

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 324

Mikko Olin ja Jukka Ruuhijärvi (toim.)

Tuusulanjärven ja Rusutjärven
ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia
vuosina 2000 - 2003

Helsinki 2004

Toimittajat: Mikko Olin ja Jukka Ruuhijärvi

Kirjoittajat: Erkki Fontell, Jouni Kervinen, Hannu Lehtonen, Anja Lehtovaara, Tommi Malinen, Mikko Olin, Zeynep Pekcan-Hekim, Martti Rask, Jukka Ruuhijärvi, Antti Tuomaala, Sami Vesala ja Mika Vinni

Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 2000–2003

Raportti

Tuusulanjärvi ja Rusutjärvi ovat Keski-Uudellamaalla sijaitsevia rehevöityneitä järviä. Hoitokalastus on ollut merkittävä osa kummankin järven kunnostusta. Tässä raportissa kootaan yhteen Tuusulan- ja Rusutjärven hoitokalastukseen liittyvät kalasto- ja eläinplanktonitutkimukset vuosilta 2000-2003. Raportti on jatkoa "Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999" -raportille (Kala- ja riistaraportteja 184)

Tuusulanjärven hoitokalastus jatkui vuoden 1999 jälkeen pienemmällä teholla. Syksyllä 2003 hoitokalastusta jälleen tehostettiin. Verkkokoekalastusten perusteella Tuusulanjärven kalakannat, erityisesti särjen ja pasurin, ovat hyvin tuottavia ja yksikkösaaliit nousivat selvästi hoitokalastuksen vähennyttä. Pienten särkikalajien runsaus on todennäköisesti aiheuttanut eläinplanktonin määrän selvän alenemisen vuoden 2000 jälkeen. Kaikuluotauksissa havaittiin kuorekannan jyrkkä väheneminen. Tehoilmastus yhdessä lämpimien kesien kanssa aiheuttaa ongelmia viileään veteen sopeutuneelle kuoreelle. Tuusulanjärven kuhakanta ja sen poikastuotanto sekä kuhien kasvunopeus säilyivät hyvinä. Ravintotutkimusten ja koeverkkokalastusten perusteella kuhalle riittää ravintoa kuoreen vähenemisestä huolimatta.

Rusutjärven kalakannan kehitys poikkesi Tuusulanjärvestä. Rusutjärven kalakannat koostuivat pääosin keskikokoisista ja hidaskasvuisista yksilöistä. Useimpien kalalajien poikastuotto oli heikkoa. Yksikkösaaliit olivat Tuusulanjärveä pienempiä, mutta kalojen kapea pituusjakauma saattaa pienentää yleiskatsausverkon pyytävyyttä. Rusutjärven eläinplanktonin vähäinen määrä viittasi edelleen voimakkaaseen kalojen saalistukseen ja sinileväkukinnat jatkuivat pahempina kuin Tuusulanjärvellä. Rusutjärven kuhan poikastuotanto oli huonompi kuin Tuusulanjärvellä. Kummankin järven veden laatu sekä kalakannan rakenne edellyttäisivät tehokkaan hoitokalastuksen jatkamista.

Ravintoketjukurinostus, rehevöityminen, kalasto, särkikalat, eläinplankton, hoitokalastus, trooli, nuotta, verkkokoekalastus, kaikuluotaus, poikastuotanto, kuha, kalojen kasvu

Kala- ja riistaraportteja 324

951-776-459-6

1238-3325

60 s.

Suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukimäenaukio 4, PL 6
00721 Helsinki

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Pukimäenaukio 4, PL 6
00721 Helsinki

Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Puh. 0205 7511 Faksi 0205 751 201

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
1.1 Rehevöitymishistoria.....	1
1.2 Kunnostustoimenpiteet.....	2
1.3 Hoitokalastustutkimukset.....	2
Kirjallisuus.....	2
2. TUUSULANJÄRVEN JA RUSUTJÄRVEN VERKKOKOEKALASTUKSET VUOSINA 2000-2003.....	4
2.1 Johdanto.....	4
2.2 Aineisto ja menetelmät.....	4
2.2.1 Verkkokoeikalastukset.....	4
2.3 Tulokset ja niiden tarkastelu.....	5
2.3.1 Tuusulanjärven kokonaisyksikkösaalis.....	5
2.3.2 Tuusulanjärven lajikohtaiset saaliit.....	5
2.3.3 Rusutjärven kokonaisyksikkösaalis.....	14
2.3.4 Rusutjärven lajikohtaiset saaliit.....	14
2.4 Tulosten tarkastelu.....	21
2.4.1 Tuusulanjärvi.....	21
2.4.2 Rusutjärvi.....	21
Kirjallisuus.....	21
3. TUUSULANJÄRVEN ULAPPA-ALUEEN KALATIHEYS JA –BIOMASSA VUOSINA 2000-2003 KAIKULUOTAUKSELLE JA KOETROOLAUKSELLE ARVIOITUNA.....	23
3.1 Johdanto.....	23
3.2 Aineisto ja menetelmät.....	23
3.2.1 Aineisto.....	23
3.2.2 Menetelmät.....	24
3.3 Tulokset.....	26
3.3.1 Kalatiheys ja –biomassa loppusyksyllä.....	26
3.3.2 Syvännealueen lajijakauma.....	27
3.3.3 Kuorekanta.....	28
3.3.4 Tutkimusajankohtien vertailu.....	30
3.4 Tulosten tarkastelu.....	32
3.5 Johtopäätökset.....	33
Kirjallisuus.....	34
4. KUHAN POIKASTUOTANTO TUUSULANJÄRVESSÄ VUOSINA 2000-2003.....	35
4.1. Johdanto.....	35
4.2 Aineistot ja menetelmät.....	36
4.2.1. Tutkimusalue.....	36
4.2.2. Tutkimusaineisto.....	37
4.3. Tulokset.....	38
4.4. Tulosten tarkastelu.....	40
4.5. Johtopäätökset.....	42
Kirjallisuus.....	43
5. TUUSULANJÄRVEN KUHAN RAVINTO- JA KASVUTUTKIMUS 2002.....	45
5.1. Johdanto.....	45
5.2. Aineisto ja menetelmät.....	45
5.3. Tulokset.....	46
5.3.1. Saalis.....	46
5.3.2. Ravinto.....	46

5.3.3. Kasvu	49
5.4. Tulosten tarkastelu.....	50
5.4.1. Tuusulanjärven kuhien ravinto	50
5.4.2. Tuusulanjärven kuhien kasvu	51
Kirjallisuus	51
6. TUUSULANJÄRVEN JA RUSUTJÄRVEN ELÄINPLANKTON VUOSINA 1996-2003.....	52
6.1 Johdanto.....	52
6.2 Aineisto ja menetelmät	52
6.3 Tulokset ja niiden tarkastelu.....	53
6.3.1 Tuusulanjärvi.....	53
6.3.2 Rusutjärvi.....	55
6.4 Päätelemät	57
Kirjallisuus	57
7. YHTEENVETO	58
Kirjallisuus	60

1. Johdanto

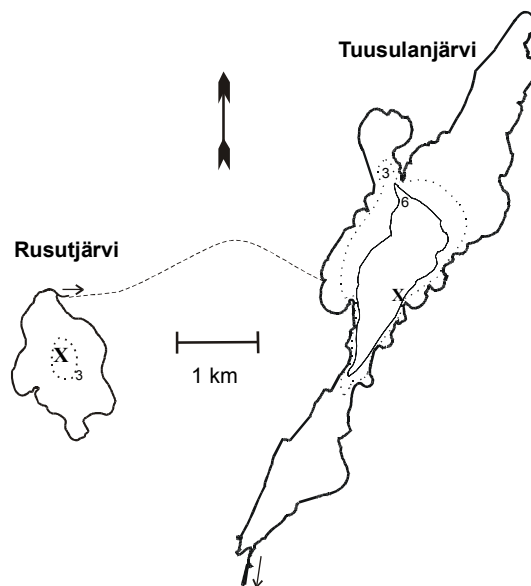
Mikko Olin¹ ja Martti Rask

¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, PL 6, 00721 Helsinki

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema 16970, Evo

1.1 Rehevöitymishistoria

Tuusulanjärvi (592 ha, keskisyvyys 3,2 m, suurin syvyys 9,8 m) ja Rusutjärvi (pinta-ala 133 ha, keskisyvyys 2,5 m, suurin syvyys 3,6 m) ovat tiheään asutulla Keski-Uudellamaalla sijaitsevia, virkistysarvoltaan tärkeitä järviä (kuva 1). Rusutjärvi laskee Tuusulanjärveen ja järvet kuuluvat Vantaanjoen vesistöalueeseen. Kummatkin järvet ovat rehevöityneitä. Keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus kasvukausilla 1990-1996 oli Rusutjärvellä 59 ja Tuusulanjärvellä 108 µg/l. Jätevesien laskeminen Tuusulanjärveen lopetettiin kaksikymmentä vuotta sitten, mutta järven rehevyys on säilynyt hajakuormituksen ja erityisesti hajakuormitukseen nähden moninkertaisen sisäisen kuormituksen vaikutuksesta (Kansanen & Pekkarinen 1996). Myös Rusutjärvellä rehevöitymisongelmat ovat jatkuneet jo pitkään, rehevöitymisen syynä pidetään pääasiassa maataloutta ja haja-asutusta.



Kuva 1. Tuusulanjärven ja Rusutjärven syvyyskartat. Kolmen (•••) ja kuuden (—) metrin syvyyskäyrät, sekä vesistö tutkimusten mittauspiste (X).

1.2 Kunnostustoimenpiteet

Tuusulanjärven tilaa on pyritty parantamaan talviaikaisella hapetuksella vuodesta 1972 alkaen. Kesäaikainen hapetus aloitettiin vuonna 1980 (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984). Vuosina 1998-1999 kesäaikaista hapetusta tehostettiin huomattavasti. Hoitokalastus oli yhtenä kunnostusvaihtoehtona jo vuoden 1984 kunnostussuunnitelmassa (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984), mutta työn alkuun päästiin vasta keväällä 1997, jonka jälkeen hoitokalastusta on vuosittain jatkettu vaihtelevalla tehokkuudella saaliskertymän ollessa n. 700 kg/ha vuoden 2003 lopussa. Lisäksi on tehty, osin jo toteutettuja, suunnitelmia hajakuormituksen ja veden pinnan säännöstelyn vähentämiseksi.

Rusutjärvellä tehtiin vuosina 1986-1990 hoitokalastus, mutta saalis jäi suhteellisen pieneksi (140 kg/ha), eikä kovin selviä vaikutuksia ilmennyt (Sammalkorpi 1991). Hoitokalastus toteutettiin uudelleen vuosina 1998-1999 (Olin & Ruuhijärvi 1999). Rusutjärveä on ilmastettu talvisin vuodesta 1987. Vuonna 1992 aloitettiin lisäveden johtaminen Päijänne-tunnelista (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1996).

1.3 Hoitokalastustutkimukset

Tuusulanjärvi ja Rusutjärvi olivat vuosina 1997-2001 osa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vetämää kymmenen järven yhteistutkimushanketta ”Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset” (Olin ym. 1998, Olin & Ruuhijärvi 1999, 2000, 2001 ja 2002). HOKA -hanke toteutettiin yhteistyössä useiden eri ympäristöviranomaisten, tutkimuslaitosten ja paikallisten yhdistysten ja kuntien kesken. Tuusulanjärven ja Rusutjärven osalta tutkimusten ja toimenpiteiden rahoitusta sekä toteutusta on ohjailnut Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä (KUVES). HOKA-hankkeen päätavoitteena oli lisätä tietoa hoitokalastuksen vaikutuksista kalastoon ja veden laatuun. Hankkeeseen kuului hoitokalastusten lisäksi ainetase- ja vedenlaatutarkkailua, sekä kasviplankton-, eläinplankton ja kalastotutkimuksia. Hoitokalastuksen tuloksena sinileväkukinnat vähentyivät ja siirtyivät kohti syksyä tehokkaimmin kalastetuissa järvissä (Olin ym., julkaisematon). Ravinnekierroksen hidastuminen ja eläinplanktonin runsastuminen olivat kumpikin mahdollisia syitä leväkukintojen vähenemiseen. Keski- ja suurikokoisten särkikalajien biomassa pieneni, mutta pienet särkikalat runsastuivat useimmissa järvissä. Hoitokalastuksen onnistumista edesauttoi suuri hoitokalastussaalinen suhteessa järven rehevyyteen, sekä kohtuullinen ulkoinen kuormitus ja vähäinen savi- tai humussamennus.

HOKA-hankkeen jälkeen Tuusulanjärven kalantutkimukset on tehty pääosin KUVES:n toimeksiannosta ja rahoittamana.

Tässä raportissa kootaan yhteen Tuusulan- ja Rusutjärven kalasto- ja eläinplanktonitutkimukset vuosilta 1999-2003. Raportti on jatkoa ”Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinon kalatutkimuksia vuosina 1996-1999” raportille (Olin & Rask 2000).

Kirjallisuus

Kansanen, P. ja Pekkarinen, M. 1996: Tuusulanjärven sisäinen kuormitus ja mahdollisuudet pilaantuneen sedimentin kunnostamiseen. — *Vesitalous* 3/1996. s. 8-13.

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto 1984: Tuusulanjärven kunnostussuunnitelma. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto. Raportti, 214 s.

Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä 1996: Maatalouden vesiensuojelu ja EU:n ympäristötuet Tuusulanjärven valuma-alueella. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä. Raportti, 64 s.

Olin M. & Rask M. (toim.) 2000: Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinon kalatutkimuksia vuosina 1996-1999 — Kala- ja riistaraportteja 184, RKTL, Helsinki.

Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 1999: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 1998. — Kala- ja riistaraportteja 158, 100 s.

Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2000: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 1999. — Kala- ja riistaraportteja 195, 116 s.

Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2001: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 2000. — Kala- ja riistaraportteja 227, 136 s.

Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2002: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 2001. — Kala- ja riistaraportteja 262, 136 s.

Olin, M., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Villa, L., Savola, P., Sammalkorpi, I. & Poikonen, K. 1998: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset - vuosiraportti 1997. — Kala- ja riistaraportteja 123. 99 s.

Sammalkorpi, I. 1991: Rusutjärven tehokalastuskokeilu 1986-1990. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto. Moniste, 11 s.

2. Tuusulanjärven ja Rusutjärven verkkokoekalastukset vuosina 2000-2003

Sami Vesala¹, Jukka Ruuhijärvi¹ ja Mikko Olin²

¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema 16970, Evo

²Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Biokeskus 3 (Viikinkaari 1), PL 65 00014 Helsingin yliopisto

2.1 Johdanto

Verkkokoekalastusten tavoitteena on ollut tutkia hoitokalastuksen vaikutuksia Tuusulanjärven ja Rusutjärven kalastoon. Tutkimukset olivat osana HOKA -hanketta vuosina 1996-2001 (Olin ym. 1998, Olin & Ruuhijärvi 1999-2002). Vuosien 2002 ja 2003 koekalastukset tehtiin Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän tilauksesta. Tässä raportissa esitetään koekalastusten tulokset vuosina 2000-2003, sekä verrataan niitä edeltävien vuosien tuloksiin.

