohjaeläinten osuus kasvoi kuten Änättijärvessäkin.

5.4.2 Pohjaravinto

Mollusca (nilviäiset)

Nilviäisten osuus siian ravinnossa oli Kiantajärvessä varsin vähäinen (kuva 9). Hernesimpukoita (Pisidium) kalat olivat käyttäneet jonkin verran koko kesän heinäkuuta lukuunottamatta ja syksyllä hieman runsaammin. Kotilot sen sijaan puuttuivat suureksi osaksi ravinnosta. Molempia Änättijärvessä tavattuja Valvata-lajeja ja Gyraulus -suvun edustajia oli joissakin mahoissa, mutta Lymnaea puuttui kokonaan.

Crustacea (äyriäiset)

Litoraalissa eläviä vesikirppuja, joista valtaosa kuului lajiin Alona affinis olivat Kiantajärven siiat käyttäneet heinä- ja syyskuussa. Tällä ravintotyypillä oli jonkin verran suurempi merkitys kuin Änättijärvessä. Toinen siikojen käyttämä litoraalin vesikirppu oli Polyphemus pediculus. Raakkuäyriäiset olivat Kiantajärvessäkin merkityksellön

ravintokohde. Asellus aquaticus L. (vesisiira) puuttui Änättijärven näytteistä kokonaan, mutta Kiantajärvässä sitä olivat syöneet muutamat kalat kesäkuun alussa ja syyskuussa.

Insecta (hyönteiset) ja Arachnida (hämähäkkieläimet)

Päiväkorentojen (Ephemeroptera) ja kaislakorennon (Sialis) toukkia tavattiin ainoastaan kesäkuun alussa muutamissa kaloissa. Vesiperhostoukkia (Trichoptera) olivat siiat käyttäneet lisäksi syksyllä, mutta silloinkin hyvin pieniä määriä. Koppien materiaalina olivat yleensä kasvinjätteet, joissakin hiekka. Keskikesällä suuret hyönteistoukat puuttuivat täysin.

Myös surviaissääskien toukat puuttuivat lähes kokonaan keskikesällä, mutta olivat sen sijaan syys- ja lokakuussa tärkeä ravintokohde. Myös kesäkuun alussa, jolloin pohjaeläinravintoa oli vain vähän, oli suurin osa siitä Chironomidae-toukkia. Tanypodinae oli Kiantajärvässäkin siian runsaimmin käyttämä ryhmä, mutta myös ryhmään Chironomini kuuluvia toukkia oli syksyllä melko runsaasti. Edellä mainittujen lisäksi tavattiin mahoissa polttiaistoukkia (Ceratopogonidae), sukeltajia (Dytiscidae) ja vesipunkkeja (Hydracarina).

Kalan mäti

Kalan mätimunua kuului siian ravintoon kesäkuun alussa, mutta niillä ei ollut yhtä suurta merkitystä kuin Änättijärvässä.

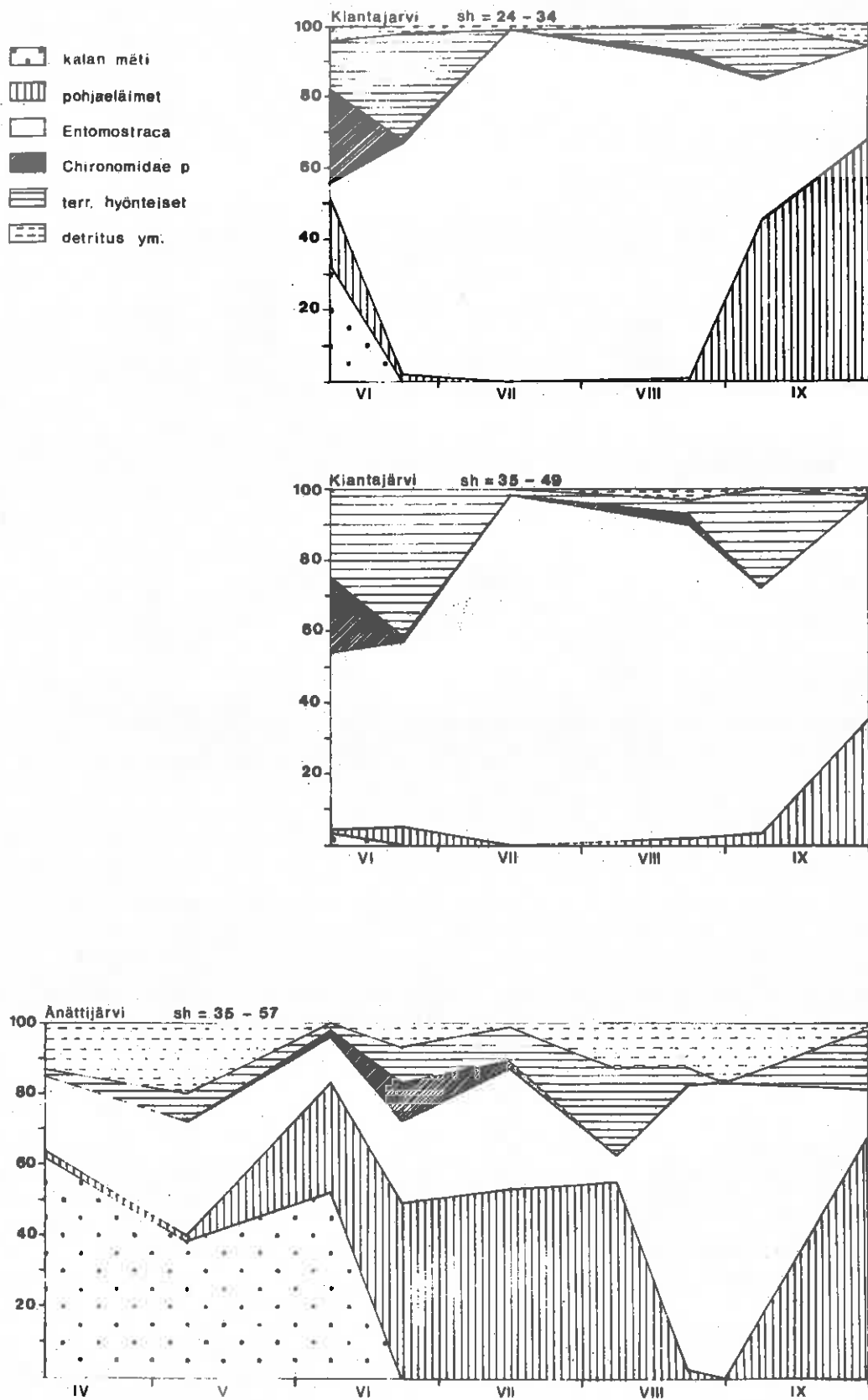
5.4.3 Plankton- ja pintaravinto

Crustacea (äyriäiset)

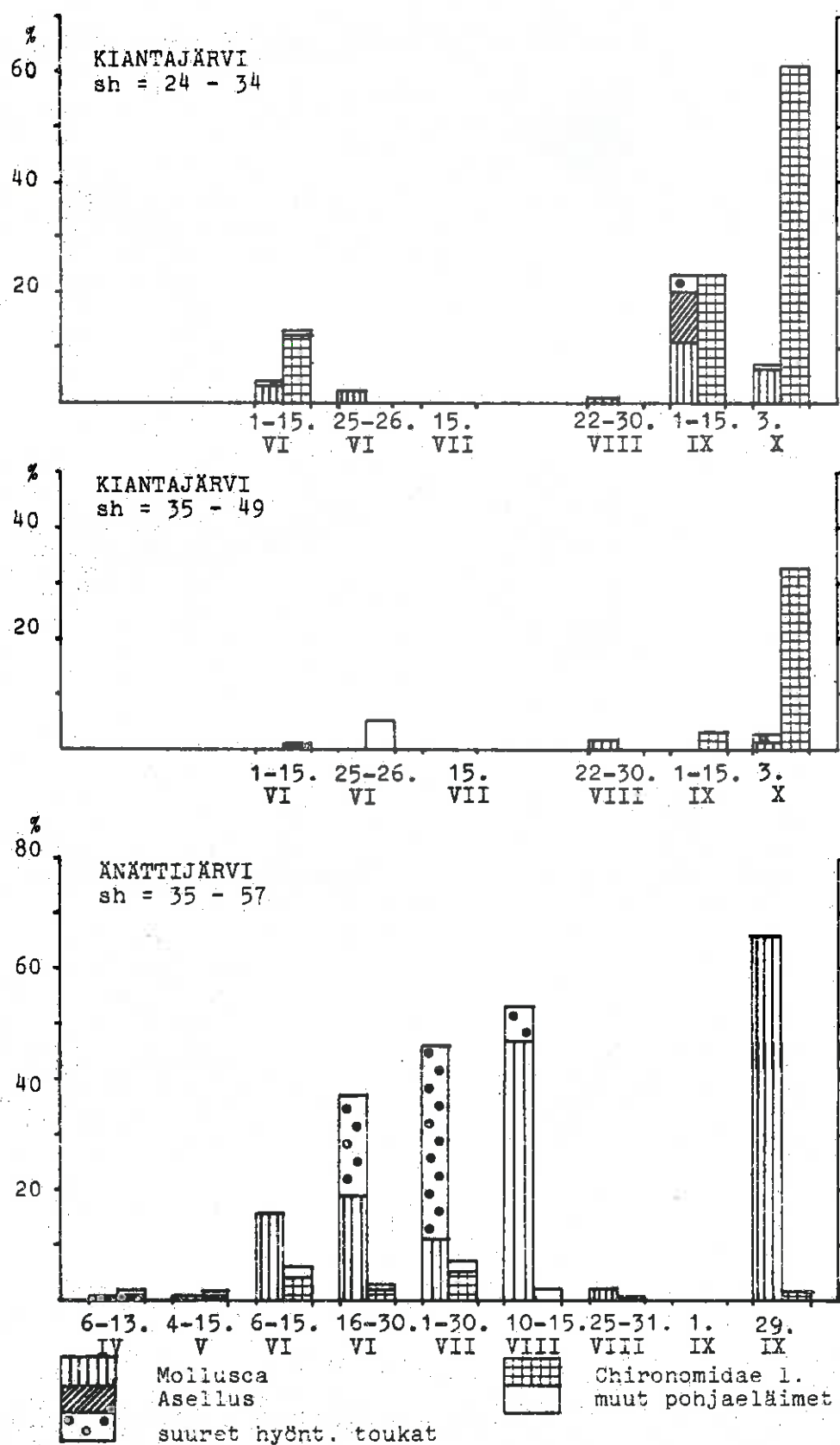
Planktonäyriäiset olivat erittäin tärkeällä sijalla Kiantajärven siikojen ravinnossa. Niiden osuus oli suurimmillaan kesäkuun loppupuolelta syyskuun puoliväliin. Tärkeimmät vesikirppulajit olivat Bosmina coregoni obtusirostris, Bythotrephes cederstroemii ja Holopedium gibberum. Bosmina puuttui keskikesällä, jolloin puolestaan Bythotrephes oli runsain. Holopedium-lajin esiintymisen huippu oli elokuun lopussa. Leptodora kindtii oli Kiantajärvässä yleisempi ravintokohde kuin Änätissä, Daphnia sen sijaan huomattavasti harvinaisempi. Hankajalkaisäyriäisillä oli vähäisempi merkitys kuin vesikirpuilla. Cyclopidae oli tavallisesti yleisempi ryhmä kuin Calanoida.

Insecta (hyönteiset) ja Arachnida (hämähäkkieläimet)

Surviaissääskien koteloita sisältyi siian ravintoon eniten kesäkuun alussa. Lisäksi niitä esiintyi jonkin verran elokuun lopussa. Niiden



Kuva 8. Kausittainen vaihtelu siian ravinnon koostumuksessa (%) Kianta- ja Anättijärvessä (sh = siivilähampaiden lukumäärä)



Kuva 9. Eri pohjaeläinryhmien osuus siian ravinnossa Änätti- ja Kiantajärvessä (sh = siivilähampaiden lukumäärä).

osuus siian ravinnossa oli jonkin verran suurempi kuin Änättijärvessä.

Terrestristä ravintoa käyttivät Kiantajärven siiat huomattavan runsaasti, erityisesti kesäkuussa ja syyskuussa. Lajisto oli samanlainen kuin Änättijärvessä.

5.4.4 Muu materiaali

Detritusta ja mineraaliainesta ym. esiintyi siikojen mahoissa huomattavasti vähemmän kuin Änättijärvessä. Sen osuus kasvoi yleensä pohjaravinnon osuuden kasvaessa.

5.5 Kalan koon vaikutus ravintokohteiden valintaan

5.5.1 Yleistä

Ravinnon laadun riippuvuutta kalan koosta tarkasteltiin jakamalla osa siika-aineistosta pituusluokkiin. Koko aineiston jakaminen yhtenäisiin pituusluokkiin ei osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi, koska pituusjakautumat tutkituissa järvissä olivat erilaiset. Kausittaisen vaihtelun vuoksi oli pituusluokkien käsittely suoritettava kunkin ajankohdan osalta erikseen. Saatu aineisto ei ollut kaikkina aikoina tähän tarkoituksen riittävä.

5.5.2 Änättijärvi

Änättijärven aineistosta käsiteltiin pituusluokittain kesäkuun loppupuolen ja heinäkuun näytteet. Huhti- ja toukokuussa sekä elokuun loppussa käyttivät kaikki kalat koosta riippumatta samanlaista ravintoa. Muulloin ei eroja tullut esille pituusjakautuman suppeuden tai vähäisen näytemäärän vuoksi.

Myös kesäkuun loppupuolella ja heinäkuussa olivat erikokoiset kalat syöneet osaksi samaa ravintoa, johon sisältyi sekä pohjaeläimiä että plankton- ja pintaravintoa (kuva 10). Alle 22 cm:n pituisten siikojen ruokavaliossa oli kuitenkin etusijalla eläinplankton. Suuremmat kalat olivat syöneet eniten pohjaeläimiä ja vain vähän planktonia. Pohjaeläinravinnon koostumusta tarkasteltaessa voidaan lisäksi havaita, että alempaan pituusluokkaan kuuluvat kalat käyttivät pohjaeläimistä enimmäkseen pienikokoisia lajeja kuten hernesimpukat (*Pisidium*) sekä pienet päiväkorennon (*Ephemeroptera*) ja surviaissääsken (*Chironomidae*) toukat. Suuret, kovia osia sisältävät eläimet kuten kotilot (*Gastropoda*) ja vesiperhosen toukat (*Trichoptera*) olivat selvästi suurempien siikojen suosiossa ja muodostivat niiden ravinnosta merkittävän osan.

Pinnan hyönteisten ja Chironomidae-koteloiden käytössä ei ollut Änättijärvessä eroja eri pituusluokkien välillä.

5.5.3 Kiantajärvi

Kuvissa 11 - 15 on esitetty Kiantajärven harvasiivilähampaisten siikojen ravinto pituusluokittain. Tiheäsiiviläisistä siioista jaettiin pituusluokkiin ainoastaan kesäkuun loppupuolella pyydetty, jolloin mukana oli poikkeuksellisen pienikokoisia Kiantajärven eteläosasta saatuja yksilöitä (kuva 12). Muulloin ei pituudella havaittu olevan vaikutusta tiheäsiivilähampaisten siikojen ravinnonvalintaan. Heinäkuussa oli näytemäärä kummankin ryhmän osalta niin vähäinen, että minkäänlaista jakoa ei suoritettu.

Siikojen ravinnossa esiintyi Kiantajärvessä harvempia ravintotyyppejä kuin Änättijärvessä, ja kookkaimpia pohjaeläimiä oli erittäin niukasti. Ravinto koostui lisäksi suureksi osaksi planktonista. Ravintokohteiden muuttuminen kalan pituuden mukaan oli harvasiiviläisillä siioilla kuitenkin selvempää kuin Änättijärvessä. Erot olivat periaatteessa samanlaiset: Pienet siiat käyttivät saatavissa olevasta ravinnosta pienempiä kohteita, kun taas suuret asettivat etusijalle kookkaammat ravintoteläimet.

Ravinnon koostumus määräytyi pääpiirteittäin seuraavasti:

- Pienet siiat käyttivät pieniä planktonäyriäisiä kuten Bosmina ja Holopedium.
- Suuret siiat suosivat kookkaampia äyriäislajeja kuten Bythotrephes, Leptodora ja Alona.
- Terrestrisiä hyönteisiä kuului suurten siikojen ruokavalioon huomattavasti runsaammin kuin pienten.
- Suuria pohjaeläimiä (Valvata, Asellus ja Trichoptera-toukat) tavattiin lähes poikkeuksetta vain kookkaampien kalojen mahoissa, kun taas Pisidium-simpukoita ja Chironomidae-toukkia olivat syöneet myös pienet kalat.
- Alkukesällä, jolloin kalan mätiä ja Chironomidae-koteloita oli saatavissa, niitä käyttivät runsaasti kaikki kalat.

5.6 Siivilähammastiheyden vaikutus siian ravintoon Kiantajärvessä

Sekä harva- että tiheäsiivilähampaisten siikojen ravinto koostui kesäkuun puolesta välistä elokuun loppuun suurimmaksi osaksi planktonista. Huomattavia eroja esiintyi näiden ryhmien ruokavaliossa ainoastaan alkukesällä ja syksyllä (kuva 8).

Pohjaravinto muodosti tällöin merkittävän osan harvasiiviläisten siikojen ravinnosta, kesäkuun alussa ennen kaikkea kalan mäti ja syksyllä surviaissääskien toukat (Chironomidae). Tiheäsiiviläiset suosivat sitä vastoin edelleen planktonia. Kalan mätiä, joka Änättijärvessäkin oli keväällä erittäin tärkeä ravintokohde, ne eivät käyttäneet juuri lainkaan. Chironomidae-toukkien osuus kasvoi kuitenkin syksyllä jonkin verran tiheäsiivilähampaistenkin ravinnossa. Kookkaat pohja-eläimet, joita sisältyi harvasiiviläisten ravintoon tähän aikaan, puuttuivat sen sijaan lähes kokonaan (kuva 9).

Terrestrisen ravinnon osuus oli yleisesti ottaen jonkin verran suurempi tiheäsiivilähampaisten ravinnossa, etenkin syyskuussa. Chironomidae-koteloita käytti sen sijaan kumpikin ryhmä yhtä runsaasti.

Ravintokohteita tarkemmin eriteltäessä tulee esiin myös eroja planktonravinnon koostumuksessa (kuvat 11-15). Hankajalkaisäyriäisiä (Copepoda), joita harvasiivilähampaisilla siioilla esiintyi satunnaisesti ja erittäin pieniä määriä, oli ajoittain tiheäsiiviläisten maissa varsin runsaasti (kuvat 11 ja 14 sekä heinäkuu). Bythotrephes-vesikirppua tavattiin huomattavasti vähemmän kuin harvasiivilähampaisilla. Tiheäsiiviläiset siiat suosivat vesikirpuista Bosmina- ja Holopedium -lajeja.

Pienikokoisten kalojen välillä ei tällaisia eroja ilmeisesti esiintynyt (kuva 12).

Yhteenvetona voidaan sanoa seuraavaa:

Kiantajärvessä käyttivät sekä harva- että tiheäsiivilähampaiset siiat osittain samaa ravintoa. Harvasiiviläiset söivät kuitenkin enemmän pohjaravintoa ja tiheähampaaiset puolestaan enemmän plankton- ja pintaravintoa.

Tiheäsiiviläiset suosivat planktonorganismeista pienikokoisia vesikirppuja ja hankajalkaisäyriäisiä, harvasiivilähampaaiset Bythotrephes-lajeja. Tärkeimmät kummallekin ryhmälle yhteiset ravintokohteet olivat pienet vesikirput, terrestriset hyönteiset sekä surviaissääskien kotelot. Pieniä planktonäyriäisiä käyttivät harvasiiviläisistä enimmäkseen vain pienikokoiset kalat.

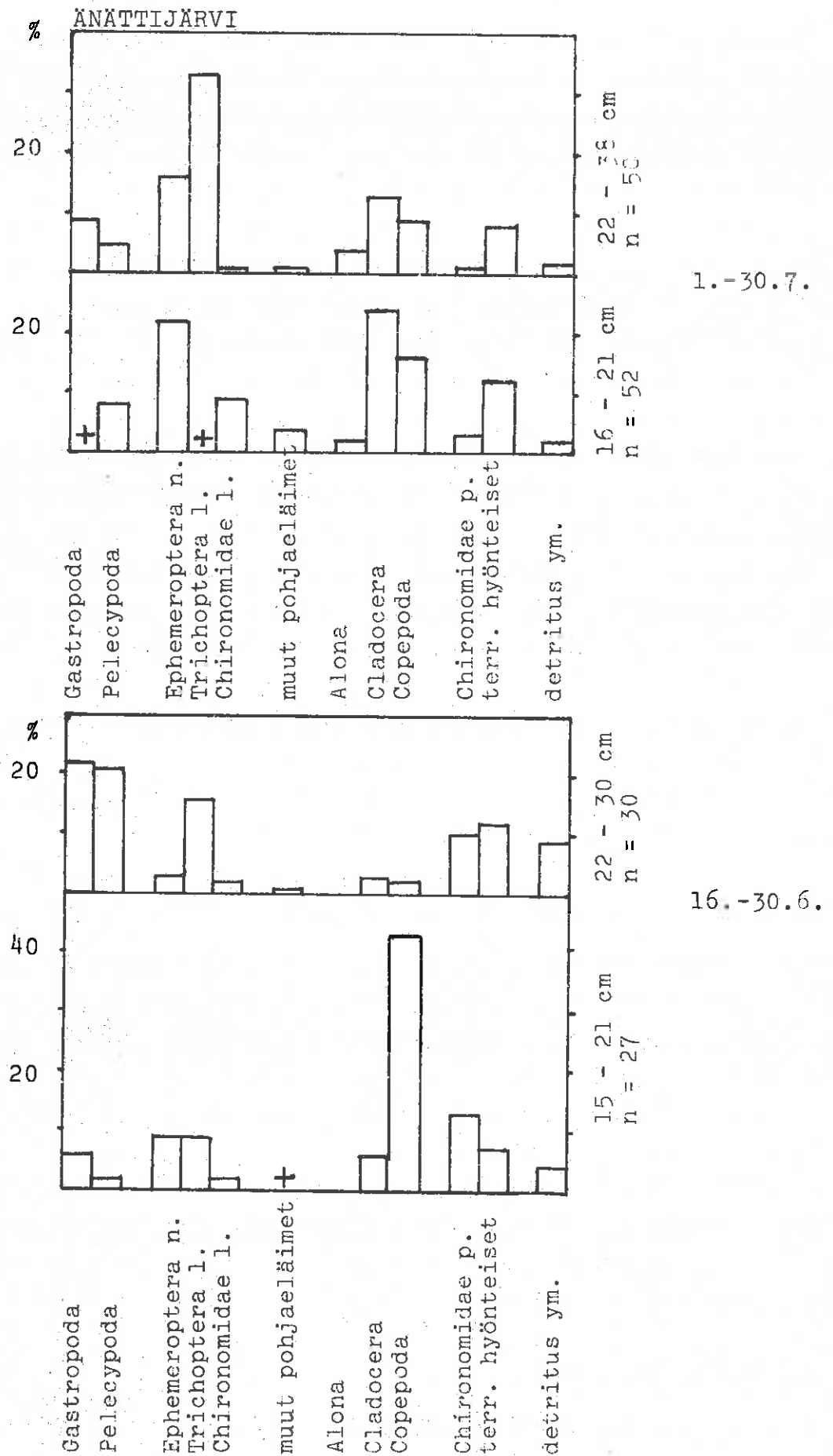
Selitykset kuviin 10 - 15:

sh = siivilähampaiden lukumäärä

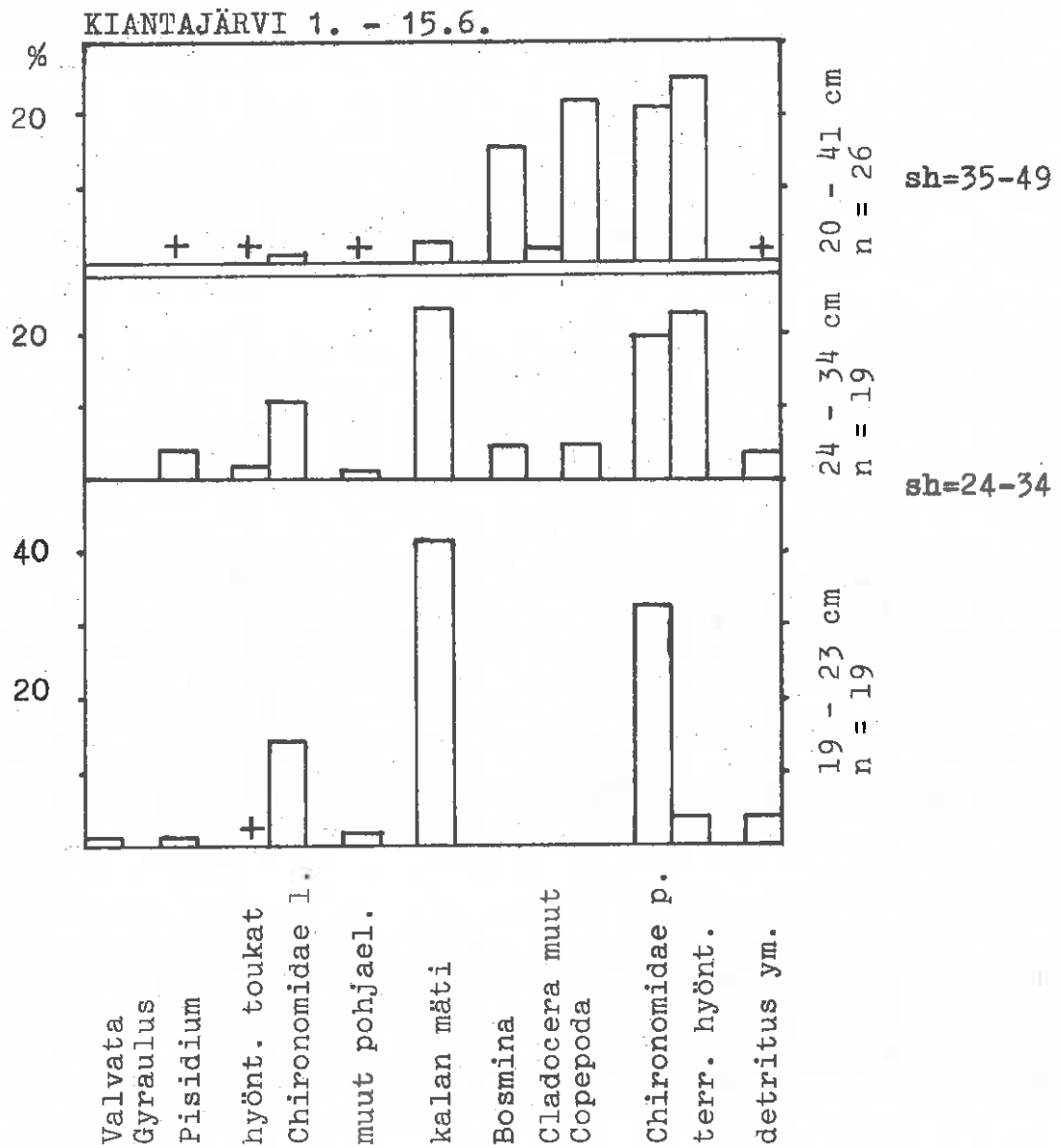
n = näytteiden lukumäärä

+ = ravintotyyppin osuus alle 0,5 %

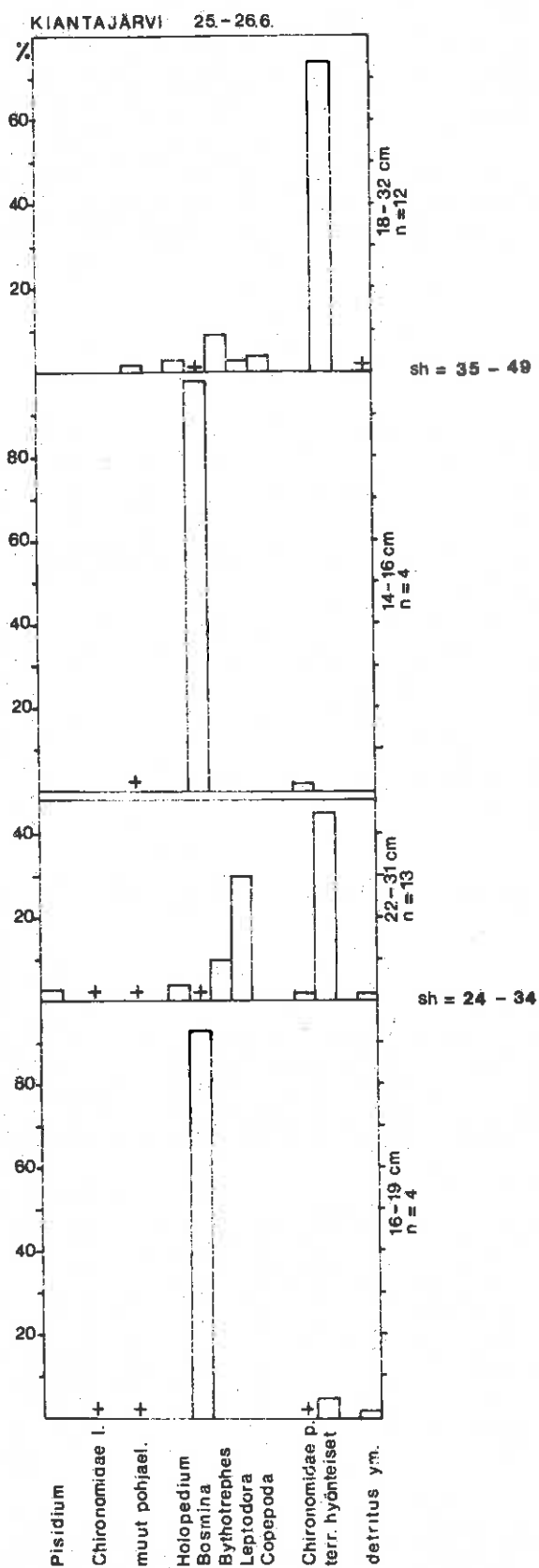
hyönt. toukat (kuva 11)=Ephemeroptera, Sialis ja Trichoptera