2.2 Aineisto ja menetelmät

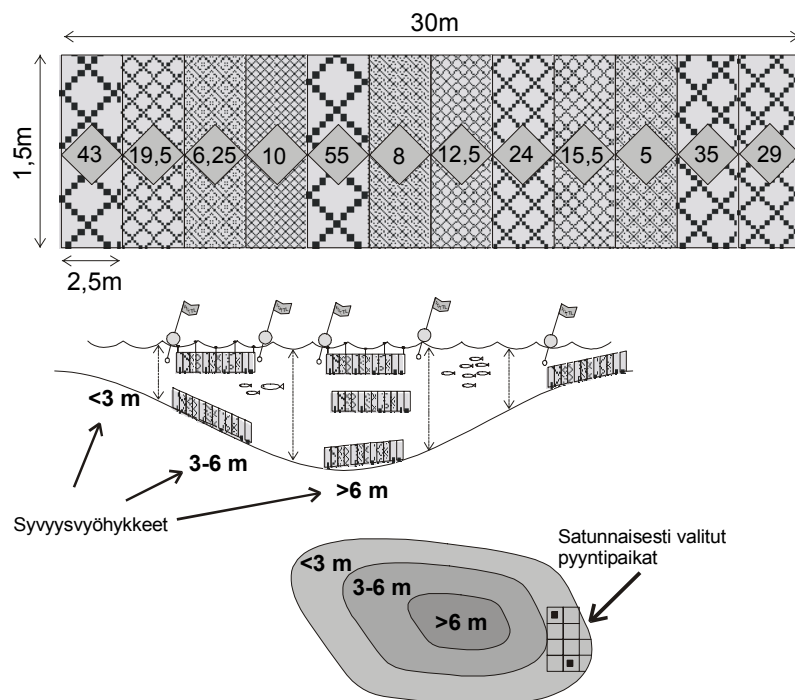
2.2.1 Verkkokoekalastukset

Verkkokoekalastukset tehtiin Tuusulanjärvellä vuosina 1996 sekä 1998-2003 ja Rusutjärvellä vuosina 1997-2003. Käytössä oli uudentyypinen verkkokoekalastusmenetelmä, joka poikkeaa aiemmista pyyntivälineen ja otannan suunnittelun suhteen (Kurki-lahti & Ruuhijärvi 1996). Pyyntivälineenä kalastuksissa oli NORDIC -yleiskatsausverkko (ykv: 1,5 m x 30 m), jossa samassa verkossa on 2,5 m:n kaistaleina 12 eri solmuväliä (5; 6,25; 8; 10; 12,5; 15,5; 19,5; 24; 29; 35; 43 ja 55 mm). Solmuvälit kasvavat kertoimen 1,25 mukaan. Tällä pyritään siihen, että verkon pyydystystehokkuus säilyisi mahdollisimman samana eri kokoisille kaloille.

Aineiston keruussa käytettiin ositettua satunnaisotantaa (kuva 1). Tuusulanjärvi jaettiin alle 3 m, 3-6 m ja yli 6 m syvyysvyöhykkeisiin. Matalimmassa vyöhykkeessä käytettiin vain pohjaverkkoja, syvemmillä vyöhykkeillä käytettiin lisäksi pinta-, tai pinta- ja välivesiverkkoja. Näin menetellen kalastosta saadaan mahdollisimman kattava ja valikoimaton otos. Rusutjärvessä syvyysvyöhykejakoja ei tarvittu järven mataluuden vuoksi. Pyyntiponnistus suhteutettiin järven pinta-alaan ja syvyyteen: Tuusulanjärvellä kalastettiin heinä-elokuussa viitenä yönä yhteensä 55 ykv:lla ja Rusutjärvellä kahtena yönä yhteensä 20 ykv:lla. Pyyntiaika oli n. 12 tuntia iltakahdeksasta aamukahdeksaan.

Vuoden 1996 koekalastuksissa (Olin & Rask 1996) Tuusulanjärvellä pyyntijärjestelyt poikkesivat jonkin verran myöhempien vuosien järjestelyistä. Vuoden 1996 verkkokoekalastuksessa ei käytetty pintaverkkoja 3-6 m:n vyöhykkeessä, eikä välivesiverkkoja yli 6 m:n vyöhykkeessä. Lisäksi pyyntiponnistus oli pienempi — 46 ykv -yötä ja pyyntiaika lyhyempi — 9-10 h. Vuonna 1996 kalastukset tehtiin viitenä perättäisenä yönä 11.-15. 8., kun taas muina vuosina oli korkeintaan yksi koekalastuspäivä viikossa. Pyyntikertojen jakaminen pidemmälle aikavälille tasaa sään ja veden lämmön vaikutusta saaliiseen.

Saalis käsiteltiin verkko- ja solmuvälikohtaisesti. Kalat lajiteltiin, laskettiin, punnittiin ja niiden pituus mitattiin yhden sentin tarkkuudella. Tulokset esitetään yhden verkon keskimääräisenä saaliina eli yksikkösaaliina tai prosenttiosuuksina kokonaissaaliista.



Kuva 1. Verkkokoekalastusten pyyntimenetelmä: ositettu satunnaisotanta NORDIC – yleiskatsausverkoilla.

2.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

2.3.1 Tuusulanjärven kokonaisyksikkösaalis

Kokonaisyksikkösaalis eli kaikkien lajien yhteenlaskettu saalis oli vuosina 2000 ja 2001 edellisvuosien tasolla, mutta kasvoi vuosina 2002 ja 2003 huomattavasti (taulukko 2). Särkikalojen osuus saaliin painosta oli vuosina 2000-2003 samaa luokkaa kuin edeltävinä vuosina, mutta lukumääräosuus oli hieman pienempi; poikkeuksena vuosi 2001, jolloin särkikalojen osuus lukumäärästä oli hyvin korkea. Ahvenkalojen prosenttiosuus painosaaliissa vaihteli vuosina 2000-2003 samoissa rajoissa kuin aikaisemmin. Sen sijaan lukumääräsaaliissa osuus oli jonkin verran edellisvuosia suurempi, lukuun ottamatta vuotta 2001, jolloin ahvenkalojen lukumääräosuus jäi pieneksi (taulukko 2).

2.3.2 Tuusulanjärven lajikohtaiset saaliit

Vuosina 2000, 2001 ja 2003 särki oli sekä painoltaan että lukumäärältään runsain saalislaji ennen pasuria (taulukko 2 ja kuva 2). Vuonna 2002 pasuri oli lukumääräisesti runsain ja särki toiseksi runsain laji. Seuraavaksi tärkeimpiä lajeja verkkosaaliissa olivat ahven, sorva, kuha ja lahna. Vuosiin 1996-1999 verrattuna ahven ja pasuri ovat nousivat runsaimpien lajien joukkoon.

Ahvenen saalis oli vuosina 2000-2003 kasvussa ja varsinkin lukumääräsaalis oli suuri kahtena viimeisenä vuotena (kuva 2). Lukumäärän kasvu johtui erittäin vahvasta poikastuotannosta vuosina 2002 ja 2003 (kuva 3). Yleensäkin ahvenen poikastuotanto vaikuttaa kasvaneen vuodesta 1998 lähtien.

Kuhan painosaalis vaihteli ollen vuosina 2000-01 aikaisempaa pienempi ja nousten jälleen suuremmaksi vuosina 2002-03. Lukumääräsaalis oli lämpiminä kesinä 2002-03 suuri johtuen suurista poikasmääristä. Vuonna 2001 kuhanpoikasia saatiin muihin vuosiin verrattuna vähän.

Kiisken saalis oli vuosina 2000-03 edellisvuosien tapaan laskussa ja koostui aikaisempaa pienikokoisemmista yksilöistä.

Kuoreen saalis oli melko suuri vuosina 2001-2002, mutta erityisen pieni vuonna 2003.

Särkisaalis oli jaksolla 2000-03 selvästi aikaisempia vuosia korkeampi. Särjen lisääntyminen tuntuu onnistuneen hyvin vuodesta 1999 lähtien.

Salakan saalis alkoi palautua vuosien 2000-02 pienten saaliiden jälkeen.

Pasurisaalis oli varsinkin kahtena viimeisenä vuotena selvästi edellisvuosia suurempi. Saalis koostui valtaosin pienistä, alle 10 cm:n yksilöistä. Varsinkin vuonna 2001 lisääntyminen vaikuttaa onnistuneen erittäin hyvin.

Lahnasaalis palautui vuosina 2002-03 lähes vuoden 1996 korkealle tasolle. Useiden eri kokoluokkien saalis oli aikaisempaa runsaampi, joten lahnasaaliin kasvu voi osittain johtua myös pyydystettävyyden parantumisesta.

Sorvan saalis oli vuosina 2000-01 aikaisempaa suurempi, mutta saaliit pienenevät vuosina 2002-03. Pituusjakauma painottui yli 15 cm pituisiin yksilöihin.

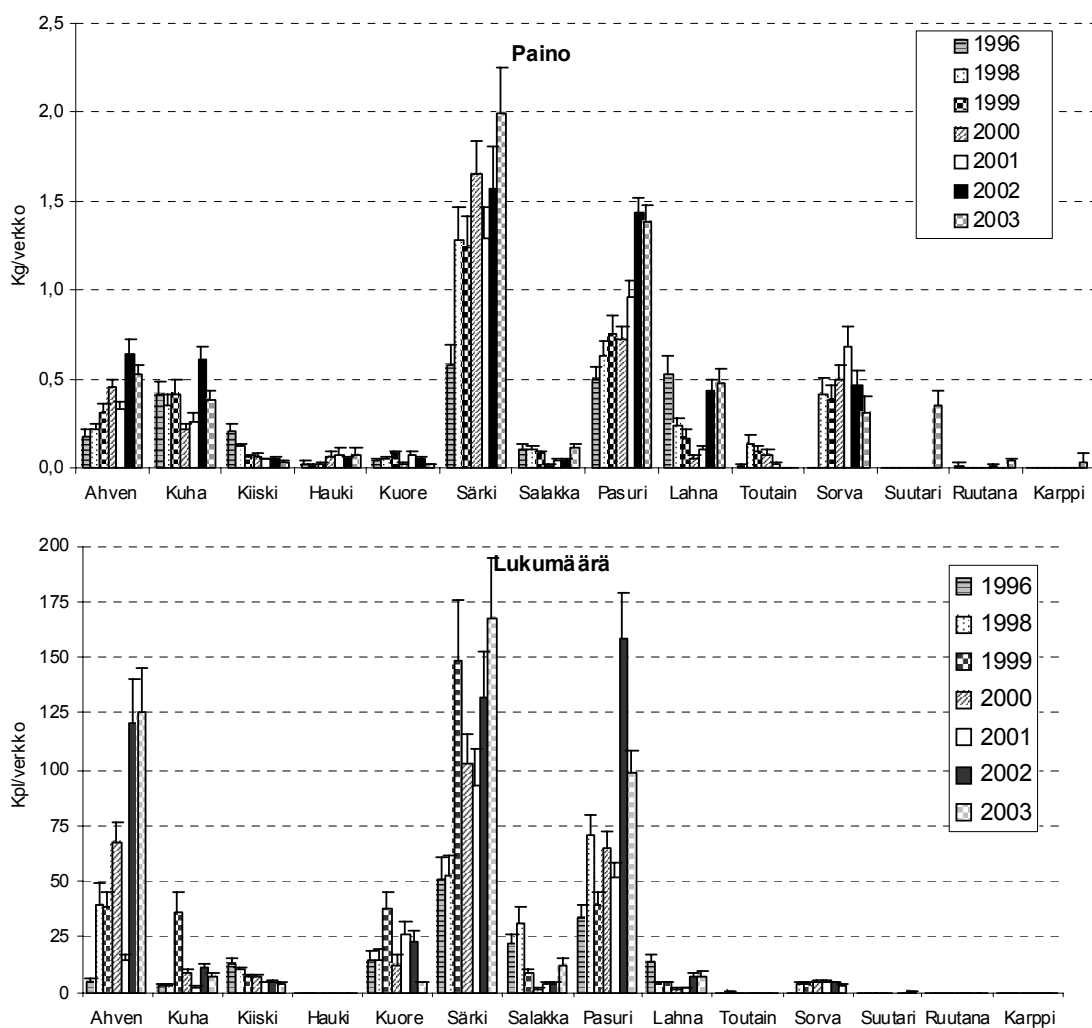
Suutarin saalis oli vuonna 2003 moninkertainen aikaisempaan verrattuna. Pääosa saaliista oli yli 30 cm pituisia yksilöitä.

Toutainsaalis pieneni tasaisesti vuodesta 1998 vuoteen 2001, jonka jälkeen toutaimia ei enää saatu saaliiksi lainkaan.

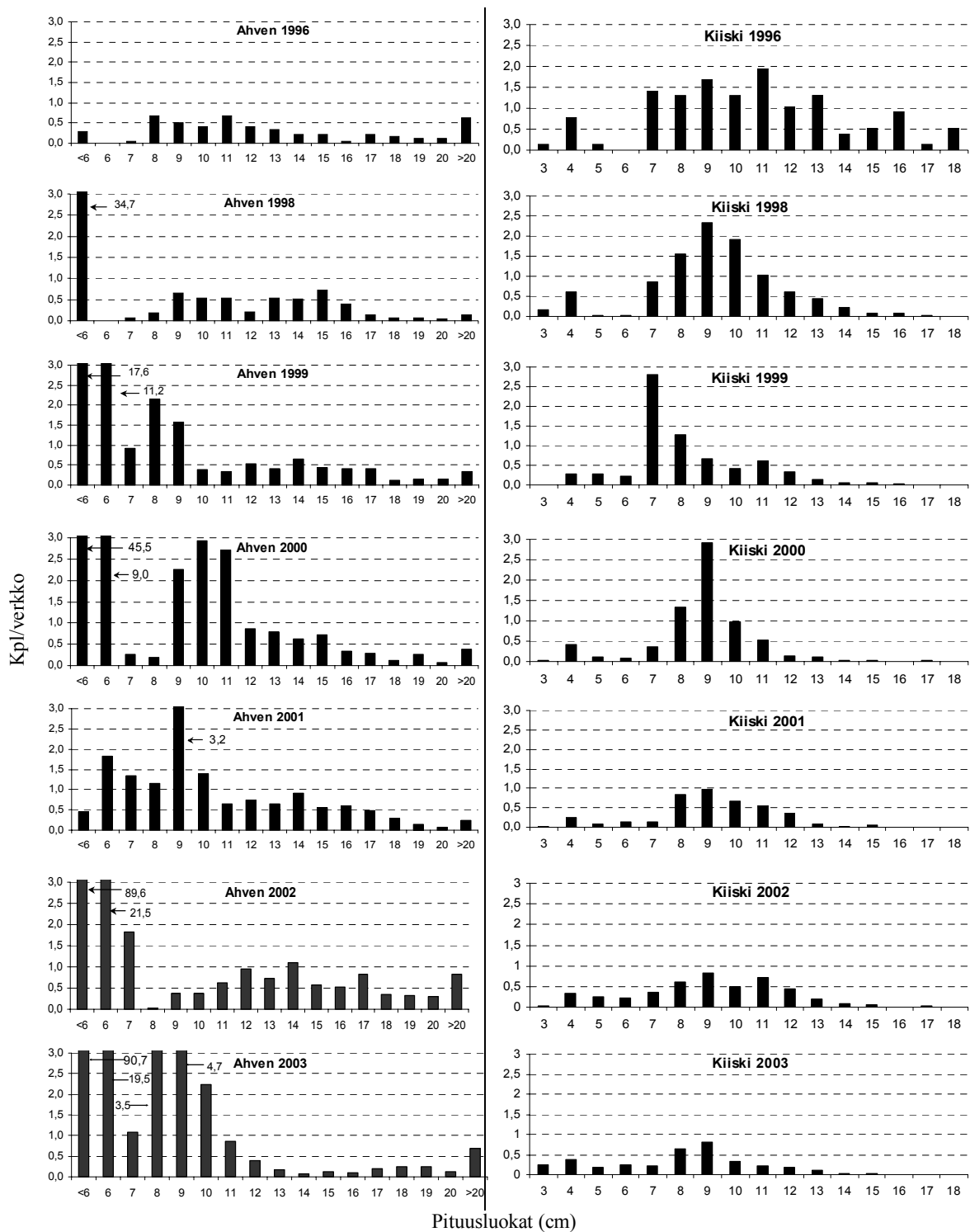
Vuonna 2003 uutena lajina koeverkkoihin ui yksi karppi.