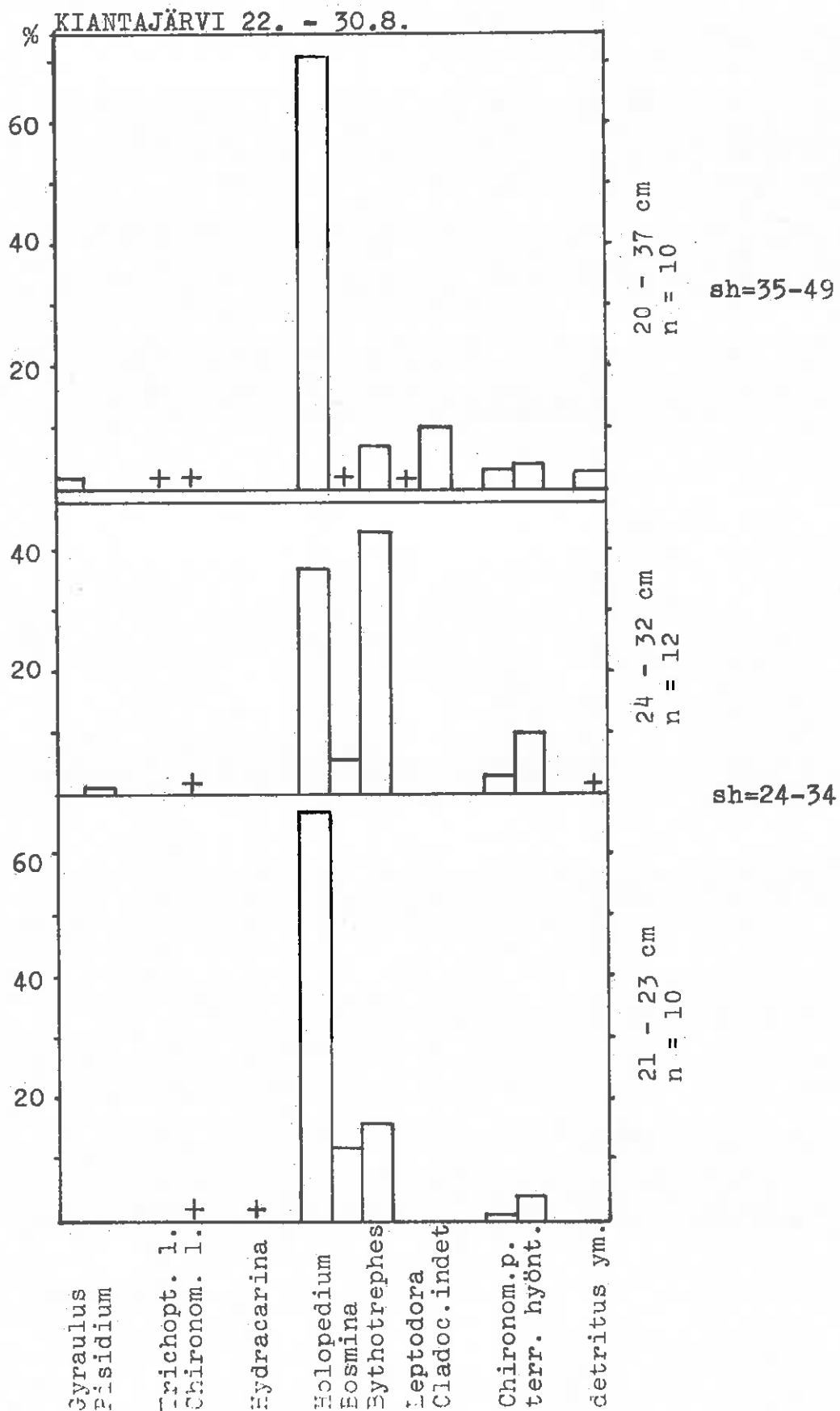
Kuva 10. Siian ravinnon koostumus pituusluokittain Änättijärvessä



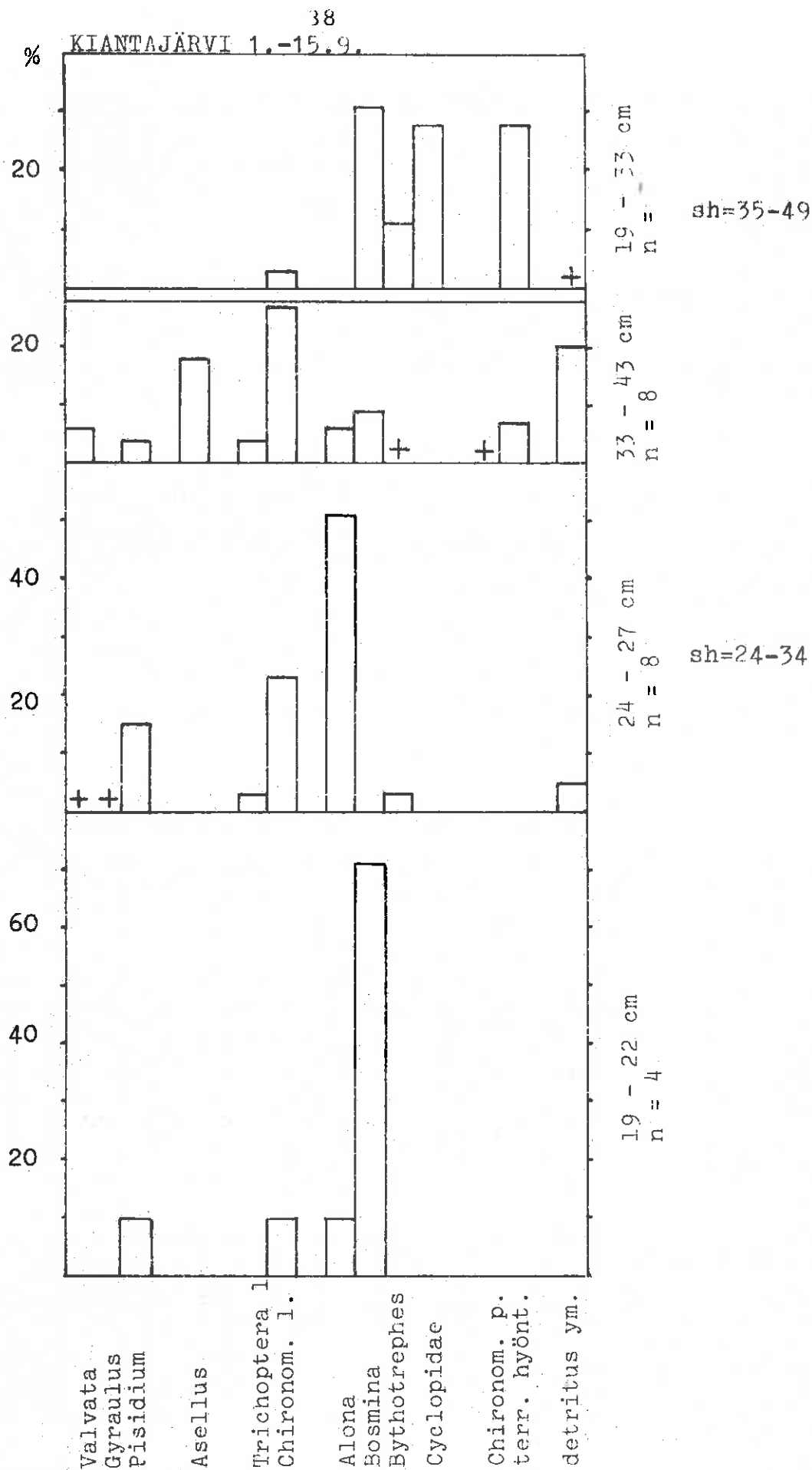
Kuva 11. Siian ravinnon koostumus pituusluokittain Kiantajärvessä kesäkuun alussa.



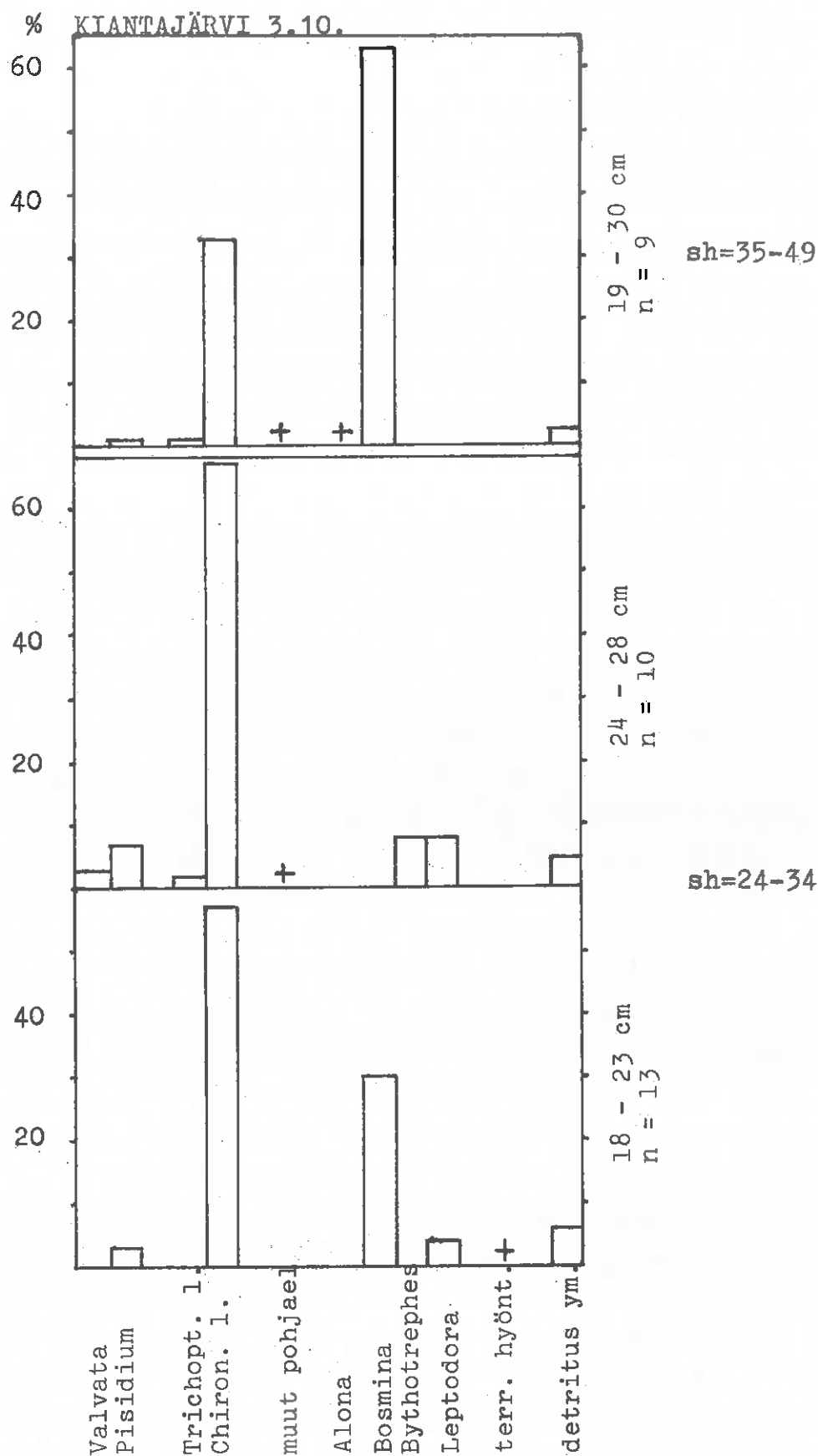
Kuva 12. Siian ravinnon koostumus pituusluokittain Kiantajärvessä kesäkuun lopussa.



Kuva 13. Siian ravinnon koostumus pituusluokittain Kiantajärvessä elokuun lopussa.



Kuva 14. Siian ravinnon koostumus pituusluokittain Kiantajärven syyskuun alussa.



Kuva 15. Siian ravinnon koostumus pituusluokittain Kiantajärvessä lokakuun alussa.

6. Tulosten tarkastelua

6.1 Menetelmien vertailua

HYNESin (1950) mukaan kalan ravinnon analysoimisessa käytetty menetelmä ei vaikuta olennaisesti tuloksiin edellyttäen, että tutkittu aineisto on riittävän suuri. Tämä koskee etenkin ravintokohteiden tärkeysjärjestystä.

Tyydyttävimmäksi osoittautui HYNESin mukaan pistemenetelmä, jolla päästään huomattavasti nopeammin samaan tulokseen kuin tilavuuden tai painon mittauksella. Ilmeisin menetelmän haitta on subjektiivisuus, jonka aiheuttama virhe lienee kuitenkin vähäinen suurilla aineistoja käsiteltäessä. Toiseksi saatuja tuloksia ei voida vertailla kalan habitaatissa esiintyvien ravintoeläinten lukumääriin (HYNES 1950).