Taulukko 2. Tuusulanjärven verkkokoekalastussaaliit vuosina 1996, 1998-2003. Taulukossa on esitetty lajikohtaiset paino- ja lukumääräverkkoysikkösaaliit (g ja kpl/verkko) sekä prosenttiosuudet saaliin kokonaispainosta ja -lukumäärästä. Muut = ruutana, suutari, karppi, kirjolohi ja särkikalajien risteyvät. S. kalat = särkikalat, A. kalat = ahvenkalat.

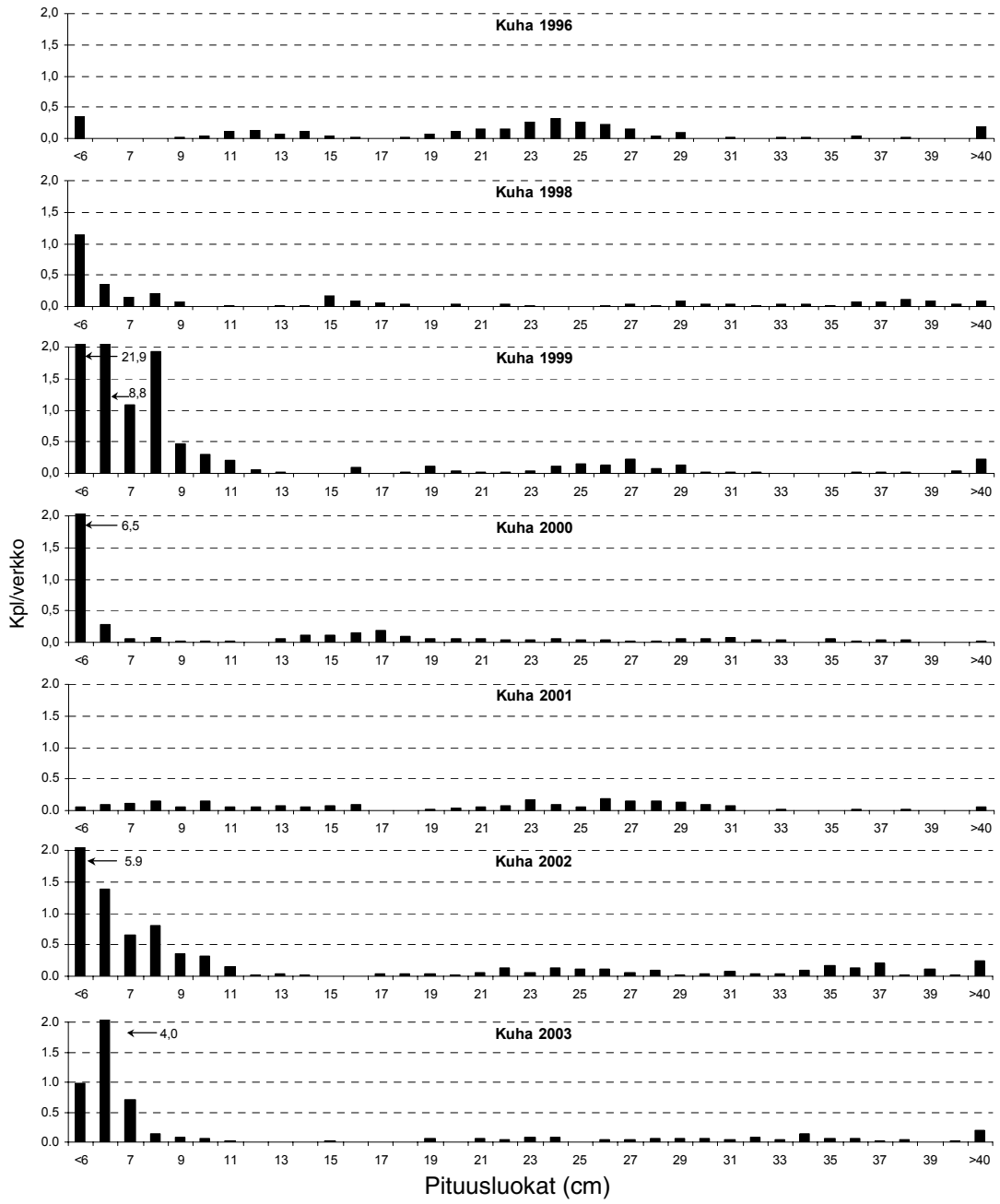
VUOSI	AHVEN	KUHA	KIISKI	HAUKKI	KUORE	SÄRKIKALAT	SÄRKIKALAT	PÄSKURIT	LAHNA	TOUTAIN	SORVA	MUUT	YHT.	S. KALAT	A. KALAT
1996	175	415	205	17	37	582	105	495	526	11	2	48	2618	1733	795
1998	216	350	119	10	46	1275	105	638	246	137	417	1	3559	2819	685
1999	311	412	61	17	79	1244	79	757	170	93	386	0	3610	2730	783
2000	449	207	68	66	19	1651	11	729	60	75	500	-	3835	3025	724
2001	330	259	46	77	75	1286	38	954	100	14	679	21	3880	3093	635
2002	644	611	54	36	50	1571	36	1452	425	-	470	66	5414	4021	1309
2003	523	383	31	76	14	1997	111	1387	481	-	312	404	5720	4693	937
1996	5.2	3.1	13.5	0.0	14.3	50.4	21.8	33.5	13.9	0.1	0.0	0.0	155.8	119.7	21.8
1998	39.5	3.3	9.9	0.0	14.8	52.7	29.4	70.0	4.0	0.6	3.7	0.0	227.8	160.4	52.6
1999	37.7	36.2	7.2	0.1	37.3	148.9	8.5	39.5	4.1	0.3	3.4	0.0	323.3	204.7	81.1
2000	67.3	8.5	7.1	0.1	12.1	102.8	1.8	64.3	1.6	0.1	5.1	-	270.7	175.6	82.9
2001	14.6	2.4	4.2	0.2	26.1	92.8	4.0	51.7	2.0	0.0	5.3	0.0	203.4	155.9	21.2
2002	121.0	14.6	4.7	0.1	22.7	132.2	4.0	159.6	11.4	-	4.2	0.1	474.6	311.5	140.3
2003	125.1	7.3	3.6	0.1	4.1	167.9	12.3	98.5	7.4	-	2.9	0.6	429.7	289.5	136.0
1996	6.7	15.8	7.8	0.7	1.4	22.2	4.0	18.9	20.1	0.4	0.1	1.8	100.0	66.2	30.4
1998	6.1	9.8	3.3	0.3	1.3	35.8	3.0	17.9	6.9	3.8	11.7	0.0	100.0	79.2	19.2
1999	8.6	11.4	1.7	0.5	2.2	34.5	2.2	21.0	4.7	2.6	10.7	0.0	100.0	75.6	21.7
2000	11.7	5.4	1.8	1.7	0.5	43.1	0.3	19.0	1.6	1.9	13.0	-	100.0	78.9	18.9
2001	8.5	6.7	1.2	2.0	1.9	33.1	1.0	24.6	2.6	0.4	17.5	0.5	100.0	79.7	16.4
2002	11.9	11.3	1.0	0.7	0.9	29.0	0.7	26.8	7.8	-	8.7	1.2	100.0	74.3	24.2
2003	9.2	6.7	0.5	1.3	0.2	34.9	1.9	24.3	8.4	-	5.5	7.1	100.0	82.0	16.4
1996	3.3	2.0	8.7	0.0	9.2	32.4	14.0	21.5	8.9	0.1	0.0	0.0	100.0	76.8	14.0
1998	17.3	1.4	4.3	0.0	6.5	23.1	12.9	30.7	1.8	0.3	1.6	0.0	100.0	70.4	23.1
1999	11.7	11.2	2.2	0.0	11.6	46.1	2.6	12.2	1.3	0.1	1.1	0.0	100.0	63.3	25.1
2000	24.9	3.1	2.6	0.0	4.5	38.0	0.7	23.7	0.6	0.0	1.9	-	100.0	64.9	30.6
2001	7.2	1.2	2.1	0.1	12.9	45.6	1.9	25.4	1.0	0.0	2.6	0.0	100.0	76.6	10.4
2002	25.5	3.1	1.0	0.0	4.8	27.9	0.8	33.6	2.4	-	0.9	0.0	100.0	65.6	29.6
2003	29.1	1.7	0.8	0.0	0.9	39.1	2.9	22.9	1.7	-	0.7	0.1	100.0	67.4	31.6



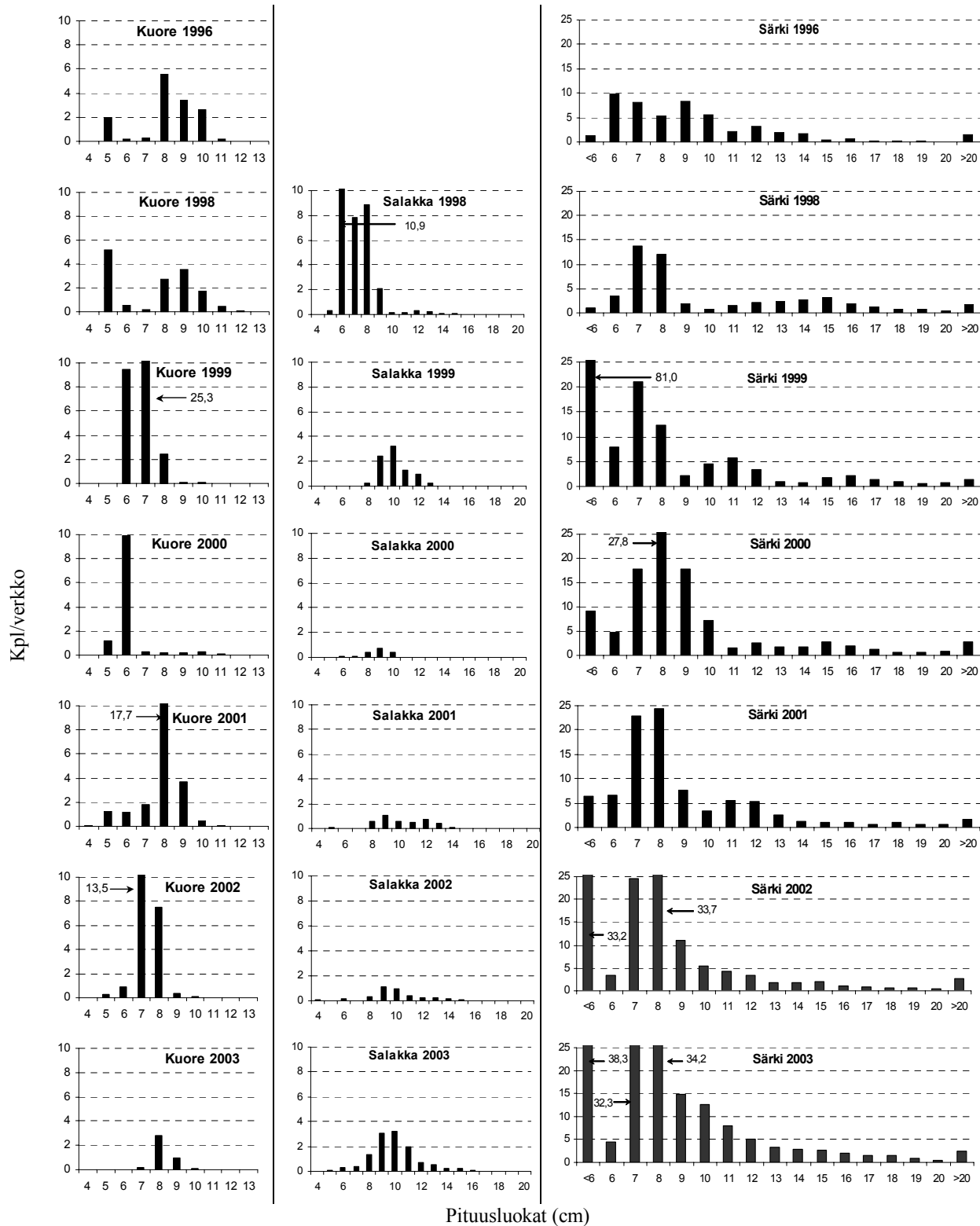
Kuva 2. Tuusulanjärven verkkokoekalastusten lajikohtaiset yksikkösaaliit vuosina 1996 ja 1998-2003. Ylhäällä painoyksikkösaaliit (kg/verkkko) ja alhaalla lukumääräyksikkösaaliit (kpl/verkkko). Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).



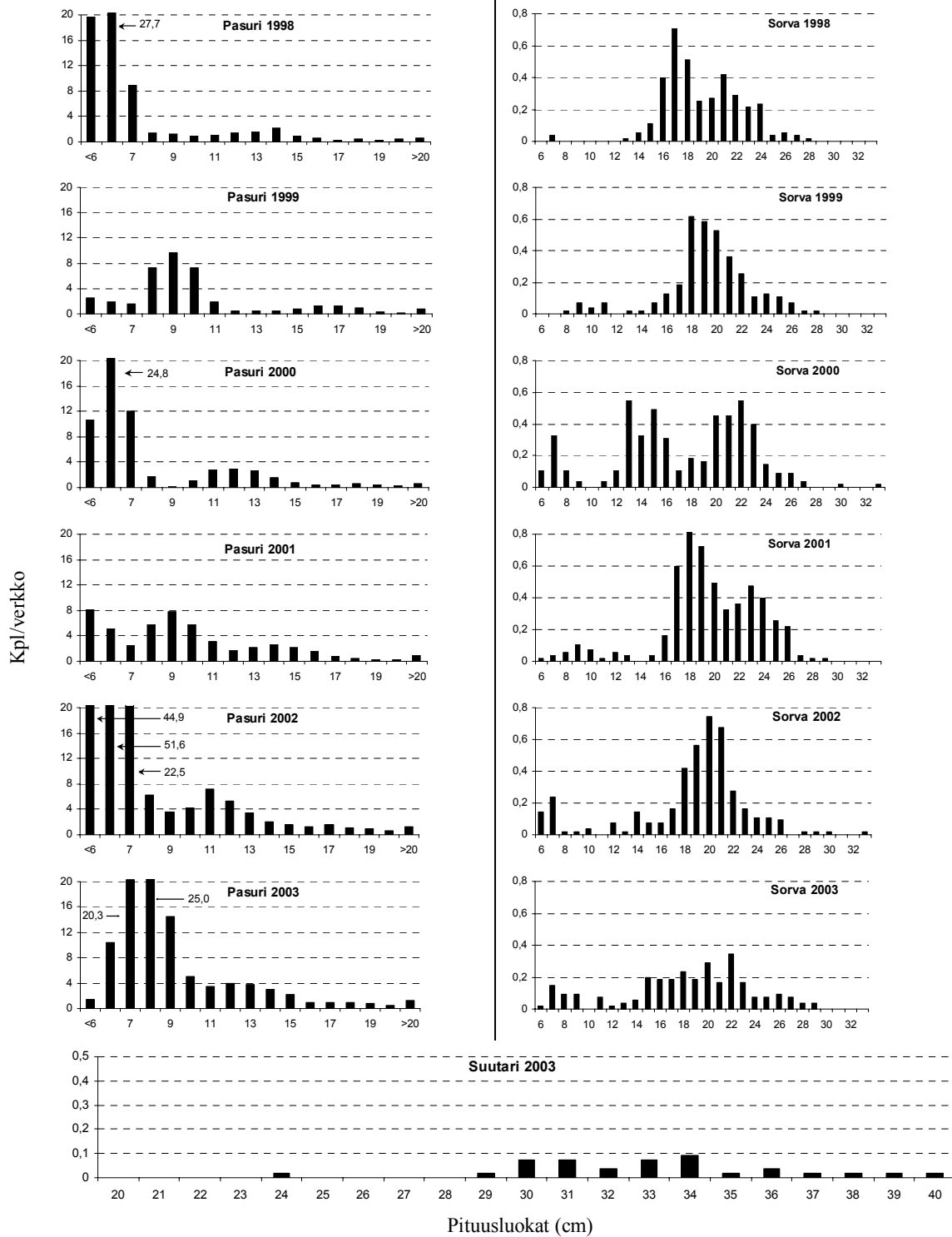
Kuva 3. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Tuusulanjärvellä heinäelokuussa vuosina 1996, 1998-2003. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan yksikkösaalista (kpl/verkko). Katkaistujen pylväiden viereen on merkitty niiden todellinen korkeus. Vuonna 1996 pituusjakaumia ei tehty kaikista lajeista.



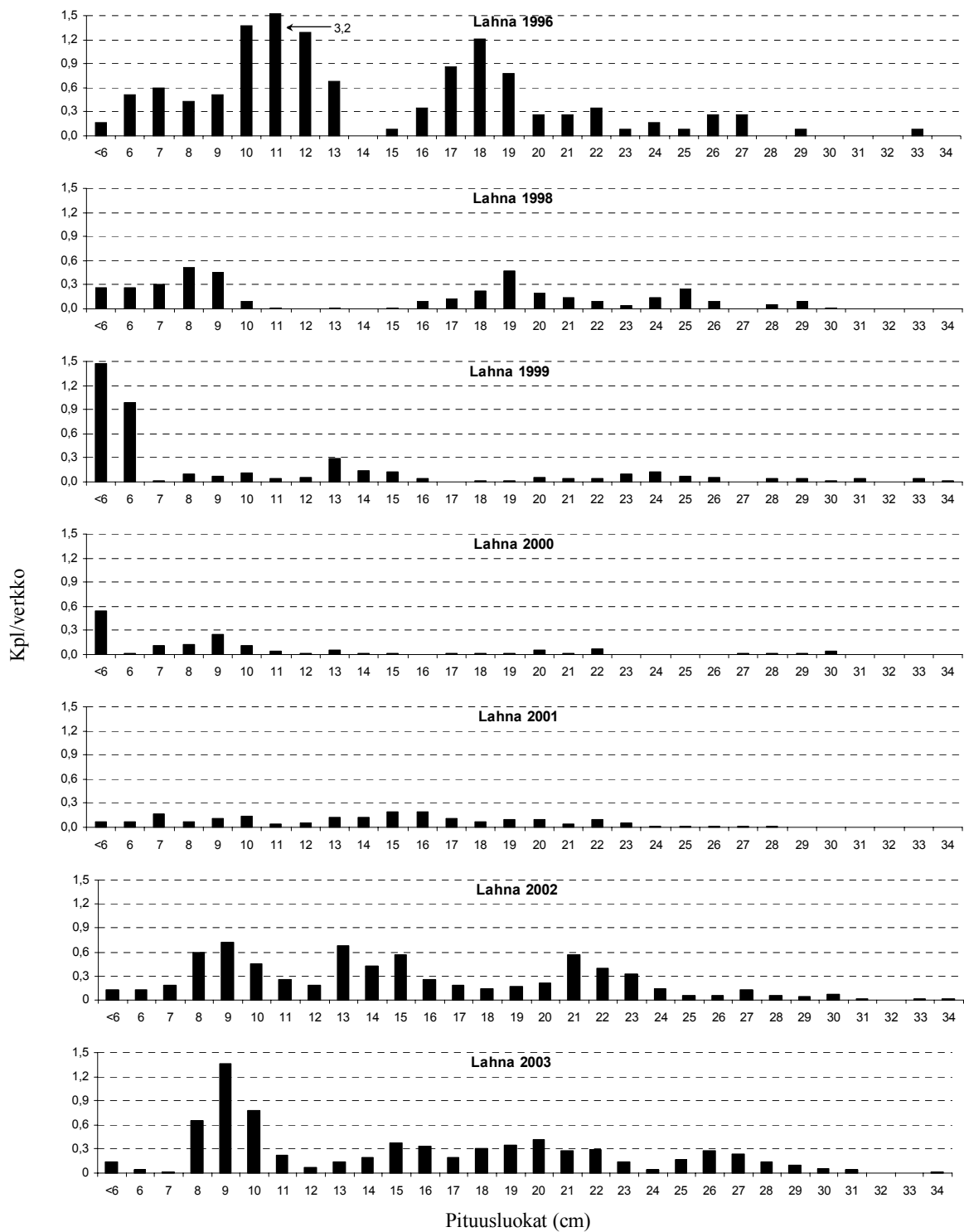
Kuva 3. ...jatkoa



Kuva 3. ...jatkoa



Kuva 3. ...jatkoa



Kuva 3. ...jatkoa

2.3.3 Rusutjärven kokonaisyksikkösaalis

Kokonaisyksikkösaalis oli vuosina 2000-03 melko tasainen ja samaa luokkaa kuin jaksolla 1997-1999, lukuun ottamatta vuoden 2001 notkahdusta (taulukko 3). Sitä vastoin lukumääräsaalis oli selvästi aikaisempaa suurempi, mikä merkitsee saaliskalojen keskiin pienenemistä.

Särkikaloiden paino-osuus oli suunnilleen sama kuin aikaisempina vuosina. Sen sijaan lukumääräosuus pieneni hieman, mutta oli edelleen selvästi suurempi kuin Tuusulanjärvellä (taulukko 3). Ahvenkaloiden osuus suureni varsinkin kahtena viimeisenä vuonna.

2.3.4 Rusutjärven lajikohtaiset saaliit

Vuosina 2000-03 särki oli paino-osuudeltaan suurin laji samoin kuin aiemminkin (taulukko 3, kuva 4). Lukumääräosuudeltaan särki oli runsain laji vuosina 2000 ja 2002 ja pasuri vuosina 2001 ja 2003. Seuraavaksi tärkeimpiä lajeja olivat lahna, salakka, kuha ja ahven.

Ahvenen yksikkösaalis oli varsinkin lukumäärän osalta vuosina 2000-03 suurempi kuin edeltävällä jaksolla (kuva 4). Pituusjakaumien perusteella ahvenen poikastuotanto oli jälkimmäisellä jaksolla aikaisempaa parempi (kuva 5).

Kuhasaalis oli vuosina 2000, 2001 ja 2002 suunnilleen sama luokkaa kuin edeltävällä jaksolla. Vuonna 2002 kuhasaalis oli muita vuosia selvästi suurempi. Vuosina 2001 ja 2002 kuhanpoikasia oli verkkosaaliissa keskimääräistä enemmän, mutta vuoden 2002 vahvaa vuosiluokkaa ei enää näkynyt vuoden 2003 saaliissa.

Kiiskisaalis pieneni jyrkästi vuodesta 1997 lähtien ja oli vuonna 2003 vain murto-osa vuoden 1997 tasosta.

Särjen saalis vaihteli suuresti. Painosaalis oli vuosina 2000-2003 jonkin verran aikaisempaa pienempi, sen sijaan lukumääräsaalis oli keskimäärin suurempi. Pituusjakaumien perusteella vuoden 1999 jälkeen ei ole muodostunut vahvaa vuosiluokkaa.

Salakkasaalis kasvoi vuosien 1998-99 alhaisesta tasosta ja oli vuonna 2003 tutkimusjakson toiseksi korkein.

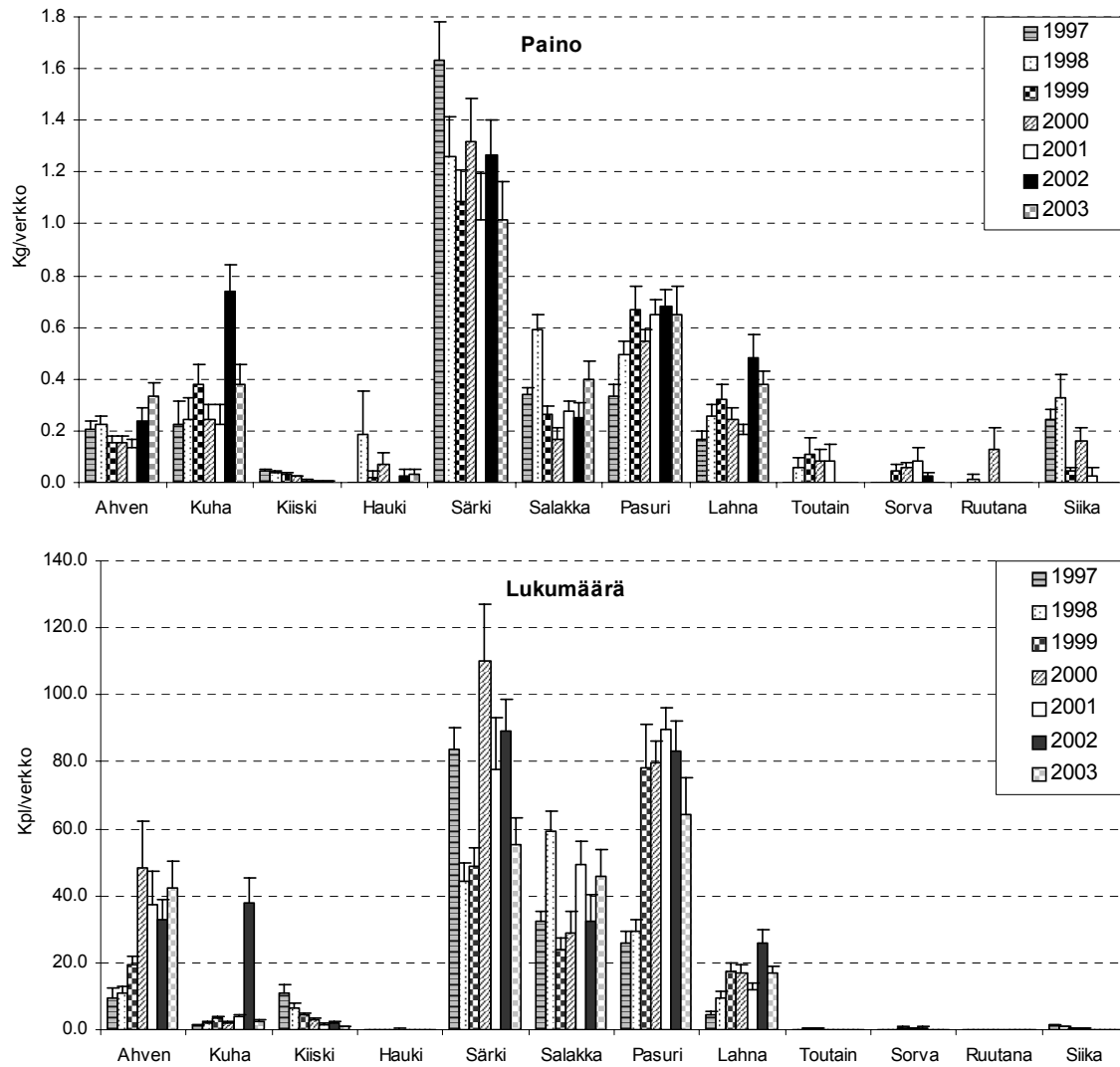
Pasurin painosaalis pysytteli samalla korkealla tasolla kuin vuonna 1999. Lukumääräsaalis pieneni vuonna 2003 hieman, mutta oli edelleen selvästi suurempi kuin vuosina 1997-98. Vuoden 1998 jälkeen poikastuotanto oli runsasta paitsi vuonna 2003.

Lahnasaaliissa oli kaksi huippua: vuosina 1999-2000 ja 2002-2003. Runsaita vuosiluokkia muodostui vuosina 1999 ja 2001.