Menetelmien vertailua varten on taulukoissa 2-4 esitetty siian tärkeimmät ravintokohteet Änätti- ja Kiantajärvässä piste-, esiintymis- ja dominanssimenetelmän mukaan. Etenkin piste- ja dominanssimenetelmän antamat tulokset ovat yleensä varsin samanlaiset. Esiintymisfrekvenssi antaa kuitenkin joissakin tapauksissa tästä poikkeavan kuvan ravintokohteiden tärkeysjärjestyksestä. Esiintymismenetelmä korostaa sellaisten pienten ravintokohteiden osuutta, jotka esiintyvät useiden kalojen mahoissa, mutta vain harvalukuisina (vrt. VILJANEN 1972). Tällaisia ravintokohteita ovat esim. surviaissääskien (Chironomidae) toukat ja kotelot, vesikirput (Cladocera), vesipunkit (Hydracarina), polttiaistoukat (Ceratopogonidae) sekä toisinaan detritus.

Koska esiintymismenetelmällä ei ravintokohteen koko tai lukumäärä tule millään tavoin esille, on ymmärrettävää, että se saattaa antaa varsin harhaanjohtavan kuvan, jos sitä käytetään ilmaisemaan ravinnon prosenttista koostumusta kuten esim. HYNES (1950) on menetellyt. Myös dominanssimenetelmällä voidaan pyrkiä esittämään ravinnon prosenttinen koostumus siten, että dominanssiarvot lasketaan yhteen ja tästä summasta määrätään kunkin ravintokohteen prosenttinen osuus. Tällöin jäävät kuitenkin kokonaan huomioon ottamatta useat vähemmän tärkeät ravintokohteet (HYNES 1950). Menetelmä korostaa lisäksi suurien ravintoorganismien tärkeyttä, vaikka ne esiintyisivät vain satunnaisesti.

Pistemenetelmä on ilmeisesti useissa tapauksissa yksinäänkin riittävä kalojen käyttämää ravintoa tutkittaessa. Esiintymisfrekvenssi täydentää kuitenkin kalan ruokailutottumuksista saatavaa kuvaa. Dominanssimenetelmä tuo puolestaan selvästi esille sellaiset ravintokohteet, jotka ovat erityisesti kalojen suosiossa tai parhaiten niiden saatavissa. Yksinään käytettynä esiintymis- ja dominanssimenetelmä antavat sen si-

Taulukko 2. Siian tärkeimmät ravintokohteet Änättijärvessä eri menetelmien mukaan.

Aika	Piste- menetelmä	%	Esiintymis- frekvenssi	%	Dominanssi- menetelmä	%
6.-13.4.	kalan mäti	61,6	kalan mäti	99,0	kalan mäti	86,9
	Copepoda	21,1	Copepoda	97,0	Copepoda	9,5
4.- 15.5.	kalan mäti	37,6	Copepoda	95,8	kalan mäti	33,3
	Copepoda	32,1	kalan mäti	87,5	Copepoda	25,0
6.- 15.6.	kalan mäti	51,9	kalan mäti	87,5	kalan mäti	75,0
	Mollusca	25,5	Mollusca	87,5	Cladocera	25,0
			Chironomidae l.	50,0		
16.- 30.6.	Mollusca	28,6	Mollusca	49,1	Copepoda	49,0
	Copepoda	22,6	detritus ym.	40,4	Mollusca	26,5
1.- 30.7.	Cladocera	21,8	Cladocera	52,0	Ephemeroptera n.	23,3
	Ephemero- ptera n.	19,3	Ephemero- ptera n.	35,3	Cladocera	23,3
			Chironomidae l.	35,3	Copepoda	16,3
10.- 15.8.	Mollusca	46,9	Mollusca	58,3	Mollusca	44,4
	terrestriset hyönteiset	24,1	Ephemero- ptera	41,7	terrestriset hyönteiset	22,2
25.- 31.8.	Copepoda	73,4	Copepoda	93,5	Copepoda	79,6
	detritus ym.	12,8	Cladocera	83,9	detritus ym.	8,2
1.9.	Copepoda	68,6	Cladocera	100,0	Copepoda	100,0
	detritus ym.	17,1	Copepoda	100,0		
29.9.	Mollusca	65,6	Mollusca	54,5	Mollusca	66,7
	terrestriset hyönteiset	16,8	Cladocera	45,5	terrestriset hyönteiset	22,2

Taulukko 3. Siian tärkeimmät ravintokohteet Kiantajärvässä eri menetelmien mukaan. Siivilähampaiden lukumäärä 24 - 34.

Aika	Piste- menetelmä	%	Esiintymis- frekvenssi	%	Dominanssi- menetelmä	%
1.- 15.6.	kalan mäti	32,7	Chironomidae l.	68,4	kalan mäti	36,1
	Chironomidae p.	26,1	Chironomidae p.	65,8	Chironomidae p.	22,2
25.- 26.6.	Cladocera	65,0	Cladocera	88,2	Cladocera	72,7
	terrestriset hyönteiset	29,3	Chironomidae p.	35,3	terrestriset hyönteiset	27,2
15.7.	Cladocera	99,2	Cladocera	87,5	Cladocera	100,0
	detritus ym.	0,8	Chironomidae p.	25,0		
22.- 30.8.	Cladocera	90,3	Cladocera	100,0	Cladocera	94,7
	terrestriset hyönteiset	7,0	Chironomidae p.	54,5	terrestriset hyönteiset	10,5
1.- 15.9.	Cladocera	40,0	Chironomidae l.	80,0	Cladocera	40,0
	Chironomidae l.	22,6	Cladocera	65,0	Chironomidae l.	20,0
3.10.	Chironomidae l.	61,4	Chironomidae l.	87,0	Chironomidae l.	63,6
	Cladocera	26,3	Mollusca	47,8	Cladocera	36,4

Taulukko 4. Siian tärkeimmät ravintokohteet Kiantajärvessä eri menetelmien mukaan. Siivilähampaiden lukumäärä 35-49.

Aika	Piste- menetelmä	%	Esiintymis- frekvenssi	%	Dominanssi- menetelmä	%
1. - 15.6.	Cladocera	28,3	Chironomidae p.	80,8	Chironomidae p.	33,3
	terrestriset hyönteiset	24,4	Cladocera	42,3	Cladocera	25,0
25. - 26.6.	Cladocera	48,6	Cladocera	100,0	terrestriset hyönteiset	46,2
	terrestriset hyönteiset	37,0	terrestriset hyönteiset	43,8	Cladocera	38,5
15.7.	Cladocera	72,7	Cladocera	60,0	Cladocera	75,0
	Copepoda	25,5	Copepoda	40,0	Copepoda	50,0
22. - 30.8.	Cladocera	88,2	Cladocera	90,0	Cladocera	100,0
	terrestriset hyönteiset	4,4	Chironomidae p.	50,0		
1. - 15.9.	Cladocera	41,5	Cladocera	100,0	Cladocera	75,0
	Copepoda	27,7	terrestriset hyönteiset	40,0	Copepoda	25,0
	terrestriset hyönteiset	27,7	detritus ym.	40,0	terrestriset hyönteiset	25,0
3.10.	Cladocera	62,5	Cladocera	88,9	Cladocera	71,4
	Chironomidae l.	32,5	Chironomidae l.	33,3	Chironomidae l.	28,6

jaan virheellisen tuloksen etenkin aineiston ollessa pieni. Piste-
menetelmän ohella käytettäväksi ne soveltuvat sen sijaan erittäin
hyvin (vrt. VILJANEN 1972).

6.2 Lajikysymys

Sotkamon reitin järvissä, joihin Änättijärvi kuuluu, tavataan kahden-
tyyppisiä siikoja, joista toisen siivilähammaslukumäärä on keskimäärin
44 - 45 ja toisen noin 50. Vuonna 1974 Änättijärvestä saatu aineisto
on todennäköisesti kokonaisuudessaan ensin mainittua järvisiikaa,
Coregonus oxyrhynchus L. Viimeisten tietojen mukaan näyttää imeiseltä,
että Änättijärvestä esiintyy myös tiheäsiivilähampaista lajia, plankton-
siikaa (Coregonus muksun Gmelin). Tämä laji on kuitenkin harvalukuinen
ja kutuaikoja lukuunottamatta vaikeasti pyydetävissä, mistä syystä
sitä ei tässä aineistossa ollut mukana (K.SALOJÄRVI, suullinen tiedon-
anto).

Kiantajärvestä on tilanne huomattavasti monimutkaisempi. Järvessä on
ilmeisesti alunperin ollut kahta siikalajia, järvi- ja planktonsiikaa,
kuten Sotkamon reitilläkin. Istutusten tuloksena on syntynyt lisäksi
vaellussiikakanta (C. lavaretus L.), joka on risteytynyt kummankin alku-
peräisen lajin kanssa. Kiantajärvestä tavataan siis nykyään hybridi-
muodot mukaanluettuina viittä erilaista siikaa (K.SALOJÄRVI, suullinen
tiedonanto). Vaellussiikaa istutetaan Kiantajärveen edelleenkin velvoi-
tehoitotoimenpiteenä. Muiden siikalajien istutukset ovat olleet niin
vähäisiä, että niillä ei ole merkitystä. Myös tämän tutkimuksen aineis-
tosta on suurin osa harvasiivilähampaista vaellussiikaa. Muiden tyyppien
osuuksia ei siivilähammasjakautuman perusteella voida arvioida. Plank-
tonsiikaa ei kuitenkaan tässä aineistossa ilmeisesti juuri esiintynyt.

6.3 Ravinnon saatavuus ja valinta

6.3.1 Yleistä

IVLEVIN (1961) mukaan kalan ravinnonvalintaan vaikuttaa lähinnä kak-
si tekijää: kalan periytyvä taipumus suosia määrättyjä kohteita sekä
eri ravintotyyppien saatavuus, joka riippuu esim. niiden kyvystä kät-
keytyä tai paeta. Myös saaliin koko aiheuttaa rajoituksia. Pohjaeläi-
miä käyttävät kalat suosivat IVLEVIN mukaan määrätynkokoista ravintoa
ja karttavat tästä kumpaankin suuntaan poikkeavia kohteita yhtä paljon.
Planktoninsyöjät, etenkin passiiviset filtraajat, käyttävät filtraus-
laitteeseensa parhaiten sopivaa ravintoa. Ravintokohteella täytyy siis
olla määrätty minimikoko, mutta tästä ylöspäin saattaa ravintoeläinten

koko vaihdella suurestikin.

Siian ruokavaliassa tapahtuvaan voimakkaaseen vaihteluun on usein todettu olevan pääasiallisena syynä ravintoeläinten runsauden vaihtelut. Tämän perusteella on esitetty, että ravinnon koostumus määräytyisi eri ravintoeläinten runsauden ja saatavuuden mukaan ilman kalan suorittamaa aktiivista valintaa (HART 1931, McHUGH 1940, QADRI 1961, WATSON 1963, HARAM ja JONES 1971). Kysymyksessä ovat kuitenkin ilmeisesti ainoastaan muutokset ravintokohteiden suosituimmuusjärjestyksessä, jossa ympäristötekijät saattavat aiheuttaa jyrkkiä vaihteluja (IVLEV 1961). Tällainen tekijä voi olla esim. jonkin ravintoeläimen massaesiintyminen.

Kalojen suosimien ravintokohteiden selville saamiseksi on yleensä tapana laskea ns. valintaindeksi eli "forage ratio" (WINDELL 1971). Lähtökohtana käytetään ravintoeläinten lukumääriä kalan mahassa ja sen elinympäristössä (HYNES 1950). Änätti- ja Kiantajärven pohjaeläimistöistä on käytettävissä GRANBERGIN ja HAKKARIN (1980) esittämät tutkimustulokset, joissa eri pohjaeläinryhmien osuudet on ilmaistu prosentteina kokonaisbiomassasta ja lisäksi on laskettu frekvenssi, joka ilmaisee, kuinka suuressa osassa näytteitä kukin taksoni on esiintynyt. Minkäänlaista suoraa vertailua siian ravintotulosten kanssa ei siis voida suorittaa, mutta joitakin päätelmiä voitaneen silti tehdä pohjaeläintietojen perusteella.

Järvien eläinplanktonista on olemassa ainoastaan joitakin tuloksia vuodelta 1975.

6.3.2 Pohjaravinto

Harvasukamadot puuttuivat täysin siikojen ravinnosta kummassakin järvessä. Pohjafaunassa ne olivat kuitenkin toiseksi tärkein ryhmä niin biomassan kuin frekvenssinkin puolesta. Heikko saatavuus lienee tässä todennäköisin selitys, koska pohjasedimentin sisään kaivautuvat eläimet ovat yleensä kaloille vaikeasti saatavaa ravintoa (GRIMÅS 1963). VILJANEN (1972) on puolestaan esittänyt, että harvasukamadot pehmeäruumiisina eläiminä sulaisivat kalan mahassa paljon muita nopeammin eivätkä tästä syystä tulisi näkyviin ravintoa analysoitaessa. Tässä tapauksessa olisi kuitenkin luultavasti jonkinlaisia jätteitä harvasukamadoista löydettävissä parhaiten säilyneissä mahoissa. Myös useissa muissa tutkimuksissa on todettu harvasukamatojen puuttuvan kokonaan tai esiintyvän erittäin harvoin siian tai muiden kalojen ravinnossa huolimatta niiden suuresta osuudesta pohjafaunassa (NILSSON 1955, GRIMÅS ja NILSSON 1965, RECKAHN 1970, HARAM ja JONES 1971).

Pohjaeläintuloksiin verrattuna huomattavan suuri osuus Änättijärven

siikojen ravinnossa oli ryhmillä Pelecypoda (simpukat, pääasiallisesti Pisidium), Ephemeroptera (päiväkorennon toukat) ja Trichoptera (vesiperhostoukat) sekä Gastropoda (kotilot). Nämä ryhmät esiintyivät myös yleisesti dominantteina hyvinkin korkein arvoin, minkä voidaan samoin katsoa osoittavan, että ko. ravintoeläimet ovat kalojen helposti pyydettävissä. Kiantajärvässä taas oli näiden ryhmien osuus sekä pohjafaunassa että siian ravinnossa erittäin vähäinen. Tällaiset pohjasedimentin pinnalla elävät eläimet ovat kuitenkin yleensä paremmin kalojen saatavissa kuin kaivautuvat lajit (GRIMÄS 1963). Suuret hyönteistoukat ja nilviäiset ovat siksi usein tärkeä osa siian ravinnosta (HART 1931, McHUGH 1940, QADRI 1961, WATSON 1963).