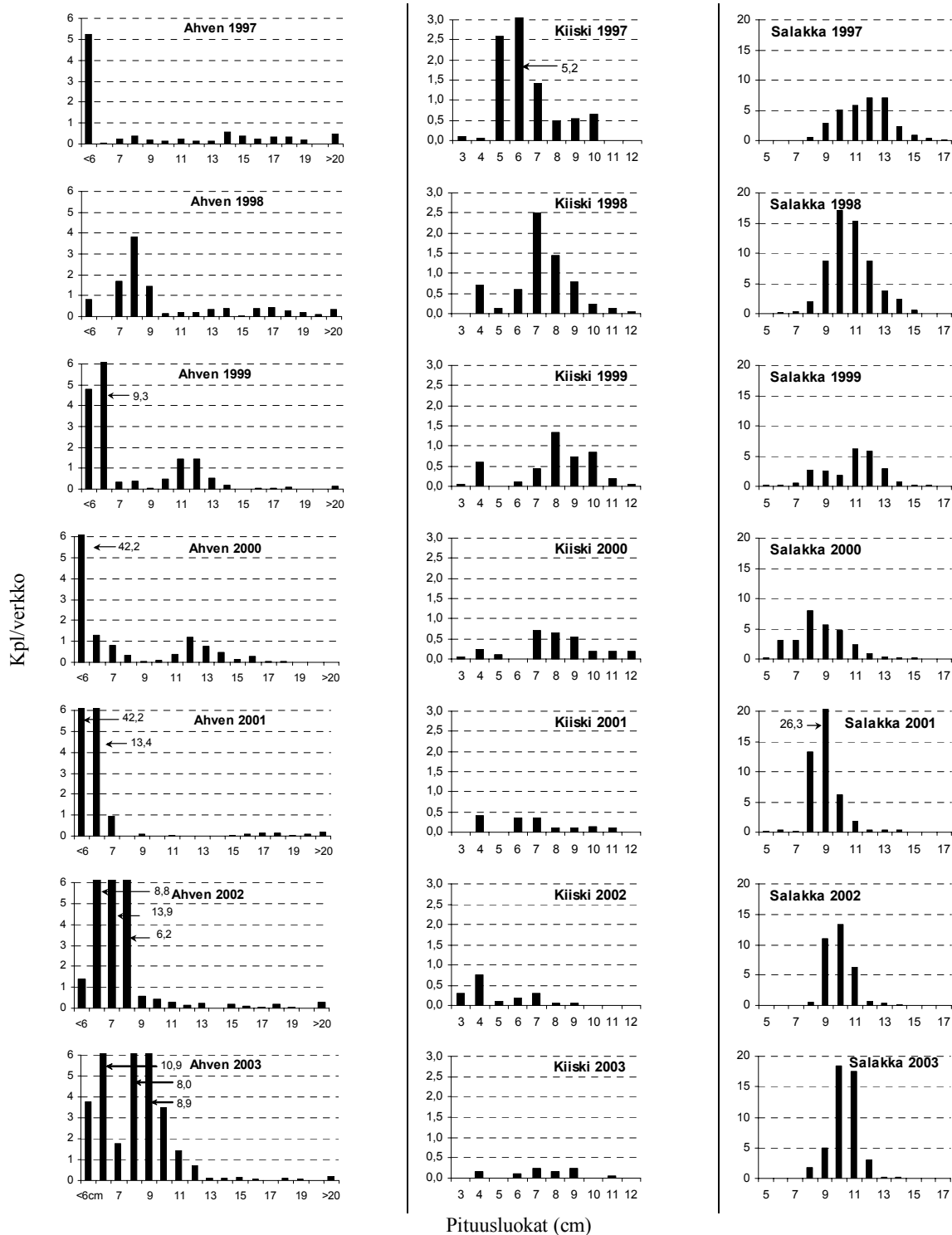
Sorvia saatiin muutamia yksilöitä vuosina 1999-2002, mutta muina vuosina sorvia ei saaliissa ollut.

Taulukko 3. Rusutjärven verkkokoekalastussaa­liit vuosina 1997-2003. Taulukossa on esi­ t­etty lajikohtaiset paino- ja lukumääräverkkoyksikkösaaliit (g ja kpl/verkko) sekä prosent­ tiosuudet saaliin kokonaispainosta ja –lukumäärästä. Muut = ruutana ja särkikalojen ris­ teymät. P. siika = peledsiika, S. kalat = särkikalat, A. kalat = ahvenkalat.

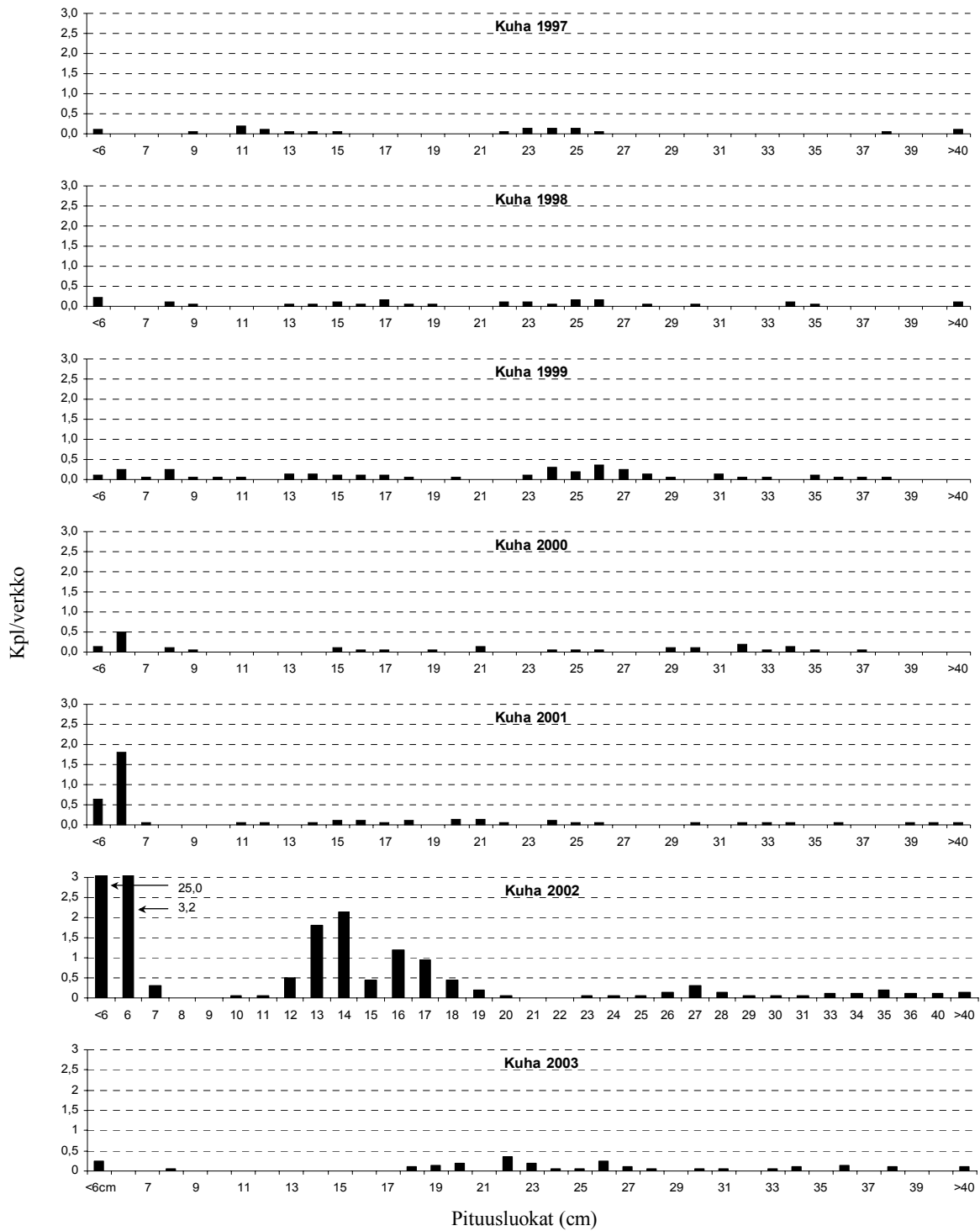
	V U O S I	A H V E N	K U H A	K I S K I	H A U K I	P. S I K A	S Ä R K I	S A L K A	P A S U R I	L A H N A	T O U T A I N	S O R V A	M U U T	Y H T.	S. K A L A T	A. K A L A T
g/verkko	1997	207	222	42	-	244	1634	338	335	169	-	-	4	3195	2479	472
	1998	226	243	37	185	327	1263	594	496	259	55	-	16	3701	2683	506
	1999	151	377	33	22	42	1088	261	669	324	107	44	0	3117	2492	561
	2000	152	243	23	68	159	1319	169	544	246	85	55	126	3190	2543	419
	2001	133	225	8	-	28	1016	279	653	189	87	82	1	2700	2306	366
	2002	237	741	4	25	-	1268	248	682	484	-	25	-	3715	2708	982
	2003	336	379	6	30	-	1013	401	652	383	-	-	-	3199	2449	721
kpl/verkko	1997	9,4	1,3	11,1	-	1,3	83,6	32,4	26,0	4,4	-	-	0,2	169,5	146,5	21,8
	1998	10,9	1,9	6,7	0,1	0,8	44,2	59,2	29,4	9,7	0,4	-	0,1	163,3	143,0	19,5
	1999	19,4	3,4	4,4	0,1	0,5	49,0	23,9	78,2	17,6	0,4	0,6	0,0	197,3	169,6	27,2
	2000	48,2	2,1	2,9	0,2	0,4	110,1	28,7	79,6	17,1	0,2	0,5	0,2	290,0	236,3	53,1
	2001	37,3	4,0	1,6	-	0,1	77,7	49,4	89,9	12,2	0,1	0,6	0,1	272,8	229,9	42,8
	2002	32,9	38,0	1,8	0,1	-	89,4	32,4	83,4	25,9	-	0,2	-	304,0	231,3	72,7
	2003	42,1	2,4	0,9	0,1	-	55,4	45,7	64,4	16,9	-	-	-	227,9	182,3	45,5
Paino %	1997	6,5	7,0	1,3	-	7,6	51,1	10,6	10,5	5,3	-	-	0,1	100,0	77,6	14,8
	1998	6,1	6,6	1,0	5,0	8,8	34,1	16,1	13,4	7,0	1,5	-	0,4	100,0	72,5	13,7
	1999	4,9	12,1	1,0	0,7	1,3	34,9	8,4	21,5	10,4	3,4	1,4	0,0	100,0	80,0	18,0
	2000	4,8	7,6	0,7	2,1	5,0	41,3	5,3	17,1	7,7	2,7	1,7	4,0	100,0	79,7	13,1
	2001	4,9	8,3	0,3	-	1,0	37,6	10,3	24,2	7,0	3,2	3,0	0,0	100,0	85,4	13,6
	2002	6,4	19,9	0,1	0,7	-	34,1	6,7	18,4	13,0	-	0,7	-	100,0	72,9	26,4
	2003	10,5	11,9	0,2	0,9	-	31,7	12,5	20,4	12,0	-	-	-	100,0	76,5	22,5
Kpl %	1997	5,5	0,8	6,5	-	0,7	49,3	19,1	15,3	2,6	-	-	0,1	100,0	86,4	12,8
	1998	6,7	1,2	4,1	0,1	0,5	27,1	36,3	18,0	5,9	0,2	-	0,0	100,0	87,6	11,9
	1999	9,8	1,7	2,2	0,0	0,2	24,8	12,1	39,6	8,9	0,2	0,3	0,0	100,0	86,0	13,8
	2000	16,6	0,7	1,0	0,1	0,1	38,0	9,9	27,5	5,9	0,1	0,2	0,1	100,0	81,5	18,3
	2001	13,7	1,4	0,6	-	0,0	28,5	18,1	33,0	4,5	0,0	0,2	0,0	100,0	84,3	15,7
	2002	10,8	12,5	0,6	0,0	-	29,4	10,7	27,4	8,5	-	0,0	-	100,0	76,1	23,9
	2003	18,5	1,1	0,4	0,0	-	24,3	20,1	28,3	7,4	-	-	-	100,0	80,0	20,0



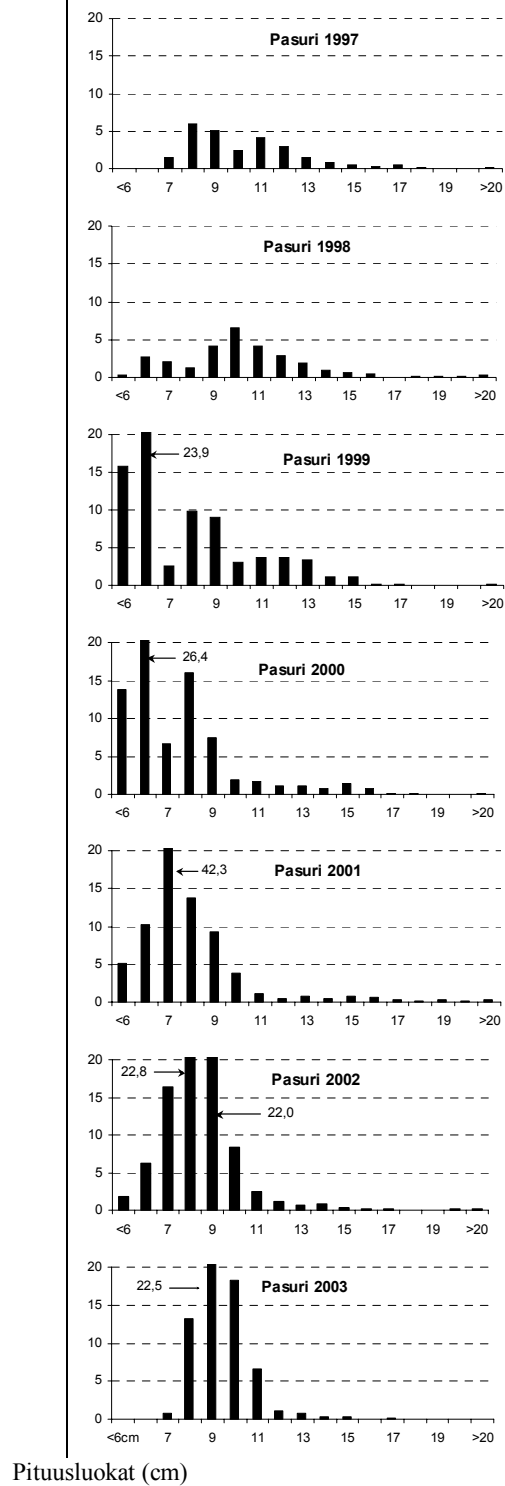
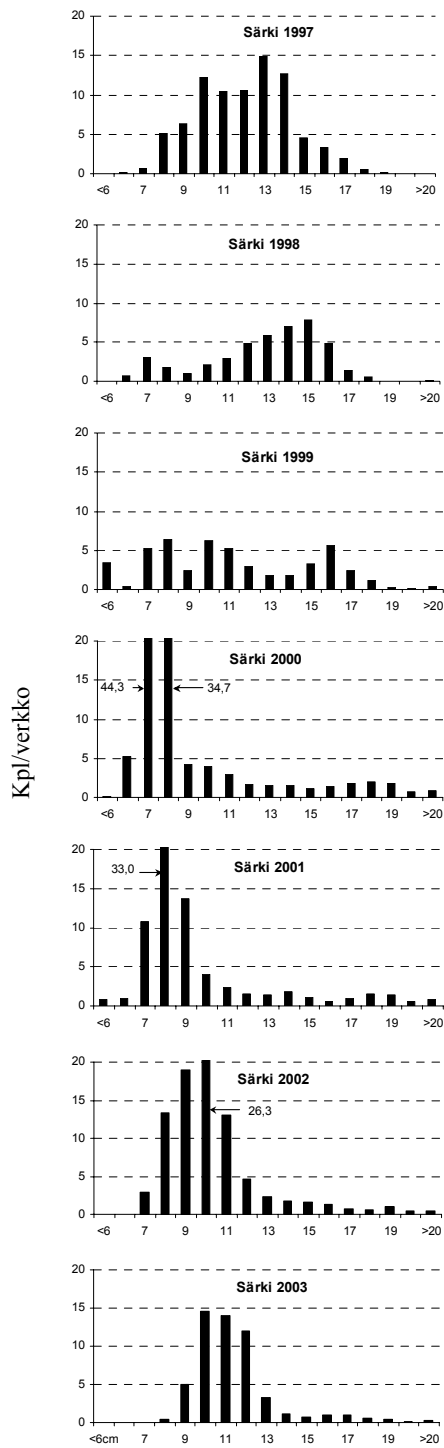
Kuva 4. Rusutjärven verkkokoekalastusten lajikohtaiset yksikkösaaliit vuosina 1997-2003. Ylhäällä painoyksikkösaaliit (kg/verkko) ja alhaalla lukumääräyksikkösaaliit (kpl/verkko). Hajontajanat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä (se).



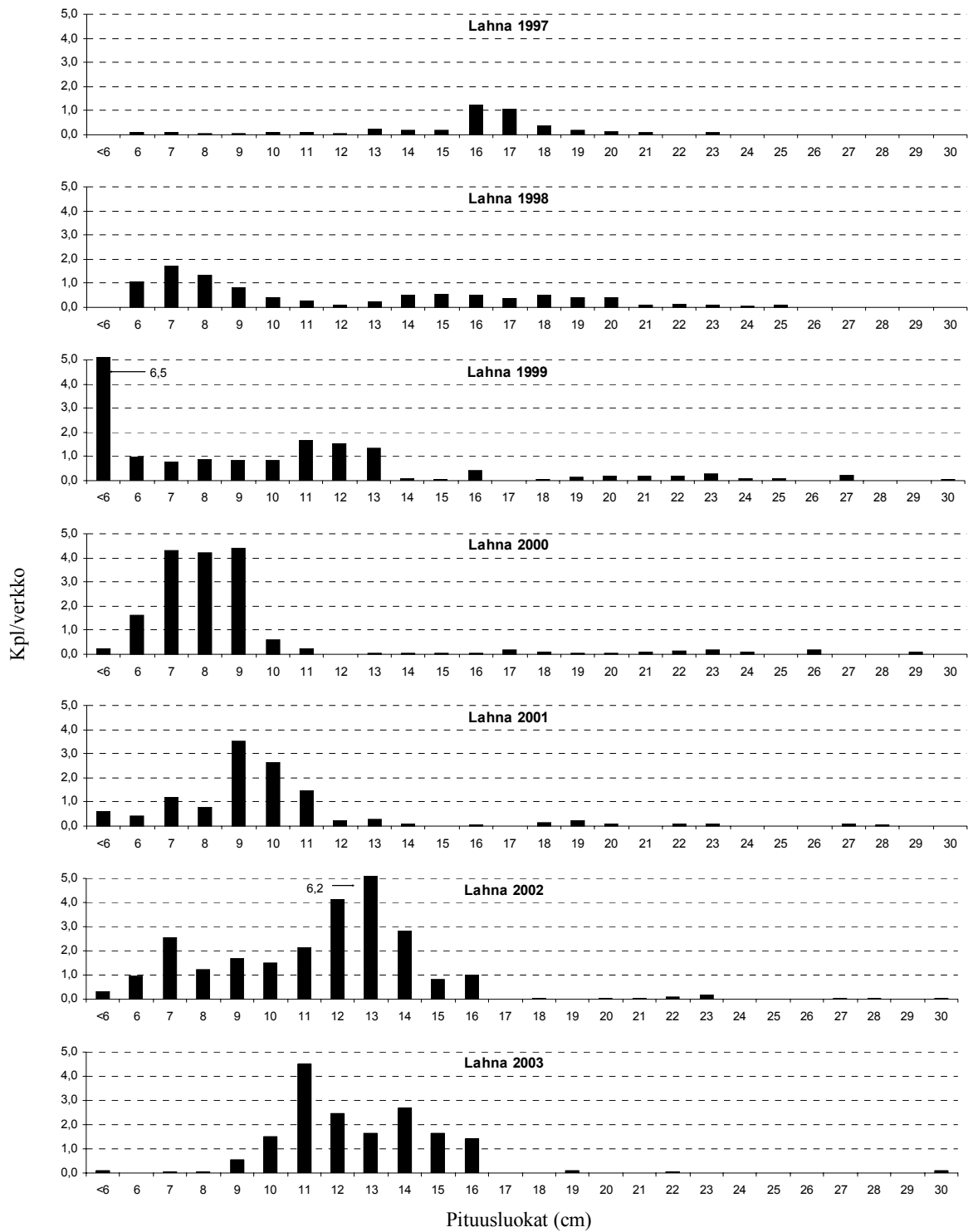
Kuva 5. Tärkeimpien saalislajien pituusjakaumat Rusutjärvellä heinäelokuussa vuosina 1997-2003. Pylväät kuvaavat kunkin kokoluokan yksikkösaalista (kpl/verkko). Katkaistujen pylväiden viereen on merkitty niiden todellinen korkeus.



Kuva 5. ...jatkoa.



Kuva 5. ...jatkoa.



Kuva 5. ...jatkoa.

2.4 Tulosten tarkastelu

2.4.1 Tuusulanjärvi

Tuusulanjärven koekalastusten yksikkösaalis nousi hyvin korkeaksi vuosina 2002 ja 2003, mikä sopii yhteen hoitokalastusponnistuksen vähenemisen kanssa. Yksikkösaaliin kasvu johtui varsinkin särjen ja pasurin, ja vähemmässä määrin lahnan, salakan ja suutarin saaliiden kasvusta. Lahnan määrä nousi myös vuoden 2003 hoitokalastussaaliissa (luku 1) ja kaikuluotaus- & troolaustutkimuksissa (luku 3). Ahvenen saalis pysyi edelleen korkeana, ja kuhan saaliskin palasi vuosien 1996-1999 tasolle. Näiden järven tärkeimpien petokalojen poikastuotanto vaikuttaa hyvältä. Kuorekanta näyttäisi vähentyneen voimakkaasti, kuten kuorearviointiin paremmin soveltuvissa kaikuluotauksissakin (luku 3) havaittiin. Kuoreen lisääntymisessä vaikuttaa olevan ongelmia ja ilmeisesti myös kuolevuus on ollut suurta.

Syksyllä 2003 Tuusulanjärvestä nuotattiin noin 100 kg hehtaarilta särkikalvoja, pääasiassa lahnaa, särkeä ja pasuria. Hoitokalastuksen tehostuminen muutaman saaliiltaan vähäisen vuoden jälkeen onkin hyväksi järven kalakannoille ja veden laadulle. Epäilemättä särkikalojen poikastuotanto säilyy korkeana tulevinakin vuosina, mikäli kutevaa kantaa ei saada riittävästi vähennettyä. Järvessä on nyt kuitenkin myös runsaasti petokalvoja, nuorta kuhaa ja ahventa, auttamassa hoitokalastajia särkikalakantojen kurissa pitämisessä.

2.4.2 Rusutjärvi

Rusutjärven koekalastusten yksikkösaaliit olivat keskimäärin vain reilu puolet Tuusulanjärven saaliista. Rusutjärvi on jonkin verran Tuusulanjärveä vähäravinteisempi systeemi johtuen mm. Päijänne-tunnelin juoksutuksista. Painosaalis laski vuonna 2003 vuosien 1997-1999 tasolle, mutta lukumääräsaalis pysyi edelleen korkeana. Eniten vähentyivät kuhasaaliit. Kuhan poikastuotanto näyttää jääneen heikoksi, kuten kuhanpoikastutkimuksissakin (luku 4) havaittiin. Ahvensaalis sen sijaan runsastui, ja poikastuotanto oli hyvä vuosina 2002 ja 2003. Rusutjärvi on Tuusulanjärveenkin verrattuna hyvin särkikalavaltainen järvi, johon on muodostunut keskikokoisten ja hidaskasvuisten särkien, pasurien ja lahnojen vallitseva kalayhteisö. Nämä kalat ovat suurelta osin liian suuria järven tärkeimmän petokalan kuhan saaliskaloiksi. Särkikalojen poikastuotanto oli kesällä 2003 heikko. Hoitokalastamalla vanhat särkikalat vähiin saataisiin kalakantoja nuorennettua ja samalla myös runsaasti sopivan kokoista ravintokalaa kuhalle ja elintilaa ahvenelle.

Kirjallisuus

Kurkilahti, M. & Ruuhijärvi, J. 1996: Ryhtiä koeverkkokalastukseen oikealla suunnittelulla. — *Vesitalous* 2/1996. s. 22-25.

Olin, M. ja Rask, M. 1996: Tuusulanjärven koeverkkokalastukset elokuussa 1996: — RKTL, Evon kalantutkimus ja vesiviljely. Moniste. 24 s.

Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 1999: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 1998. — Kala- ja riistaraportteja 158, 100 s.

Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2000: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 1999. — Kala- ja riistaraportteja 195, 116 s.

- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2001: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 2000. — Kala- ja riistaraportteja 227, 136 s.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2002: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 2001. — Kala- ja riistaraportteja 262, 136 s.
- Olin, M., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Villa, L., Savola, P., Sammalkorpi, I. & Poikonen, K. 1998: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset - vuosiraportti 1997. — Kala- ja riistaraportteja 123. 99 s.

3. Tuusulanjärven ulappa-alueen kalatiheys ja – biomassa vuosina 2000-2003 kaikuluotauksella ja koetroolauksella arvioituna

Tommi Malinen, Antti Tuomaala ja Zeynep Pekcan-Hekim

Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos, PL 65, 00014 Helsingin yliopisto

3.1 Johdanto

Kaikuluotausta on käytetty Tuusulanjärven ulappa-alueen kalakantojen arvioinnissa vuodesta 1997 alkaen, jolloin järven tehokalastushanke käynnistyi. Tehokkaan nuotta- ja rysäpyynnin seurauksena järven kalamäärä pienentyi huomattavasti: vuosien 1997-1999 aikana ulappa-alueella loppusyksyllä havaittu kalabiomassa romahti kuudesosaan alkuperäisestä (Malinen & Peltonen 2000).

Tuusulanjärven kalatutkimusten päämääränä on ollut seurata tehokalastushankkeen mahdollisesti aiheuttamia muutoksia kalayhteisössä. Järven kalakantojen kehitystä on seurattu vuoden 1999 jälkeen sekä verkkokoekalastuksilla (ks. luku 2) että samanlaisilla kaikuluotauksilla ja koetroolauksilla. Vuosien 2000-2003 kaikuluotauksen ja koetroolaustutkimusten tavoitteena on ollut arvioida Tuusulanjärven ulappa-alueen kalatiheyden ja –biomassan kehitys lajeittain sekä ulappa-alueen runsaimman kalalajin, kuoreen, osalta vuotuinen kannan koko ikäryhmittäin. Lisäksi seurantajakson aikana on tutkittu järven kuorekantaa pahoin vaivaavan *Glugea hertwigi* –loisen runsautta ja kaikuluotaustutkimukseen parhaiten soveltuvaa ajankohtaa.

3.2 Aineisto ja menetelmät

3.2.1 Aineisto

Tuusulanjärven ulappa-alue (yli 3 m syvä alue) kaikuluodattiin päiväsaikaan lokamarraskuussa 1-3 kertaa kaikkina seurantajakson vuosina. Vuonna 2003 toteutettiin lisäksi laajempi kaikuluotaustutkimus, johon kuuluivat elokuussa päivällä, elokuussa yöllä, lokakuussa päivällä ja lokakuussa yöllä tehdyt kaikuluotaukset. Kaikuluotausten yhteydessä tehtiin koetroolauksia sekä ulappa-alueella että alle 3 m syvällä alueella. Kaikuluotaukset tehtiin yli 3 m syvillä alueilla pohjois-etelä suuntaisia, 200 m päässä toisistaan sijaitsevia linjoja pitkin (kuva 1A). Ainoa poikkeus oli vuoden 2000 ensimmäinen tutkimuskerta, jolloin käytettiin ”sik-sak”-tyyppistä linjastoa.

Yli 3 m syvillä alueilla koetroolaukset tehtiin kahdella yhdensuuntaisella linjalla. Vuonna 2000 käytettiin hieman erisuuntaisia linjoja (etelä-pohjoinen) kuin vuosina 2001-2003 (kuva 1B). Matalien alueiden koetroolaukset tehtiin neljää eri puolelle järveä sijoitettua linjaa pitkin (kuva 1 B). Vuonna 2000 ei kuitenkaan troolattu linjoilla C ja D koeluontoisen otannan takia, eikä vuonna 2002 linjalla F järven eteläpään aikaisen jäätymisen takia. Syvänealueella koetroolaukset tehtiin syvyyksillä, joissa havaittiin eniten kaloja ja lisäksi kaikuluotaimen pintakatvealueella (0-2 m). Matalilla alueilla trooli ulottui käytännössä pinnasta pohjaan.

3.2.2 Menetelmät

Kaikuluotaus — Kaikuluotaukset tehtiin SIMRAD EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella ja lohkokeilaisella ES120-7F -anturilla, jonka lähettämän äänen taajuus on 120 kHz ja äänikeilan avautumiskulma 7° (-3 dB tasolle). Aineisto analysoitiin EP500 ja Excel taulukkolaskentaohjelmilla. EP500 -ohjelma erittelee yksittäisistä kaloista ja kalaparviasta heijastuneet kaiut. Kalojen vertikaalisen etäisyyden toisistaan ja pohjasta tulee olla 30 cm, jotta ne havaittaisiin yksittäisinä. Vuoden 2003 elokuussa pohjasta nousseiden metaanikuplien vaikutus kalakanta-arvioihin poistettiin rajaamalla kuplavanat analyysin ulkopuolelle.

Yli 5 m syvien alueiden kalatiheys laskettiin kahdella tavalla: käyttämällä otosyksikköinä kokonaisia kaikuluotauslinjoja ja käyttämällä otosyksikköinä n. 150 m pitkiä linjan osia. Lisäksi laskettiin kalatiheys 3-5 m syville alueille käyttämällä otosyksikköinä niitä linjojen osia, joissa syvyys oli 3-5 m. Otosyksikön kalatiheys laskettiin 2-4:nä kerroksena, joiden rajat määritettiin kaikuintegraalin vertikaalijakauman ja troolisaaliin lajikoostumuksen perusteella. Tavoitteena oli jakaa vesipatsas kalatiheyden, lajiston, kokojakauman tai pintahäiriön voimakkuuden perusteella eroaviin kerroksiin. Tämä parantaa arvioiden tarkkuutta oleellisesti verrattuna yhtenä kerroksena tehtyyn analyysiin, varsinkin Tuusulanjärven kaltaisella järvellä, jossa suurin osa kaloista on parvissa ja eri lajit ja/tai kokoluokat esiintyvät eri vesikerroksissa. Pääsääntöisesti laskenta tehtiin siten, että kokonaiskaikuintegraali jaettiin vesikerroksen keskimääräisellä yhdestä kalasta heijastuvalla integraalilla. Yhdestä kalasta heijastuva keskimääräinen integraali määritettiin vesikerroksen koetroolaussaaliin perusteella sekä kaikuluotaimen kohdevoimakkuusjakauman perusteella. Kokonaiskalatiheys muutettiin lajikohtaiseksi troolisaaliin lajijakauman perusteella. Kalalajikohtaiset biomassat laskettiin kalalajikohtaisten tiheysarvioiden ja troolisaaliin kalalajikohtaisten keskipainojen avulla.

Alueiden keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa hehtaaria kohden laskettiin otosyksikköjen pituuksilla painotettuna keskiarvona. Keskiarvon varianssi laskettiin Shottonin ja Bazigos:n (1984) esittämällä kaavalla ja 95 % luottamusväli Poisson-jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990).

Koetroolaukset — Koetroolauksissa käytettiin pientä paritroolia (suuaukon korkeus 1,5 - 2 m, leveys 5 m ja perän silmäharvuus 3 mm). Troolin vetonopeus oli keskimäärin 1,5 solmua.