Kummankin järven pohjafaunasta oli vuonna 1974 suurin osa surviaissääskien toukkia. Änättijärvässä oli niiden osuus kuitenkin samoihin aikoihinkin pyydettyjen siikojen mahoissa erittäin vähäinen muihin pohjaeläimiin verrattuna. Kiantajärvässä oli niiden käyttö koko kesän ajan vähäistä, mutta syksyllä ne olivat sitä vastoin tärkeä ravintokohde. Surviaissääskien toukat ovat GRIMÄSin (1961) ja NILSSONin (1961) mukaan kalojen vaikeasti tavoitettavissa. Tämä koskee ainakin sedimentin sisällä eläviä lajeja. NILSSONin (1955) mukaan surviaissääskien toukat olivat tärkeitä taimenen talviravinnossa, jolloin muuta ravintoa oli niukasti, mutta kuitenkin suhteessa niiden yleisyyteen järvässä heikosti saatavissa. Satunnaisena, erittäin pienin määrin esiintyvänä ravintona ne olivat sen sijaan yleisiä kaikkina vuodenaikoina. Esim. McHUGH (1940), QADRI (1961) ja WATSON (1963) ovat kuitenkin todenneet surviaissääskien toukkien olevan merkittävä komponentti eräiden amerikkalaisten siikalajien ravinnossa.

Änättijärven ja Kiantajärven pohjafaunan koostumus oli vuonna 1974 GRANBERGIN ja HAKKARIN (1980) saamien tulosten mukaan varsin samankaltainen. Tästä syystä tuntuu yllättävältä, että siian ravinto näissä järvässä on suureksi osaksi erilaista. Tässä yhteydessä lienee vielä syytä mainita, että vuonna 1973 Änättijärvestä saadut pohjaeläintulokset poikkesivat huomattavasti vuoden 1974 tuloksista siten, että vuonna 1973 oli ryhmien Pelecypoda (simpukat), Ephemeroptera (päiväkorennon toukat), Sialidae (kaislakorennon toukat) ja Gastropoda (kotilot) osuus huomattavasti suurempi ja ryhmän Chironomidae (surviaissääskien toukat) vastaavasti pienempi (ks. taulukko 1). Erot saattavat johtua vuosien välisistä eroista, koska kevät -73 ja -74 olivat hyvin erilaiset, mutta GRANBERGIN ja HAKKARIN (1980) mukaan eroja on saattanut syntyä myös eläinten poimintavaiheessa.

Kalan mäti oli etenkin Änättijärvässä erittäin tärkeä ravintokohde

keväällä, mikä näkyy myös dominanssiarvoista. Useiden tutkijoiden mukaan siialla on erityisesti syksyn ja talven aikana tapana syödä niin oman lajinsa kuin muidenkin kalojen mätiä (LAAKSO 1950, NILSSON 1960, WATSON 1963, TUUNAINEN 1968, BERG 1970, RECKAHN 1970, HARAM ja JONES 1971). On siis syytä olettaa, että mäti on myös Änätti- ja Kiantajärvenvässä tärkeä ravintokohde talvella, vaikka tältä ajalta ei näytteenä ollut.

Detritus, sora ym. ainekset joutuvat HARAMin ja JONESin (1971) mukaan tahattomasti siian ruoansulatuskanavaan sen ruokaillessa pohjalta. Siikojen tarkkailu akvaario-olosuhteissa vahvisti tätä käsitystä. HARAM ja JONES havaitsivat myös detrituksen osuuden vaihtelevan lähes identtisesti Pisidiumin ja Chironomidae-toukkien osuuden kanssa. Ravintoarvoa ei tällä materiaalilla ole, tai ainakin se on hyvin vähäinen.

6.3.3 Pintaravinto

GRANBERGIN ja HAKKARIN (1980) mukaan surviaissääskien poistuminen sedimentistä tapahtuu Änättijärvenvässä suurimmaksi osaksi kesäkuun aikana. Niiden esiintymisen huippu siian ravinnossa oli kesäkuun loppupuolella. Kiantajärvenvässä kuoriutuminen näytti tapahtuvan jo kesäkuun alkupuolella ja lisäksi elokuussa. Elokuun loppupuolella oli Chironomidae-koteloiden esiintyminen siian ravinnossa tosin varsin vähäistä. On mahdollista, että kuoriutumista tapahtui jo elokuun alkupuolella, koska näytteitä ei tältä ajalta ollut. Kiantajärven siiat käyttivät Chironomidae-koteloita kuoriutumisaikoina jonkin verran enemmän kuin Änättijärvenvässä. Verrattuna Chironomidae-toukkien suureen osuuteen pohjafaunassa on käyttöä pidettävä kuitenkin suhteellisen vähäisenä.

NORLININ (1967) mukaan vertailu pohjaeläinmäärien ja pinnalla ajelehtivien hyönteisten biomassan välillä osoittaa, että kalat suosivat terrestrisiä hyönteisiä ravintonaan. Syynä tähän on niiden saatavuus. Näiden hyönteisten runsaus näyttää riippuvan ensisijaisesti hyönteistuotannosta järven välittömässä ympäristössä sekä alueen kyvystä synnyttää ilmavirtoja. Suurin osa ajelehtivista hyönteisistä on peräisin rannoilta eikä ilmasta. Niitä tavataan järven pinnalla jäiden lähdöstä pysyvän lumipeitteen muodostumiseen saakka. NORLININ (1964) kahdessa Pohjois-Ruotsin järvenvässä tutkima pinnan hyönteisfauna koostui suurimmaksi osaksi samoista ryhmistä, jotka olivat tärkeimpiä Änätti- ja Kiantajärven siikojen terrestrisessä ravinnossa. Nämä ryhmät, Diptera (kaksi-siipiset), Hymenoptera (pistiäiset), Hemiptera (nivelkärsäiset) ja Coleoptera (kovakuoriaiset) muodostivat yhteensä 95 % pinnan hyönteisten biomassasta. Mukana olivat myös pinnalla elävät ja kuoriutuvat

lajit.

Änätti- ja Kiantajärvässä terrestristä ravintoa tavattiin siikojen mahoissa koko tutkimuskauden aikana, mutta Änättijärvessä oli pohja-eläinravinto kuitenkin huomattavasti tärkeämmällä sijalla. Kiantajärvessä oli pinnan hyönteisravinnolla sen sijaan suurempi merkitys.

6.3.4 Plankton

Siian eniten käyttämät planktonorganismit näyttävät vaihtelevan huomattavasti eri järvissä. Ruotsin järvissä on kuitenkin todettu Bosmina coregoni - lajin olevan ylivoimaisesti tärkein planktonia syövien siikojen ravintoeläin (NILSSON ja PEJLER 1973). ELSTERin (1944) mukaan Bodenseen siika suosi suurimpia planktoneläimiä asettaen vesikirput etusijalle. Pääravintoeläimet vaihtelivat melko säännöllisesti planktonorganismien runsaudenvaihteluiden mukaan. Suosituimpia ravintoeläimiä olivat Daphnia, Bosmina, Leptodora ja Bythotrephes.

Italialaisessa Lago Maggiore - järvessä, jossa siikojen ravinto koostui pääasiallisesti planktonista, olivat eniten käytettyjä Daphnia ja Bythotrephes. Diaphanosoma - vesikirppua eivät siiat juuri käyttäneet, vaikka sitä oli järvessä suhteellisen runsaasti. Myös hankajalkaisäyriäisiä oli järvessä runsaasti, mutta niitä siiat käyttivät vain talvella, jolloin muuta ravintoa oli heikosti saatavissa. Cyclopidae-heimo oli selvästi suositumpi kuin Diaptomidae, vaikka viimeksi mainittuja oli järvessä enemmän (BERG 1970).

PINAZYANin (1972) mukaan siian suosimia planktoneläimiä olivat Diaptomus ja Daphnia.

Planktoneläinten runsaudenvaihteluista Änätti- ja Kiantajärvessä ei ole tietoja. Änättijärven siikojen ravinnossa olivat kuitenkin hankajalkaisäyriäiset huomattavasti yleisempiä kuin vesikirput. Runsaimmin niitä oli käytetty keväällä ja syksyllä. Useimmiten oli Cyclopidae yleisempi ryhmä kuin Calanoida paitsi syksyllä, jolloin suhde oli päinvastainen.

Kiantajärvessä olivat vesikirput huomattavasti tärkeämpi ravintokohde kuin Änättijärvessä. Siian eniten käyttämät planktonorganismit olivat Bosmina, Bythotrephes ja Holopedium. Daphnia-suvun vesikirppuja ei Kiantajärven siikojen mahoissa esiintynyt juuri lainkaan, vaikka niitä ainakin vuoden 1975 planktonnäytteissä oli suhteellisen runsaasti. Diaphanosoma puuttui siian ravinnosta kokonaan. Samoin kuin Änättijärvessä oli Cyclopidae yleisemmin käytetty hankajalkaisryhmä kuin Calanoida.

Selvin ero planktonnäytteiden antamien tulosten ja siian ravinnon välillä oli Kiantajärvässä Bythotrephes-lajin kohdalla, joka oli erittäin tärkeä ravintokohde, mutta puuttui planktonnäytteistä kokonaan. Vastaavan tilanteen on todennut BERG (1970) siian ja LINDSTRÖM (1955) lohen ravinnossa. LINDSTRÖM tuli siihen tulokseen, että kysymyksessä oli aktiivinen valinta. Myös Kiantajärven siiat näyttivät valikoineen Bythotrephes-äyriäistä, koska useassa tapauksessa se täytti ainoana ravintokohteena koko mahan. Sama koski toisinaan myös lajeja Bosmina ja Holopedium.

Tiettyjen planktonlajien poikkeuksellisen runsaaseen esiintymiseen kalan ravinnossa voi olla syynä myös niiden vertikaalinen jakautuminen tai esiintyminen yhden tai muutaman lajin muodostamina parvina. LINDSTRÖMin (1955) mukaan Bosmina esiintyi keski- ja loppukesällä melko puhtaina parvina matalassa litoraalissa. Alkukesällä parvia ei esiintynyt, joten LINDSTRÖM oletti kalojen tällöin valinneen Bosmina-lajin muun planktonin joukosta. BERGIN (1970) mukaan vain muutamien planktonlajien selvästi dominoivaa asemaa siian ravinnossa ei voida tyydyttävästi selittää muulla tavoin kuin olettamalla, että siika valikoi aktiivisesti tiettyjä lajeja.

6.4 Siivilähammastiheys, ravinto ja kasvu

SVÄRDSONin (1957) mukaan meillä tavattavien siikalajien ekologiset lokerot ovat melko samankaltaiset. Kahden tai useamman lajin eläessä sympatrisesti ne pystyvät kuitenkin kilpailun pakottamina siirtymään ekologisesta lokerosta toiseen, mikä merkitsee sitä, että ne valitsevat osittain toisen ravinnon kuin yksin eläessään (LINDSTRÖM ja NILSSON 1962, NILSSON 1965).

Tässä tilanteessa yleensä ne siiat, joiden siivilähammaslukumäärä on alhaisempi, käyttävät suurikokoisia ravintokohteita, kun taas tiheäsiiviläiset erikoistuvat pienikokoiseen ravintoon. Harvasiiviläiset siiat käyttävät tällöin enimmäkseen litoraalin pohjaeläimiä toisen lajin oleskellessa pelagiaalissa planktonia syöden (SVÄRDSON 1952, 1965).

Kiantajärvässä on vaellussiika se laji, jonka siivilähammaslukumäärä on alhaisin. Tästä syystä sen ravinto sisältää enemmän pohjamuotoja kuin muiden järvässä elävien siikojen ravinto. Änättijärvestä vaellussiika puuttuu, jolloin järvisiika on harvasiivilähampaisin laji ja näin ollen pohjaravinnon syöjä. Tämän perusteella voidaan olettaa Änättijärven planktonsiian ravinnon koostuvan kesän aikana enimmäkseen planktonista ja pinnan hyönteisistä.

Sympatristen siikapopulaatioiden ravinnonvalinnasta on olemassa useita esimerkkejä, jotka osoittavat siivilähampaiden lukumäärän olevan tärkeä tekijä ekologisten lokeroitten muotoutumisessa. Esim. LINDSEYN (1963) Kanadassa tutkimat kaksi sympatrisesti elävää lajia käyttivät selvästi erilaista ravintoa. Coregonus pidschian (Gmelin), pohjasii-ka, jonka siivilähampaiden lukumäärä oli alhaisempi, oli erikoistunut pohjaeläinravintoon. C. clupeaformis Mitchill, joka SVÄRDSONin (1957) mukaan vastaa karisiikka (C. nasus (Pallas)), käytti planktonra-vintoa.

Locknesjön-nimisessä järvessä Pohjois-Ruotsissa käyttivät pohjasii-ka (C. pidschian) ja karisiika (C. nasus) pääasiallisesti pohjaeläimiä. Terrestriset hyönteiset ja plankton muodostivat vain pienen osan ravin-nosta. Järvisii-ka (C. oxyrhynchus) käytti taas enimmäkseen planktonia, mutta keväällä ja kesällä myös pohjaeläimiä. Järvessä tavattiin myös hybridejä, joiden siivilähampaslukumäärä oli keskimäärin 30,1. Näiden ravinto koostui sekä planktonäyriäisistä että erilaisista pohjaeläimistä (HOLMBERG 1975).

Poikkeuksetkaan eivät ole harvinaisia. Esim. SVÄRDSONin (1950) selos-tamassa siirtoistutuskokeessa todettiin kummankin samaan järveen siirre-tystä lajista käyttäneen enimmäkseen pohjaravintoa. Näiden lajien kes-kimääräiset siivilähampaslukumäärät olivat n. 19 ja n. 35. Planktonia tavattiin ainoastaan joistakin sen lajin yksilöistä, jonka siivilähäm-paiden lukumäärä oli alhaisempi. KLEWER (1970) tutki 7 kanadalaisesta järvestä peräisin olevien Coregonus clupeaformis-populaatioiden siivi-lähämmästäiheyden, -pituuden ja ravinnon välisiä suhteita. Vastoin odotuksia oli siivilähampaslukumäärän ja pohjaravinnon osuuden välillä positiivinen korrelaatio.

Lago Maggiore-järvessä Pohjois-Italiassa, jossa istutuksen tuloksena eli kaksi siikalajia sympatrisesti, käytti kumpikin laji suurimmaksi osaksi plankton-ravintoa. Syynä tähän oli se, että lämpötila litoraalin alueella oli kesän aikana siioille liian korkea, joten kumpikaan laji ei voinut eri-koistua litoraalin pohjaeläimiin. Tästä aiheutunut ravintokilpailu johti toisen lajin kannan heikentymiseen (BERG 1970).

Erot sympatrisesti elävien siikalajien ravinnossa vaihtelevat usein ajallisesti. Kiantajärvessä olivat erot suurimmillaan alkukesällä ja syksyllä, kun taas keskikesällä plankton oli kaikille siioille tärkein ravintokohde. NILSSONin (1960, 1965) mukaan ravinnossa esiintyy eniten yhtenevyyttä silloin, kun ravinnonsaanti on runsasta, esim. hyönteisten kuoriutumisaikoina. Ravinnon käydessä niukaksi syksyä kohti kilpailun paine lisääntyy ja johtaa yhä suurempaan erikoistumiseen.