Koetroolaustutkimuksen tavoitteena oli:

1. Kalalajien runsaussuhteiden ja kokojakauman selvittäminen ulappa-alueella eri vesikerroksissa kaikuluotaustulosten laskentaa varten
2. Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalatiheyden ja -biomassan arviointi
3. Matalien (1,5-3 metriä syvien) alueiden kalatiheyden ja biomassan arviointi
4. Kuoreaineiston hankinta ikä- ja loismäärityksiä varten

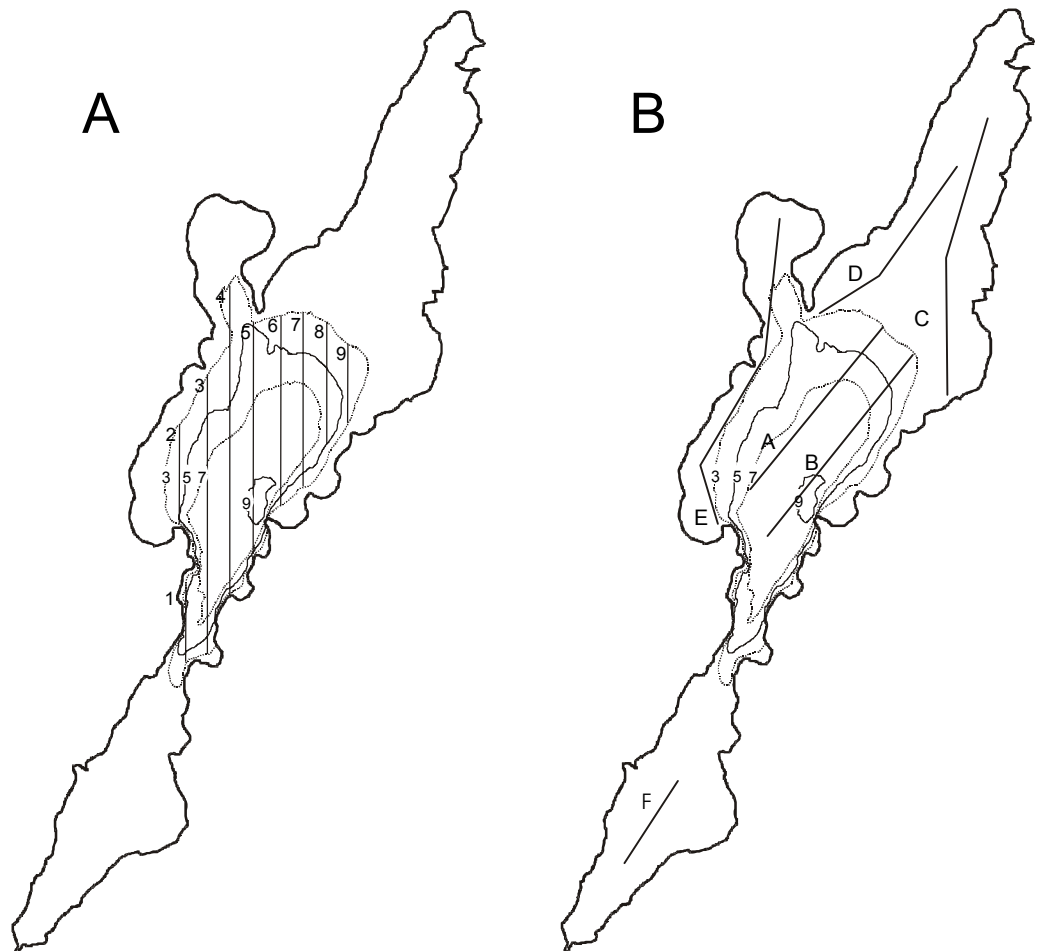
Kunkin lajin vetokohtainen saalis punnittiin gramman tarkkuudella. Saaliin lajeittaiset yksilömäärät laskettiin joko kaikista kaloista tai otoksesta lasketun keskipainon perusteella. Lisäksi syvänealueiden vedoista mitattiin lajeittaiset pituusjakaumat millimetrim tarkkuudella.

Kaikuluotaimen pintakatvealueen lajeittaiset kalatiheydet ja -biomassat hehtaaria kohden laskettiin 0-2 m syvyydeltä vedettyjen troolivetojen perusteella (kuva 1B, linjat A ja B) ja matalien alueiden neljän 0-1,5 m syvyydeltä vedetyn troolivedon perusteella (kuva 1B, linjat C-F).

Kuorekannan koko ja kuolevuus — Kannan koko laskettiin erikseen 0-vuotiaille ja vanhemmille kuoreille kertomalla kunkin syvyysvyöhykkeen kalatiheysarvio vyöhykkeen alalla ja laskemalla nämä yhteen. Yli 3 m syvien alueiden tiheysarvio sisälsi sekä kaikuluotausarvion että trolaukseen perustuvan pintakatvelueen kalatiheysarvion, kun taas 1,5-3 m syvien alueiden tiheysarvio perustui pelkästään näiden matalien alueiden trolauksiin. Kuoreita oletettiin esiintyvän ainoastaan yli 1,5 m syvillä alueilla. Myöskään kaikuluotaimen pohjakatvealueella mahdollisesti olleet kuoreet eivät sisälly arvioon. Kuoreen kuolevuusarviot laskettiin edeltävän vuoden koko kannan ja seuraavan vuoden 0-vuotiaita vanhempien kuoreiden lukumäärän suhteeseen perustuen.

Ikäjakauma ja loismääritykset — Kuoreiden jako kahteen luokkaan, 0-vuotiaisiin ja vanhempiin, tehtiin pituusjakaumien ja ikämääritysten perusteella. Ikämääritysten lukumäärä vaihteli sen mukaan, kuinka erillisiä 0-vuotiaiden ja vanhempien pituusjakaumat näyttivät olevan. Vuoden 2000 jako perustui pituusjakaumaan ja Pekcanin (2002) tekemiin ikämäärityksiin. Vuonna 2001 tehtiin vain 22 ikämääritystä jaon varmistamiseksi, mutta vuosina 2002 ja 2003 jouduttiin tekemään n. 200 määritystä päällekkäisten pituusjakaumien takia. Ikämääritykset tehtiin neutraalipunalla värjätystä ja hiotuista otoliiteista (Pekcan 2002).

Vuoden 2000 aineistosta tehdyn *Glugea hertwigi* -tutkimuksen (Pekcan 2002, Pekcan ym. 2004) lisäksi määritettiin vuosien 2002 ja 2003 ikänäytteistä *Glugea* -loisen esiintyvyys erikseen 0-vuotiaille ja vanhemmille kuoreille sekä loisittujen kalojen sisältämien *Glugea* -rakkuloiden lukumäärä.

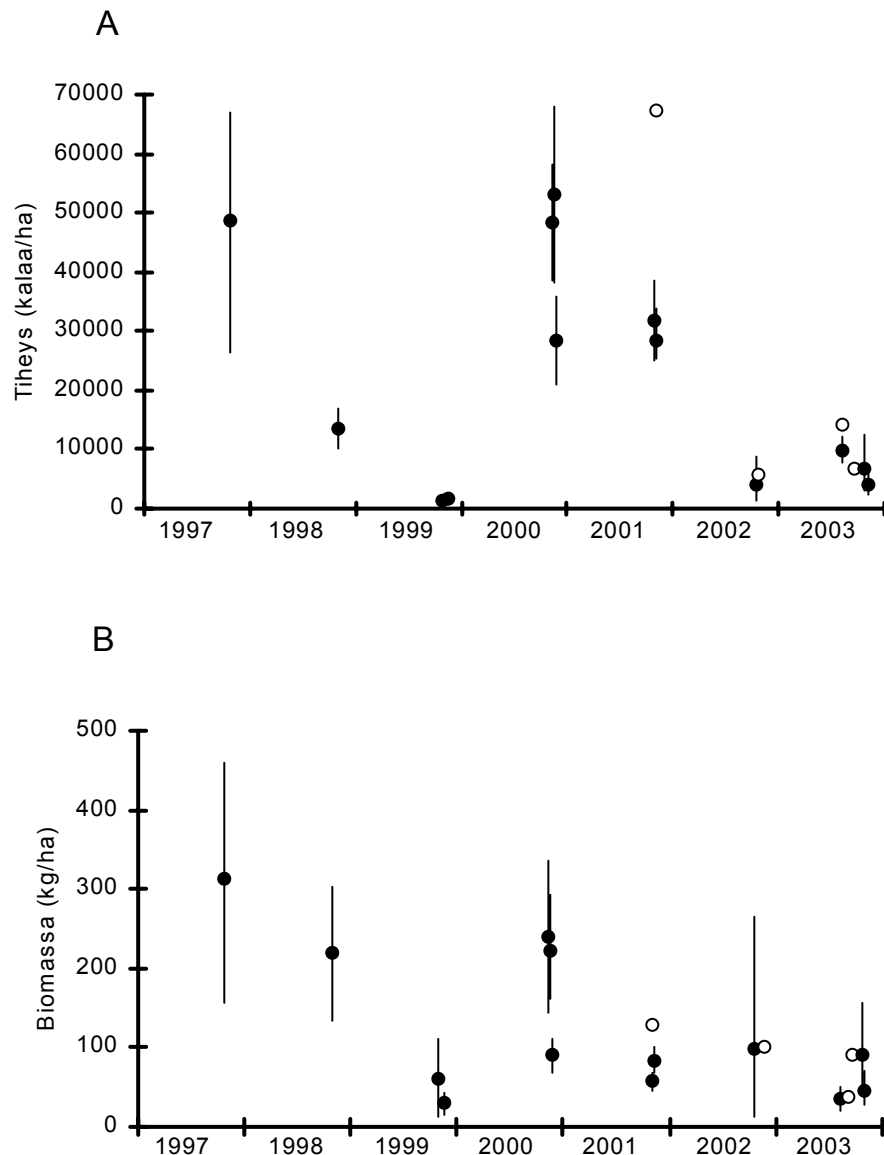


Kuva 1. Tuusulanjärvellä kaikuluodatut (A) ja koetroolatut (B) linjat.

3.3. Tulokset

3.3.1 Kalatiheys ja –biomassa loppusyksyllä

Kaikuluotausten ja koetroolausten perusteella Tuusulanjärven yli 5 m syvien alueiden kalatiheys nousi huomattavasti heti edellisen seurantajakson (1997-1999) jälkeen: vuoden 2000 lokakuussa tiheysarvio oli n. 50 000 kalaa/ha. Tiheys oli suunnilleen yhtä suuri vielä vuonna 2001, mutta laski tämän jälkeen selvästi (kuva 2A). Vuoden 2003 loka-marraskuussa tiheysarvio oli enää n. 5000 kalaa/ha. Myös kalabiomassan kehitys oli samansuuntaista, mutta vuosien väliset vaihtelut olivat pienempiä. Vuoden 2003 loka-marraskuussa yli 5 m syvien alueiden biomassa-arvio oli 50-90 kg/ha. Pintakatvealueen kalamäärä oli yleensä alhainen. Poikkeuksena oli vuosi 2001, jolloin yli puolet tiheydestä ja kolmasosa biomassasta havaittiin pintakatvealueella.

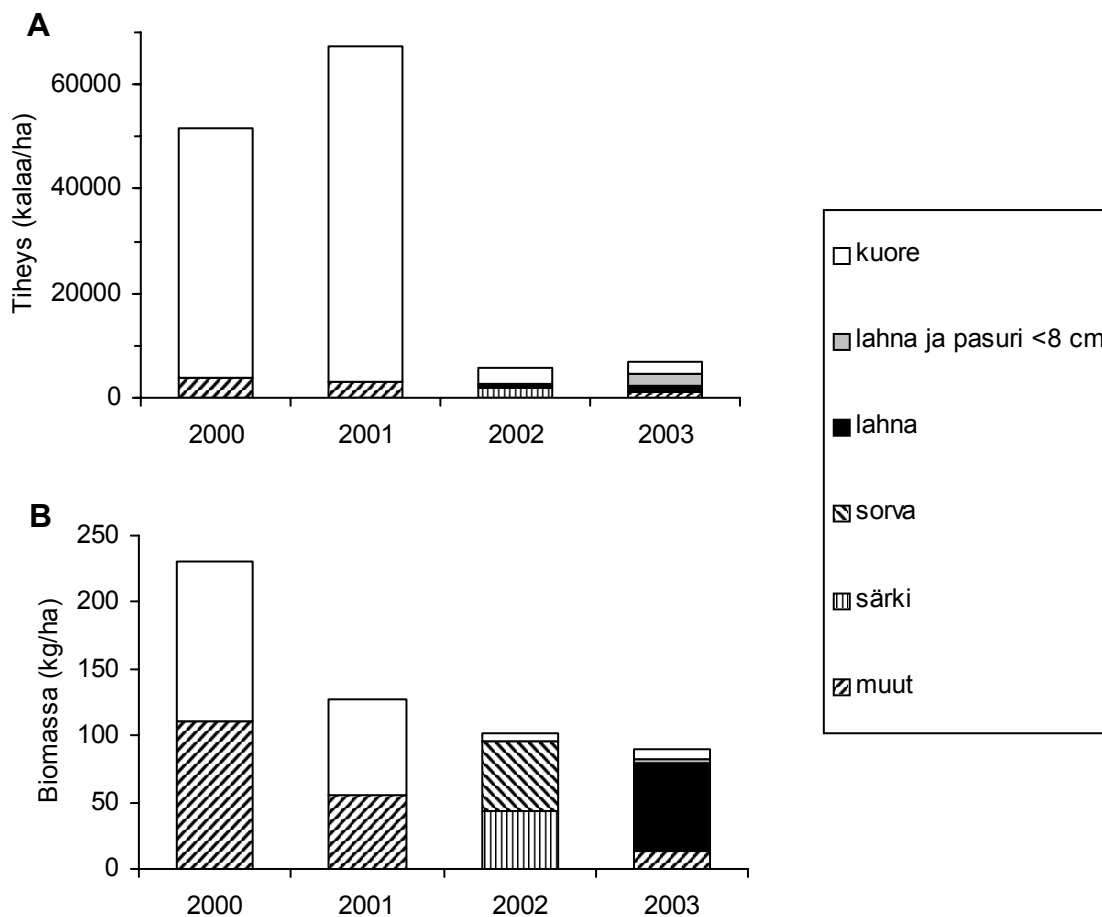


Kuva 2. Tuusulanjärven yli 5 m syvien alueiden kalatiheys (A) ja –biomassa (B), sekä niiden 95 % luottamusvälit vuosina 1997-2003 kaikuluotauksella arvioituna. Vuosilta 2001-2003 on esitetty myös kaikuluotausarvion ja troolauksista lasketun pintakatvealueen kalatiheys/biomassa-arvion summa (o – merkki). Vuoden 2003 osalta on esitetty ainoastaan loka-marraskuussa päivällä tehdyt arviot vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi.

Kalatiheys ja -biomassa olivat selvästi pienempiä 3-5 m syvillä kuin yli 5 m syvillä alueilla loka-marraskuussa tehtyjen kaikuluotausten mukaan. Vuonna 2000 biomassa-arvio 3-5 m syville alueille oli 120 kg/ha, vuonna 2001 30-40 kg/ha ja tämän jälkeen alle 5 kg/ha. Matalilla alueilla tehtyjen koetroolausten mukaan 1,5-3 m syvien alueiden biomassat olivat vielä tätäkin pienempiä: v. 2000 n. 30 kg/ha ja tämän jälkeen 0-5 kg/ha (ks. myös kuva 8).