Kalan iän ja koon on myös todettu vaikuttavan merkittävästi ravinnon koostumukseen ja lajien välisten erojen syntymiseen. Ravinnon valintamekanismi, joka on perustana ekologisten lokeroitten syntymiselle, ei ole nuorilla siioilla vielä täysin kehittynyt (NILSSON 1958). Tästä syystä samalla alueella liikkuvat siianpoikaset käyttävät samaa ravintoa lajista riippumatta (LINDSTRÖM 1962).

Kirjallisuustietojen mukaan siianpoikaset syövät aluksi pienikokoista eläinplanktonia (SVÄRDSON 1951, LINDSTRÖM 1962, RECKAHN 1970). Jo varhain ne kykenevät pyydystämään myös 2 - 3 mm:n pituisia eläimiä kuten kaksisiipisten koteloita ja aikuisia sekä muita hyönteisiä. Rataseläimet ja hankajalkaisten nauplius-asteet jäävät pois ravinnosta ensimmäisen vuoden aikana (LINDSTRÖM 1962). Tutkimuskohteena olivat lajien C. pidschian (pohjasiika), C. lavaretus (vaellussiika) ja C. muksun (planktonsiika) nuoret yksilöt. RECKAHNin (1970) mukaan nuoret Coregonus clupeaformis - yksilöt alkoivat jo heinäkuussa käyttää pääasiallisesti pohjaravintoa kuten kaksisiipisten toukkia ja kalan mätiä. Syksyllä ravintoon sisältyi myös muita pohjaeläimiä, mm. simpukoita ja kotiloita.

Kalan kasvaessa se siirtyy yhä suurikokoisempiin ravintokohteisiin. Esim. WATSONin (1963) mukaan pienimpien Coregonus clupeaformis - yksilöiden mahat sisälsivät yleisimmin sulkasääskien (Chaoborus) ja surviaissääskien toukkia, vesikirppuja ja vesipunkkeja. Päiväkorenon toukkia, muita suuria hyönteisiä ja kotiloita sisältäneiden mahojen frekvenssi nousi kalojen koon kasvaessa. Hyalella-katkaa (Amphipoda) söivät eniten keskikokoiset kalat.

NILSSON (1958) vertaili pohjasiian (C. pidschian) ja planktonsiian (C. muksun) ravintoa erikokoisilla kaloilla Vojmsjönissä. Bosmina-vesikirppua käyttivät pääasiallisesti pienimmät alle 15 cm:n pituiset yksilöt. Vesiperhostoukkien ja terrestriesten hyönteisten osuus oli suurimmillaan ylimpään pituusluokkaan kuuluvilla yksilöillä, surviaissääskitoukkien taas keskikokoisilla. Taipumus suosia planktonia oli kuitenkin planktonsiialla huomattavasti selvempi. Esim. alle 15 cm:n pituisista planktonsiikayksilöistä oli 82 % syönyt Bosmina-vesikirppua, mutta vain 47 % samanpituisista pohjasiikayksilöistä. Vastaavat erot olivat havaittavissa myös muissa kokoluokissa.

Kiantajärvestä saadut tulokset ovat varsin samankaltaisia. Pienimmillä tässä aineistossa esiintyneillä yksilöillä ei siivilähammastiheys näyttänyt vaikuttavan millään tavoin ravintoon. Mitä kookkaampi kala, sitä suurempia kohteita se valitsi saatavilla olevasta ravinnosta. Kuitenkin suurikokoisimmatkin tiheäsiivilähampaaiset siiat suosivat selväs-

ti pienikokoisempaa ravintoa kuin harvasiiviläiset. Ilmeisesti kalan koolla ei ollut tiheäsiivilähampaisilla siioilla yhtä suurta vaikutusta ravinnon laatuun kuin harvasiivilähampaisilla. Koska kuitenkin terrestrinen ravinto koostuu usein melko kookkaista eläimistä, on todennäköistä, että sen merkitys ravintokohteena kasvaa kalan koon lisääntyessä.

Ravinnon laatu vaikuttaa puolestaan merkittävästi kalan kasvuun. SVÄRDSONin (1949) mukaan siian ravinto on tärkein sen kasvua säätelevä tekijä. Kala kasvaa sitä nopeammin, mitä suurikokoisempia ravintokohteita se käyttää. Käytännössä tämä merkitsee yleensä sitä, että kasvu on sitä parempi, mitä enemmän pohjaeläimiä kalan ravinto sisältää (SVÄRDSON 1952, 1965, KLIEVER 1970).

Näin ollen saattaa pienikokoinen planktonia syövä siikalaji kasvaa toisessa järvessä optimikokoista ravintoa käyttäessään huomattavasti kookkaammaksi (SVÄRDSON 1950, NILSSON 1958). Esim. Voijmsjönissä Pohjois-Ruotsissa todettiin pohjasiiian (C. pidschian) käyttävän pohjaravintoa ja planktonsiian (C. muksun) elävän suurimmaksi osaksi planktonravinnolla sekä jonkin verran hyönteisillä. Lähellä sijaitsevassa Uddjaur-Storavan-järvessä eli edellisten lajien ohella planktonia syövä vaellussiika (C. lavaretus). Planktonsiian ravinto koostui tässä järvessä pääasiallisesti siivellisistä hyönteisistä. Pohjasiiika kasvoi kummassakin järvessä hyvin, mutta planktonsiika kasvoi Voijmsjönissä heikosti. Uddjaur-Storavanissa se oli sen sijaan erittäin nopeakasvuinen, kun taas planktonia syövä vaellussiika oli tässä järvessä kääpiökasvuinen (NILSSON 1960, LINDSTRÖM ja NILSSON 1962).

Myös aiemmin mainitussa Locknesjön-järvessä oli planktonia syövä järvisiika (C. oxyrhynchus) kääpiökasvuinen (HOLMBERG 1975).

Siian ruokavalio ei siis ole riippuvainen yksinomaan siivilähampaiden lukumäärästä, vaan se muotoutuu kussakin tapauksessa ympäristöolosuhteiden ja ravintokilpailun vaikutusten tuloksena. Kalan koko, ravinto ja kasvu ovat myös riippuvuussuhteessa keskenään. NILSSON (1958) on ilmaissut asian seuraavasti: Kalan koko ratkaisee osaksi ravinnon valinnan, mutta eri siikalajeilla on taipumus suosia eri ravintokohteita (vrt. IVLEV 1961). Nämä erot tulevat parhaiten näkyviin lajien kilpaillessa keskenään. Sympatristen lajien käyttäessä erikokoista ravintoa syntyy niiden välille kasvueroja, jotka taas puolestaan edistävät lajien eriytymistä omiin ekologisiin lokeroihinsa.

6.5 Säännöstelyn vaikutuksista siian ravintoon Kiantajärvässä

Säännösteltyjen järvien pohjaeläimistöä Oulujoen vesistöalueella ovat tutkineet GRANBERG ja HAKKARI (1980) ja JUOLA (1975).

Vuokkijärvässä, jonka säännöstelyamplitudi on 6 m, todettiin pohja-faunan köyhtyneen lähinnä ryhmien Ephemeroptera (päiväkorennon toukat), Sialis (kaislakorennon toukat), Trichoptera (vesiperhostoukat) ja Gastropoda (kotilot) osalta. Pohjaeläinbiomassa oli säännöstelyvyöhykkeessä 1 - 5 m:n syvyydessä merkitsevästi pienempi kuin vertailukohteena käytetyssä Änättijärvässä. Säännöstelyvyöhykkeen alapuolella 7 m:n syvyydessä oli biomassa suurempi kuin Änättijärvässä. Tärkeimmät pohjaeläinryhmät Vuokkijärvässä olivat surviaissääskien toukat ja harvasukamadot (GRANBERG ja HAKKARI 1980).

Oulujärvässä, etenkin sen puhtaimmassa osassa, todettiin samojen ryhmien vähentyneen kuin Vuokkijärvässä (GRANBERG ja HAKKARI 1980).

Ontojärvässä ja Kiantojärvässä, joiden säännöstelyamplitudit olivat 4,4 m ja 2,3 m, oli säännöstely JUOLAn (1975) mukaan aiheuttanut suurten hyönteistoukkien, äyriäisten ja juotikkaiden vähenemistä kovapohjaisilla rannoilla. Pehmeäpohjaisilla kasvillisuusrannoilla ei sen sijaan todettu yhtä selviä muutoksia. Pohjaeläinbiomassa oli näissä järvissä pienempi kuin luonnontilaisissa vertailujärvissä.

GRANBERG ja HAKKARI (1980) eivät todenneet säännöstelyn aiheuttamia muutoksia Iso-Pyhännän ja Kiantajärven pohjaeläimistössä luonnontilaiseen Lentuaan verrattaessa. Aineisto oli näiden järvien osalta erittäin suppea.

Kiantajärven siikojen ravinnosta puuttuivat kuitenkin lähes täysin eräät pohjaeläimet, jotka Änättijärvässä olivat erittäin tärkeällä sijalla (kuva 9, vasemmanpuoleiset pylväät). Nämä ryhmät ovat päivä-korennon (Ephemeroptera) ja vesiperhosen (Trichoptera) toukat sekä nilviäiset etenkin kotilot (Gastropoda). Kaislakorennon toukkia (Sialis) ei juuri esiintynyt Änättijärvässä. Vesisiiraa (Asellus) taas tavattiin ainoastaan Kiantajärvässä.

Toinen huomattava ero on se, että surviaissääskien toukat (Chironomidae) muodostivat valtaosan Kiantajärven siikojen pohjaeläinravinnosta, vaikka niiden osuus oli Änättijärvässä lähes mitätön (kuva 9, oikeanpuoleiset pylväät).

Erot vastaavat suureksi osaksi Ruotsin säännösteltyjen järvien pohja-faunassa todettuja muutoksia. Selityksenä ei voi olla Änättijärven siikojen erilainen siivilähammas- tai pituusjakauma. Siivilähammaslukumäärät olivat Änättijärvässä keskimäärin korkeammat kuin Kiantajärvässä (vrt. kohta 6.1). Kuten pituusjakautumasta nähdään (kuva 6 s. 22).

oli siikojen pituus taas keskimäärin pienempi kuin Kiantajärvässä. Tämän perusteella olisi siis odotettavissa, että kookkaiden pohjaeläinten osuus olisi Änättijärven siikojen ravinnossa pienempi kuin Kiantajärvässä ja planktonin osuus vastaavasti suurempi.

Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten valossa on näin ollen ilmeistä, että säännöstely on aiheuttanut Kiantajärvässä eräiden siian ravintoeläinten (Ephemeroptera- ja Trichoptera-toukat, Mollusca) kantojen taantumisen, minkä seurauksena ne ovat kadonneet lähes kokonaan siikojen ravinnosta. Kesäaikana ovat kalat siirtyneet lähes käyttämään näiden sijasta eläinplanktonia. Planktonravinnon ollessa vähissä kasvaa terrestristen hyänteisten ja surviaissääskitoukkien osuus ruokavaliossa. Eri siikalajien välisen ravintokilpailun huomioonottaen on kuitenkin todennäköistä, että tiheäsiivilähampaaiset siiat ovat jo ennen säännöstelyä käyttäneet pääasiallisesti plankton- ja pintaravintoa. Ajoittain on niidenkin ravintoon saattanut silti kuulua edellä mainittuja pohjaeläimiä.

Vastaavia tuloksia on saatu Vojmsjön-järvestä Pohjois-Ruotsissa. Tässä järvässä elävät pohjasiika (C. pidschian) ja planktonsiika (C. muksun). Säännöstely aiheutti kotiloiden Planorbis ja Valvata sekä päivänkorennon, koskikorennon ja kaislakorennon toukkien katoamisen pohjasiian ravinnosta. Näiden sijaan tulivat surviaissääskien toukat vallitseviksi. Pohjasiika käytti myös entistä enemmän terrestrisiä hyönteisiä (NILSSON 1958, LINDSTRÖM ja NILSSON 1962, BERGSTRAND 1968). Planktonsiian ruokavalioon kuului pääasiallisesti planktonia, mutta myös terrestrisiä hyönteisiä. Pintaravinto oli tälle lajille kuitenkin jo ennen säännöstelyä tärkeämpi ravintokohde kuin pohjaeläimet (BERGSTRAND 1968).

Änätti- ja Kiantajärven siikojen ravinnossa ei tavattu lainkaan Eurycercus-äyriäistä, jonka on todettu usein olevan tärkeä kalojen ravintoeläin säännöstellyissä järvissä (esim. NILSSON 1961, 1964). Alona-äyriäistä olivat siiat käyttäneet Kiantajärvässä jonkin verran enemmän kuin Änättijärvässä, mutta paljon suurempi merkitys oli kuitenkin varsinaisilla planktonäyriäisillä.

Chironomini-ryhmän karsiutumista Chironomidae-lajistosta (GRIMAS 1961, 1962) ei ainakaan Kiantajärven siikojen ravinnossa voitu havaita (vrt. JUOLA 1975).

6.6 Säännöstelyn vaikutus ravintokilpailuun ja kasvuun

Useissa säännöstellyissä järvissä on todettu kalojen kasvun heikentyneen positiivisen patoamisvaikutuksen mentyä ohi ja jääneen luonnon-

tilaista heikommaksi (esim. RUNNSTRÖN 1951, 1955, 1964, NILSSON 1961). Syynä tähän on pohjaravinnon väheneminen ja planktonin osuuden lisääntyminen ruokavaliossa. Helposti pyydettävät pohjaeläimet korvautuvat vaikeasti saatavilla. Ravintoeläinlajiston harventuessa joutuvat entistä useammat kalalajit kilpailemaan samoista ravintokohteista.

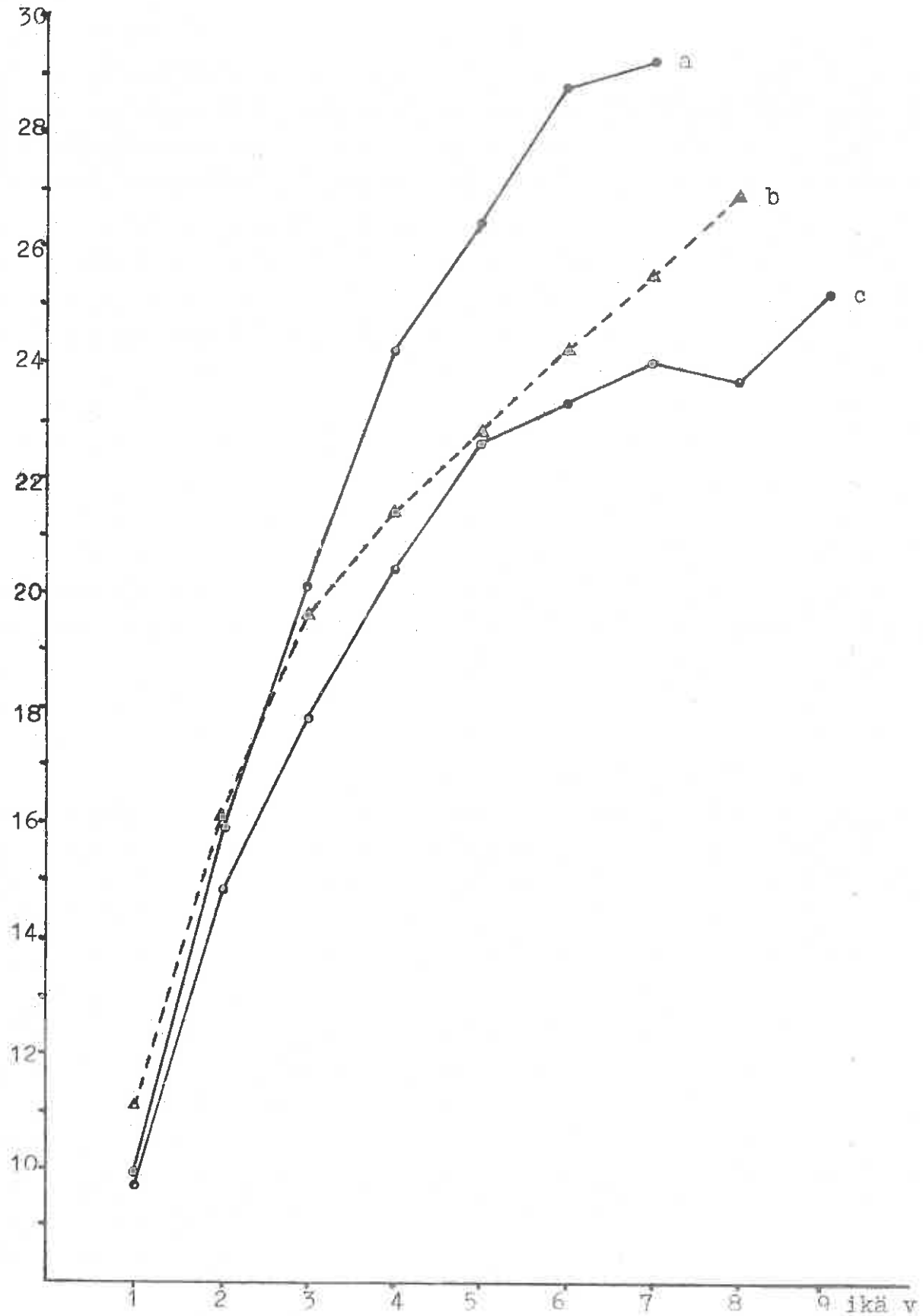
Kiantajärvestä on tutkittu muikun, ahvenen ja särjen ravintoa vuosina 1973 ja 1975. Nämä lajit käyttivät kuten siiatkin pääasiallisesti vesikirppuja ja hankajalkaisäyriäisiä. Muikku suosi pienikokoista planktonia, ahven litoraalissa elävää Alona-vesikirppua ja särki Bythotrephes-vesikirppua. Ahven käytti myös osaksi pintaravintoa ja Chironomidae-toukkia sekä suurimmat yksilöt kalaravintoa. Siiat kilpailevat siis Kiantajärvestä ravinnosta paitsi keskenään myös ainakin edellä mainittujen kalalajien, etenkin muikun ja särjen kanssa.

Kun otetaan huomioon ravinnon laadun riippuvuus kalan koosta ja siivilähampaiden lukumäärästä, voidaan todeta, että säännöstely vaikuttaa vähiten pienikokoisten siikojen ruokavalioon, koska ne käyttävät luonnontilassakin runsaasti planktonia. Eniten joutuvat ruokailutottumuksiaan muuttamaan harvasiivilähampaiset siiat. Kahden tai useamman siikalajin eläessä sympatrisesti säännöstellyssä järvestä jää ravintokilpailussa näin ollen tappiolle se laji, jonka siivilähammaslukumäärä on alhaisin (vrt. LINDSTRÖM 1967).

Kuvassa 16 on esitetty siikojen kasvu Kianta- ja Änättijärvestä. Määritykset on suorittanut kalastusmestari Tauno Nurmio. Änättijärven järvisiika jää suhteellisen pienikokoiseksi, mikä on tälle lajille ominainen piirre (K.SALOJÄRVI suullinen tiedonanto). Kiantajärven säännöstelyä edeltäneeltä ajalta ei ole kasvutietoja, joten ei voida sanoa, miten siikojen kasvu on muuttunut säännöstelyn seurauksena. Joka tapauksessa tiheäsiivilähampainen siika kasvaa Kiantajärvestä paremmin kuin harvasiiviläinen. Vastaavia tuloksia on saatu myös Ruotsin säännöstellyistä järvistä (LINDSTRÖM 1967). Esim. Storjuktan-järvestä heikkeni harvasiivilähampaisen karisiian (C. nasus) kasvu säännöstelyn seurauksena. Sen sijaan osa pienikokoisesta järvisiikakannasta (O. oxyrhynchus) kasvoi jopa entistä paremmin (LINDSTRÖM 1974). Myös TOIVOSEN (1972) mukaan oli eräiden Inarinjärven siikojen kasvu heikentynyt säännöstelyn aikana.

Säännöstelyn haittojen vähentämiseksi kalojen ravinnonsaannin kannalta voidaan ajatella kahta menettelytapaa: Järveen voidaan istuttaa kalalajeja, jotka sopeutuvat mahdollisimman hyvin säännöstellyn järven olosuhteisiin. Toinen mahdollisuus on korvata heikentyneet pohjaeläinkannat muilla sopivilla ravintoeläimillä.

pituus cm



Kuva 16. Siian kasvu Änätti- ja Kiantajärven.

a: Kiantajärvi, siivilähampaiden lukumäärä 35 - 44

b: Änättijärvi, siivilähampaiden lukumäärä 37 - 57

c: Kiantajärvi, siivilähampaiden lukumäärä 24 - 34

Harvasiivilähampaisen siian istuttaminen säännösteltyyn järveen ei juuri paranna tilannetta, koska se on enemmän riippuvainen pohja-eläinravinnosta kuin tiheäsiiviläiset lajit eikä siksi menesty ravinto-kiilpailussa. Tästä syystä ei vaellussiian istuttaminen Kiantajärveen ole mielekästä, vaan olisi käytettävä tiheäsiiviläisiä muotoja kuten planktonsiikaa. Vaellussiian istuttaminen saattaa olla jopa haitaksi, koska sen risteytyminen tiheäsiiviläisten lajien kanssa aiheuttaa järven siikakannassa siivilähampaslukumäärän alenemista.

Ruotsissa on kokeiltu uusien ravintoeläinten istuttamista säännöstelyihin järviin. Kokeiluihin on käytetty lajia Mysis relicta Lovén sekä eräitä muita reliktiäyriäisiä. Siirtoistutuksia vaikeuttaa se, että Mysis relicta - populaatiot ovat erittäin herkkiä elektrolyyttipitoisuuden muutoksille. Useissa järvissä on kuitenkin saatu aikaan lisääntyvä Mysis-kanta, joka on joissakin tapauksissa lisäksi levinnyt alapuoliseen vesistöön. Lajin Pallasea quadrispinosa Sars siirtoistutus tuotti ai-noastaan yhdessä järvessä positiivisen tuloksen (FURST 1965, 1967, 1968). Suomessa tehdyt Mysis relicta - äyriäisen siirtokokeilut Pulmankijärvestä Inariin eivät onnistuneet (TOIVONEN 1970).

Ruotsin Juveln-järvestä on saatu hyviä tuloksia tutkittaessa uuden Mysis-kannan vaikutusta kalojen ravintoon ja kasvuun. Nieriä oli siirtynyt käyttämään eläinplanktonin sijasta suureksi osaksi Mysis-äyriäistä, josta oli tullut sen tärkein ravintoeläin. Myös taimen, harjus ja made käyttivät runsaasti hyväkseen uutta ravintokohdetta. Kasvun parantuminen todettiin ainakin nieriällä ja taimenella.

Uusien ravintoeläinten siirtoistutuskokeiluja on suoritettu myös Kanadassa, Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa. ZHADINin ja GERDin (1963) mukaan Neuvostoliitossa on havaittu useiden kalalajien, siika mukaan-luettuna, käyttävän tekoaltaisiin kotiutettuja äyriäisiä ravintonaan.

7. Yhteenveto

Tämä tutkimus kuuluu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosastolla suoritettuun Oulujoen vesistön kalatalousselvitykseen. Siian ravintoa tutkittiin luonnontilaisessa Änättijärvessä ja säännöstellyssä Kiantajärvessä. Tarkoituksena oli selvittää järvissä esiintyvien siikojen ravinnon koostumusta ja siihen vaikuttavia tekijöitä sekä vedenkorkeuden säännöstelyn mahdollisesti aiheuttamia muutoksia Kiantajärven siikojen ruokavaliassa.

Änättijärvessä esiintyy nykyisten tietojen mukaan järvisiikaa, Coregonus oxyrhynchus, ja planktonsiikaa, C. muksun. Tämän tutkimuksen aineisto sisälsi kuitenkin ilmeisesti vain järvisiikaa. Siivilähampai

den lukumäärä oli saadussa aineistossa keskimäärin 44,8.

Kiantajärvässä tavataan järvi- ja planktonsiian ohella vaellussiikaa, C. lavaretus, sekä hybridimuotoja. Näiden erottaminen siivilähammasjakautuman peristeella ei ollut mahdollista, joten aineisto jaettiin ainoastaan kahteen osaan siivilähammaslukumäärien perusteella. Ensimmäisessä ryhmässä oli keskimääräinen siivilähammaslukumäärä 30,0 ja toisessa 42,3.

Änättijärvässä oli siian ravinnolle ominaista voimakas kausittainen vaihtelu. Huhtikuusta kesäkuun puoleenväliin oli kalan mäti tärkeä ravintokokohde. Keskikesällä ja syksyllä olivat etusijalla pohjaeläimet, erityisesti nilviäiset (Mollusca) sekä päiväkorenon (Ephemeroptera) ja vesiperhosen (Trichoptera) toukat. Planktonia esiintyi siikojen maissa koko tutkimusajan, mutta ainoastaan elo- ja syyskuun vaihteessa runsain määrin. Tärkeimmät planktonravintoeläimet olivat hankajalkaisäyriäiset (Copepoda) ja Bosmina coregoni obtusirostris. Pintaravintoa kuten terrestrisiä hyönteisiä olivat siiat käyttäneet jonkin verran koko tutkimusajan.

Kiantajärven siikojen ravinnossa oli kausittainen vaihtelu toisenlainen kuin Änättijärvässä. Planktonäyriäiset, etenkin vesikirput (Cladocera), olivat erittäin tärkeällä sijalla kesäkuun loppupuolelta syyskuun puoleenväliin. Eniten esiintyi lajeja Bosmina coregoni obtusirostris, Bythotrephes cederstroemii ja Holopedium gibberum. Pohjaeläimiä taas ei esiintynyt siikojen ravinnossa juuri lainkaan kesän aikana, mutta niiden osuus kasvoi syksyllä. Pohjaeläinravinnosta oli suurin osa surviaissääskien toukkia (Chironomidae). Mollusca ja suuret hyönteistoukat puuttuivat lähes kokonaan. Kalan mätiä sisältyi ravintoon kesäkuun alkupuolella. Terrestristä ravintoa käyttivät Kiantajärven siiat huomattavan runsaasti kesäkuussa ja syyskuussa.

Kalan koon vaikutusta ravinnon laatuun tutkittiin jakamalla osa aineistosta pituusluokkiin. Änättijärvässä käyttivät kookkaimmat siiat eniten pohjaeläimiä, erityisesti suuria lajeja kuten kotilot ja vesiperhostoukat. Pienikokoisten siikojen ravinto sisälsi huomattavasti enemmän planktonia. Pohjaeläimistä ne suosivat pienikokoisia lajeja kuten hernesimpukat (Pisidium) ja pienet hyönteistoukat.

Pituuden vaikutusta Kiantajärven tiheäsiivilähampaisen siian ravintoon ei tarkasteltu vähäisen näytemäärän vuoksi. Harvasiivilähampaisilla siioilla oli pituuden vaikutus periaatteessa samanlainen kuin Änättijärvässä. Pienet siiat suosivat pienikokoisia planktonäyriäisiä ja suuret puolestaan kookkaita lajeja kuten Bythotrephes. Suuret siiat käyttivät myös huomattavasti runsaammin terrestrisiä hyönteisiä. Suurim-

pia pohjaeläimiä tavattiin lähes poikkeuksetta vain kookkaimpien kalojen mahoissa.

Kiantajärven harva- ja tiheäsiivilähampaisten siikojen ravinnossa esiintyi huomattavia eroja alkukesällä ja syksyllä. Pohjaravinto muodosti tällöin suuren osan harvasiivilähampaisten siikojen ravinnosta, kun taas tiheäsiiviläiset suosivat planktonia. Kesäkuun puolestavälisestä elokuun loppuun koostui kummankin ryhmän ravinto suurimmaksi osaksi planktonista. Planktonravinnon koostumuksessa oli kuitenkin eroja. Tiheäsiivilähampaaiset siikat suosivat Bosmina- ja Holopedium-vesikirppuja sekä hankajalkaisäyriäisiä. Harvasiivilähampaaiset käyttivät huomattavasti enemmän Bythotrephes-vesikirppua, varsinkin kookkaat kalat. Pienikokoisimpien yksilöiden välillä ei eroja havaittu, vaan kaikki käyttivät suurimmaksi osaksi pieniä planktonäyriäisiä. Terrestriksen ravinnon osuus oli jonkin verran suurempi tiheäsiivilähampaisten siikojen ravinnossa.

Säännöstely on saatujen tulosten perusteella aiheuttanut muutoksia ainakin Kiantajärven harvasiivilähampaisten siikojen ravinnossa. Pohjaeläinryhmistä päiväkorenon toukat (Ephemeroptera), vesiperhosen toukat (Trichoptera) ja nilviäiset (Mollusca), jotka luonnontilaisessa järvessä ovat erittäin tärkeitä ravintokohteita, ovat kadonneet lähes kokonaan Kiantajärven siikojen ravinnosta. Näiden sijasta ovat harvasiivilähampaaiset siikat siirtyneet käyttämään planktonia, terrestrisiä hyönteisiä ja surviaissääsken toukkia. Tämä on lisännyt ravintokilpailua tiheäsiivilähampaisten muotojen kanssa, joiden voidaan olettaa käyttäneen jo ennen säännöstelyä suureksi osaksi plankton- ja pintaravintoa.

Kiitokset

Esitän parhaat kiitokseni FK Kalervo Salojärvelle, FK Heikki Auviselle ja FK Erkki Ikoselle käyttööni annetusta tutkimusaineistosta sekä työn eri vaiheissa saamistani arvokkaista neuvoista.

Kirjallisuus

- AUVINEN, H. & KLAPURI, K. 1977: Kalatalous. Alustava selvitys 1976. Teoksessa: Oulujoen vesistön vesien käytön kokonaissuunnitelma. II osa. - Vesihallitus. Tiedotus 125: Liite 50 s.
- AXELSON, J. 1961: Zooplankton and impoundment of two lakes in North Sweden (Ransaren and Kultsjön). - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42: 84-168.
- BALL, J.N. 1961: On the food of the brown trout of Llyn Tegid. Proc. Zool. Soc. London 137: 599-622.
- 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. & WOODS, C.S. (ed.): Biology of Coregonid Fishes, 311-346. Univ. Manitoba Press.
- BERGSTRAND, E. 1968: Tillväxtanalys på siken i Vojmsjön före och efter en reglering. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 11: 1-57.
- CHEN, L.-C. 1969: The biology and taxonomy of the burbot, *Lota lota* leptura, in interior Alaska. - Biol. Papers Univ. Alaska 11: 1-53.
- CORBET, P.S. 1961: The food of non-cichlid fishes in the Lake Victoria Basin, with remarks on their evolution and adaptation to lacustrine conditions. - Proc. Zool. Soc. London 136: 1-101.
- DAHL, K. 1926: Undersökningar vid Tunhövdfjorden angående fiskens näringsförhållanden före och efter regleringen. - Svenska Vattenkraftsfören. Publ. 185: 1-19.
- ELSTER, H.-J. 1944: Über das Verhältnis von Produktion, Bestand, Befischung und Ertrag sowie über die Möglichkeiten einer Steigerung der Erträge, untersucht am Beispiel der Blaufelchen-fisherei des Bodensees. - Zeitchr. Fisherei 42: 169-357.
- FROST, W.E. 1943: The natural history of the minnow, *Phoxinus phoxinus*. - J. Animal Ecol. 12: 139-162.
- FURST, M. 1965: Experiments on the transplantation of *Mysis relicta* LOVEN into Swedish lakes. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 79-89.
- 1967: Successful introductions of glacial relicts as argument in a discussion of postglacial history. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 47: 113-117.
- 1968: Försök med överföring av nya näringsdjur till reglerade sjöar III. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 2: 1-37.
- GRAHAM, T.R. & JONES, J.W. 1962: The biology of Llyn Tegid Trout 1960. - Proc. Zool. Soc. London 139: 657 - 683.
- GRANBERG, K. & HAKKARI, L. 1980: Säännöstelyn vaikutuksista eräiden Kainuun järvien limnologiaan. - Vesihallitus. Tiedotus 187: 1-95.
- GRESE, V.N. 1960: The cold resistance and biological productivity of the littoral fauna in water reservoirs, Kama (English summary). - Zool. Zurn. 39: 1761-1773.
- GRIMAS, U. 1961: The bottom fauna of natural and impounded lakes in northern Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42: 183-237.

- GRIMÅS, U. 1962: The effect of increased water level fluctuation upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, northern Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 44: 14-41.
- 1963: Reflections on the availability and utilizations degree of bottom animals as fish food. - Zool. Bidr. Uppsala 35: 497-503.
 - 1964: Studies on the bottom fauna of impounded lakes in southern Norway. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 45: 94-104.
 - 1965: The short-term effect of artificial waterlevel fluctuations upon the littoral fauna of Lake Kultsjön, northern Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 5-21.
- GRIMÅS, U. & NILSSON, N.-A. 1962: Nahrungsfauna und Kanadische See-forelle in Berner Gebirgsseen. - Schweiz. Z. Hydrologie XXIV (1): 49-75.
- GRIMÅS, U. & NILSSON, N.-A. 1965: On the food chain in some North Swedish river reservoirs. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 31-48.
- HARAM, O.J. & JONES, J. 1971: Some observations on the food of the gwyniad *Coregonus clupeoides pennantii* Valenciennes of Llyn Tegid (Lake Bala), North Wales. - J. Fish. Biol. 3: 287-295.
- HART, J.L. 1931: The food of the whitefish *Coregonus clupeaformis* (MITCHILL) in Ontario waters, with a note on the parasites. - Contrib. Canadian Biol. Fish. N. S. 6 (21): 447-454.
- HOLMBERG, A. 1975: Studier av tre sikarters näringsval samt kvalitativ analys av zooplankton i Locknesjön i Jämtland. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 5: 1-29.
- HUITFELDT-KAAS, H. 1935: Der Einfluss der Gewässerregelungen auf den Fischbestand in Binnenseen. 105 pp. Oslo.
- HYNES, H.B.N. 1950: The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. - J. Animal Ecol. 19: 35-58.
- 1961: The effect of water-level fluctuations on littoral fauna. - Verh. Int. Ver. Limnol. 14: 652-656.
- IVLEV, V. S. 1961: Experimental ecology of the feeding of fishes. 302 pp. New Haven.
- JUOLA, M. 1975: Eräiden Kainuun järvien säännöstelystä ja sen aiheuttamista muutoksista litoraalin kasvillisuudessa ja pohjaeläimistöissä. - Ympäristö ja Terveys 6 (3): 276 - 283.
- Kainuun seutukaavaliitto 1972: Kainuun seutukaavan runko: Kainuun luonnonympäristö. - Julkaisu 1: 16. 112 s. Kajaani.
- KLIEWER, E.V. 1970: Gillraker variation and diet in lake whitefish *Coregonus clupeaformis* in northern Manitoba. - In: LINDSEY, C.C. & WOODS, C.S., (ed.): Biology of Coregonid fishes, 147-165. Univ. Manitoba Press.
- LAAKSO, M. 1950: Foods habits of the Yellowstone whitefish *Prosopium williamsoni cismontanum* (Jordan). - Trans. Amer. Fish. Soc. 80: 99-109.
- LINDSEY, C.C. 1963: Sympatric occurrence of two species of humpback whitefish in Squanga Lake, Yukon Territory. - J. Fish. Res. Bd. Can. 20 (3): 749-767.

- LINDSTRÖM, T. 1955: On the relation fish size - food size. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 36: 133-147.
- 1962: Life history of whitefish young (*Coregonus*) in two lake reservoirs. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 44: 113-144.
 - 1967: Pelagiska sikbestånd i regleringsmagasin (Några jämförelser mellan ekolodningar och försöksfisken). - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 14: 1-17.
 - 1974: Småsikens betydelse för fisket i det vattenkraftsexploaterade nordsvenska landskapet. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 16: 1-48.
- LINDSTRÖM, T. & FILIPSSON, O. 1972: Effekten av Storjuktans reglering på sikbestånden. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 15: 1-26.
- LINDSTRÖM, T. & NILSSON, N.-A. 1962: Om konkurrens mellan sikarter. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 4: 1-5.
- LÖTMARKER, T. 1964: Studies on planktonic Crustacea in thirteen lakes in northern Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 45: 113-176.
- MCHUGH, J.L. 1940: Food of the Rocky Mountain whitefish (*Prosopium williamsoni* (Girard)). - J. Fish. Res. Bd. Can. 5: 131-137.
- NAUWERCK, A. 1963: Vattenbескаffenhet och plankton i Ransaren och Kultsjön. II. Fytoplanktonbeståndet.-Limnol. Inst. Uppsala. 19 s. (Moniste).
- NILSSON, N.-A. 1955: Studies on the feeding habits of trout and char in North Swedish lakes. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 39: 146-161.
- 1958: On the food competition between two species of *Coregonus* in a North-Swedish lake. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 39: 146-161.
 - 1960: Seasonal fluctuations in the food segregation of trout, char and whitefish in 14 North-Swedish lakes. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 41: 185-205.
 - 1961: The effect of water-level fluctuations on the feeding habits of trout and char in the Lakes Blåsjön and Jormsjön, North Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 42: 238-261.
 - 1964: Effects of impoundment on the feeding habits of brown trout and char in Lake Ransaren (Swedish Lappland). - Verh. Int. Ver. Limnol. 15: 444-452.
 - 1965: Food segregation between salmonoid species in North Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 95-123.
 - 1966: Vattenkraftsutbyggnad och fiske i Sverige. - Limnologisymposium 1965: 10-22.
 - 1968: Säännösteltyjen vesien kalat. - In: SVÄRDSON, G., NILSSON, N.-A., DAHLSTRÖM, H. & TUUNAINEN, P.: Kalat, kalavesien hoito ja kalanviljely, 65-78. Helsinki.
- NILSSON, N.-A. & PEJLER, B. 1973: On the relation between fish fauna and zooplankton composition in North Swedish lakes. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 53: 51-77.

- NORLIN, A. 1964: The occurrence of terrestrial insects on the surface of two lakes in northern Sweden (Ankarvattnet och Blåsjön). - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 45: 196-205.
- 1967: Terrestrial insects in lake surfaces. Their availability and importance as fish food. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 47: 39-55.
- PINAYZAN, S.A. 1972: The food and food interrelationships of the Lake Sevan trout (*Salmo ischan* (Kessler)) and the Ludoga whitefish (*Coregonus lavaretus ludoga* (Poliakow)). - Journal of Ichthyology 12 (6): 987-993.
- QADRI, S.U. 1961: Food and distribution of lake whitefish in Lac la Ronge, Saskatchewan. - Trans. Amer. Fish. Soc. 90 (3): 303-307.
- QUENNERSTEDT, N. 1958: Effect of water-level fluctuation on lake vegetation. - Verh. Int. Ver. Limnol. 13: 901-906.
- RECKAHN, J. A. 1970: Ecology of young lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) in South Bay, Manitoulin Island, Lake Huron. - In: LINDSEY, C.C. & WOODS, C.S. (ed.): Biology of Coregonid Fishes, 437-460. Univ. Manitoba Press.
- RODHE, W. 1964: Effects of impoundment on water chemistry and plankton in Lake Ransaren. - Verh. Int. Ver. Limnol. 15: 437-443.
- RUNNSTRÖM, S. 1951: The population of char, *Salmo alpinus*, Linné in a regulated lake. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 32: 66-78.
- 1952: The population of trout, *Salmo trutta*, Linné in regulated lakes. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 33: 179-198.
- 1955: Changes in fish production in impounded lakes. - Verh. Int. Ver. Limnol. 12: 176-182.
- 1964: Effects of impoundment on the growth of *Salmo trutta* and *Salvelinus alpinus* in Lake Ransaren (Swedish Lapland). - Verh. Int. Ver. Limnol. 15: 453-461.
- SALOJÄRVI, K., AUVIENEN, E. & IKONEN, E. 1981: Oulujoen vesistön kalatalouden hoitosuunnitelma. - RKTL kalantutkimusosasto. Monistettu ja julkaisu 1. 277 s. + liitteet.
- SEPPÄNEN, E.W. 1972: Vesistöjen säännöstelytoimisto. - Vesitalous 13 (3) 5-27.
- SHADIN, W.I. 1961: Die Wirkung von Stauanlagen auf natürliche Gewässer. - Verh. Int. Ver. Limnol. 14: 792-805.
- STUBE, M. 1958: The fauna of a regulated lake. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 39: 162-224.
- SWYNNERTON, G.H. & WORTHINGTON, E.B. 1940: Note on the food of fish in Haweswater (Westmorland). - J. Animal Ecol. 9: 183-187.
- SVÄRDSON, G. 1949: The Coregonid problem I. Some general aspects of the problem. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 29: 89-101.
- 1950: The Coregonid problem II. Morphology of two Coregonid species in different environments. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 31: 151-162.
- 1951: The Coregonid problem III. Whitefish from the Baltic successfully introduced into freshwaters in the North of Sweden. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 32: 204-232.

- SVÄRDSON, G. 1952: The Coregonid problem IV. The significance of scales and gillrakers. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 33: 204-232.
- 1957: The Coregonid problem VI. The Palearctic species. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 38: 267-356.
 - 1965: The Coregonid problem VII. The isolating mechanism in sympatric species. - Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 46: 95-123.
- TOIVONEN, J. 1966: Lausunto vedensäännöstelyn vaikutuksesta Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. 73 s. (Moniste).
- 1970: Mysis relictan siirtoistutukset Inarissa. - Kalataloudellisen tutkimustoimiston tiedonantoja 4: 12-13.
 - 1972: Vedensäännöstelyn vaikutus Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. Täydentävä lausunto. - 28 s. (Moniste).
- TUUNAINEN, P. 1968: Siika. - In: SVÄRDSON, G., NILSSON, N.-A., DAHLSTRÖM, H. & TUUNAINEN, P.: Kalat, kalavesien hoito ja kalanviljely. 132-138. Helsinki.
- 1970: Päijänteen kalataloustutkimus. Alustava tutkimusselostus ja hoitosuunnitelma I. - Jyväskylän hydrobiologinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 7: 1-101.
- WATSON, N.H.F. 1963: Summer food of lake whitefish, *Coregonus clupeaformis* Mitchill from Heming Lake, Manitoba. - J. Fish. Res. Bd. Can. 20: 279-286.
- Vesihallitus 1972: Kainuun vesivarojen ja niiden käytön kokonaisinvestointi. - Vesihallitus, tiedotus 33. 145 s. Helsinki.
- 1977: Oulujoen vesistön vesienkäytön kokonaissuunnitelma. II osa: Vesien nykyinen käyttö, käyttötarpeiden kehitysennusteet sekä tavoiteasettelu. - Vesihallitus. Tiedotus 125: 1-138.
- VILJANEN, M. 1972: Kalojen ravinnosta ja kasvusta Pääjärvessä (EH). - Pro gradu - tutkielma, Helsingin yliopiston eläintieteen laitos. 88 s.
- WINDELL, J.T. 1971: Food analysis and rate of digestion. - In: RICKER, W.E. (ed.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3: 197-203.
- ZHADIN, V.I. & GERD, S.V. 1963: Fauna and flora of the rivers, lakes and reservoirs of the USSR. - 626 pp. Jerusalem.