3.3.2 Syvännealueen lajijakauma

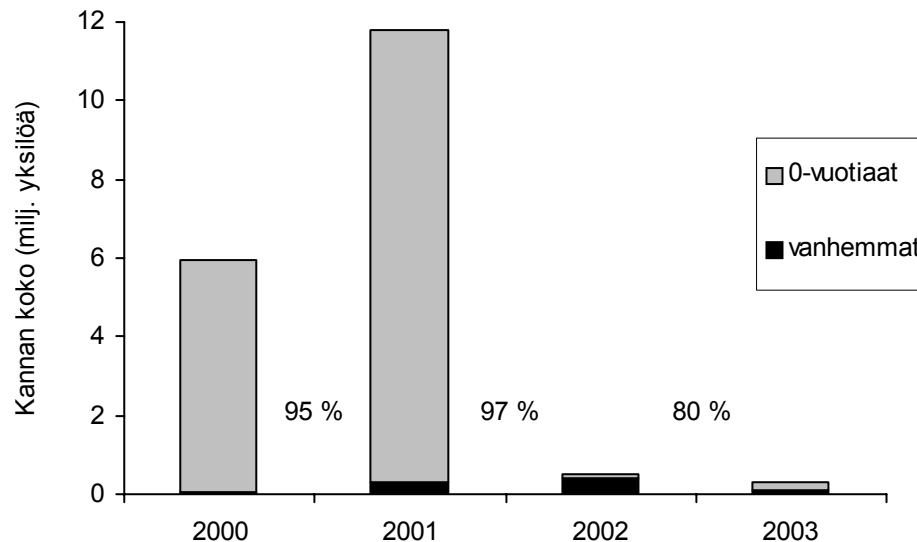
Yli 5 m syvien alueiden lukumääräisesti runsain laji oli seurantajakson aikana kuore (kuva 3). Kuoreen lisäksi syvännealueella on tavattu merkittäviä määriä ainoastaan pieniä lahnoja ja pasureita, suurempia lahnoja, särkiä ja sorvia. Biomassaltaan kuore oli valtalaji vuosina 2000 ja 2001, mutta vuonna 2002 biomassa koostui lähinnä särjistä ja sorvista, ja vuonna 2003 lahnoista. Vuoden 2000 ja 2001 arvioita ei voitu riittävästi jakaa tarkkoihin lajeittaisiin luokkiin, mutta ”muut” lajit sisälsivät etupäässä lahnaa ja pasuria.



Kuva 3. Yli 5 m syvien alueiden kalatiheysarviot (A) ja kalabiomassa-arviot (B) kaikuluotauksen ja pintatroulauksen mukaan. Vuosina 2000 ja 2001 luokka ”muut” sisältää kaikki muut lajit paitsi kuoreen.

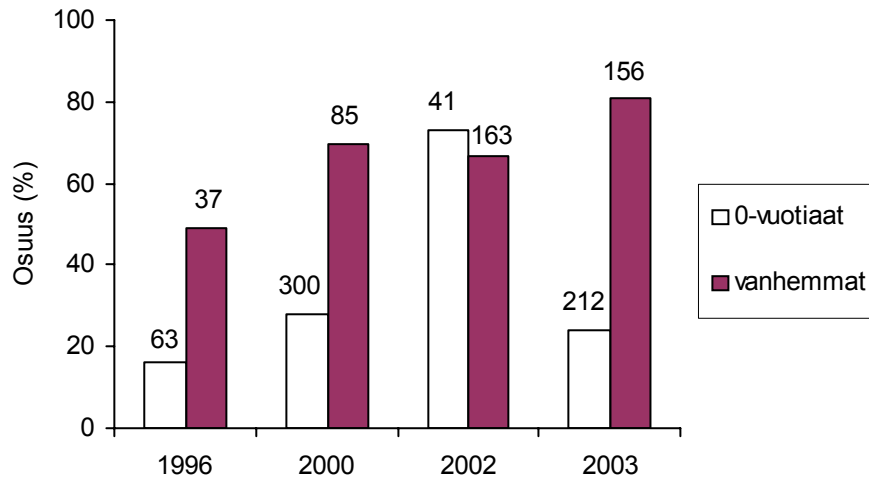
3.3.3 Kuorekanta

Kuorekannan koko vaihteli suuresti seurantajakson aikana (kuva 4). Vaikka aikaisempia laskelmia kuorekannan koosta ei ole, voidaan Malisen ja Peltosen (2000) esittämien tulosten perusteella sanoa, että kannan koko oli vuonna 1999 selvästi alle miljoona yksilöä. Vuosiluokat 2000 ja 2001 olivat vahvoja, ja vuoden 2001 loppusyksyllä kuorekannan koko oli jo n. 12 miljoonaa yksilöä. Erittäin suuren kuolevuuden ja heikkojen vuosiluokkien 2002 ja 2003 takia kanta kuitenkin romahti n. 300 000 yksilöön loppusyksyyn 2003 mennessä.

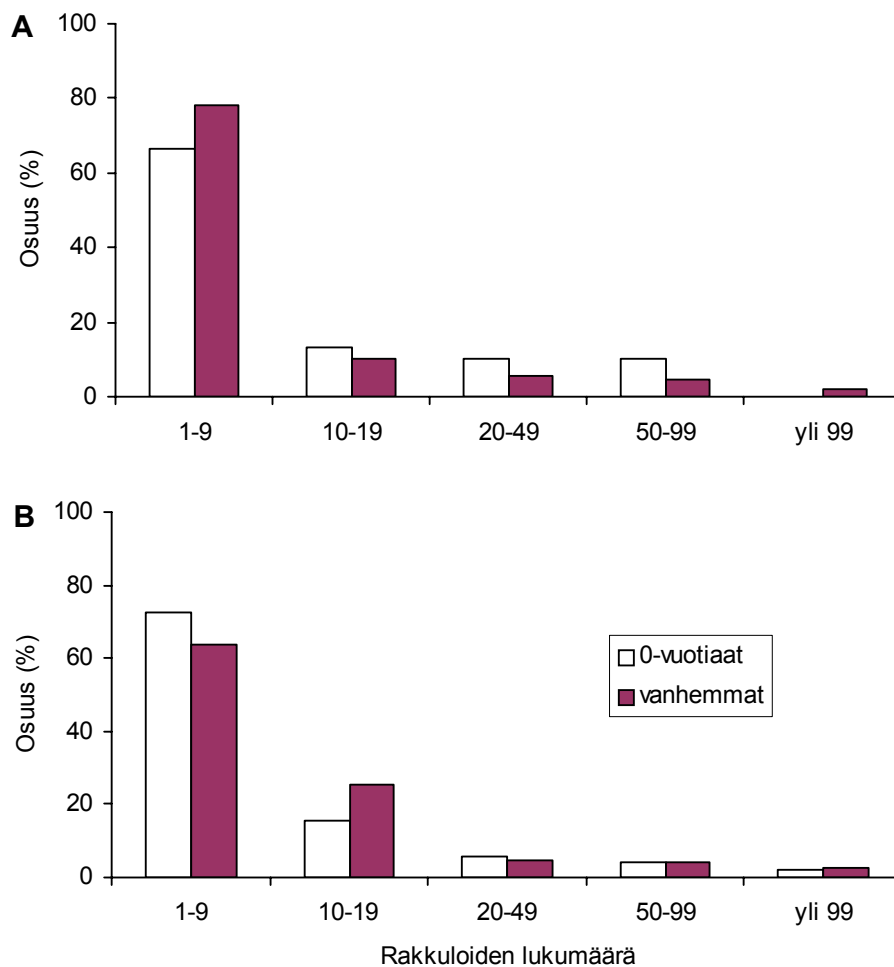


Kuva 4. Tuusulanjärven kuorekannan kehitys vuosina 2000-2003 loppusyksyllä tehtyjen kaikkuluotauksen ja koetroolauksen mukaan. Tutkimusajankohdienten välillä tapahtunut kannan kuolevuus on ilmoitettu prosentteina pylväiden välillä.

Glugea Hertwigi -loinen oli hyvin yleinen kuoreessa koko seurantajakson ajan (kuva 5). Vanhemmilla kuoreilla infektoituneiden kalojen osuus oli selvästi suurempi kuin 0-vuotiailla. Loisittujen kalojen osuus oli vanhemmilla kuoreilla suhteellisen vakio jakson aikana, 70-80 %, mutta 0-vuotiailla loisittuja kaloja oli vuonna 2002 selvästi enemmän kuin muina vuosina. Seurantajakson aikana loisittuja kaloja näytti olevan suurempi osa populaatiosta kuin vuonna 1996. Vaikka suurimmalla osalla loisituista kaloista loisrakkuloiden lukumäärä oli alle 20, löytyi kaikkina tutkimusvuosina myös erittäin pahoin infektoituneita kuoreita (kuva 6 ja Pekcan 2002).



Kuva 5. *Glugea Hertwigi* -loisen esiintyvyys Tuusulanjärven kuoressa. Vuoden 1996 ja 2000 luvut ovat Pekcanin (2002) esittämiä. Kunkin vuoden ja ikäryhmän loisnäytteen koko on ilmoitettu pylvään päällä.

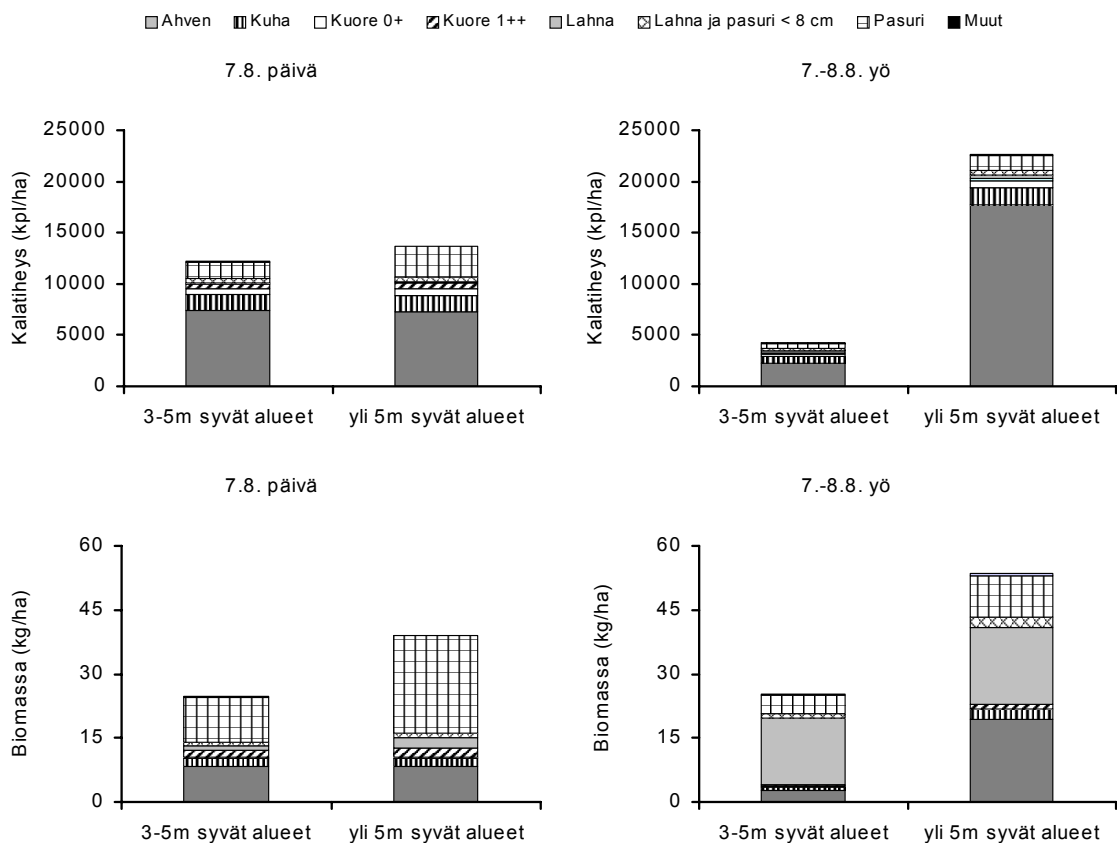


Kuva 6. *Glugea Hertwigi* -loisrakkuloiden lukumäärä ilmoitettuna kunkin luokan osuutena loisituista kuoreista vuosina 2002 (A) ja 2003 (B).

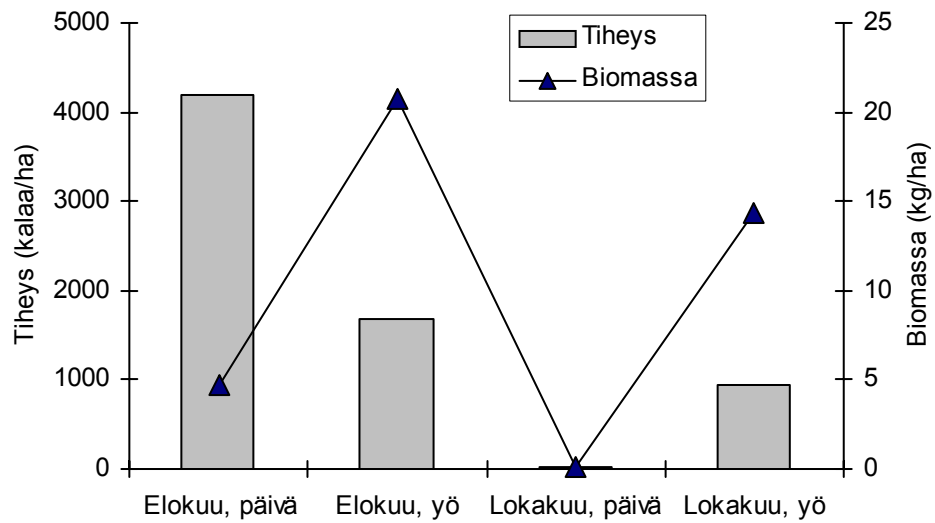
3.3.4 Tutkimusajankohtien vertailu

Elokuussa 2003 kaikuluotausten ja koetroolausten lajijakaumien perusteella sekä kalatiheys että –biomassa olivat yli 5 m syvillä alueilla yöllä suurempia kuin päivällä (kuva 7). Sen sijaan 3-5 m syvillä alueilla tilanne oli päinvastainen. Syvänealueen lukumääräisesti selvästi runsain laji oli ahven ja toiseksi runsain pasuri. Päivällä syvänealueen kalabiomassasta suurimman osan muodostivat ahven ja pasuri, mutta yöllä biomassaltaan runsain laji oli lahna. Kuoreen tiheysarviot olivat hyvin pieniä. Pintakatvealueen kalatiheys oli päivällä varsin suuri, noin kolmasosa koko vesikerroksen kalatiheydestä, mutta yöllä huomattavasti pienempi (kuva 8). Sen sijaan pintakatvealueen biomassassa oli huomattavan suuri nimenomaan yöllä, jolloin se oli noin puolet koko vesikerroksen biomassasta.

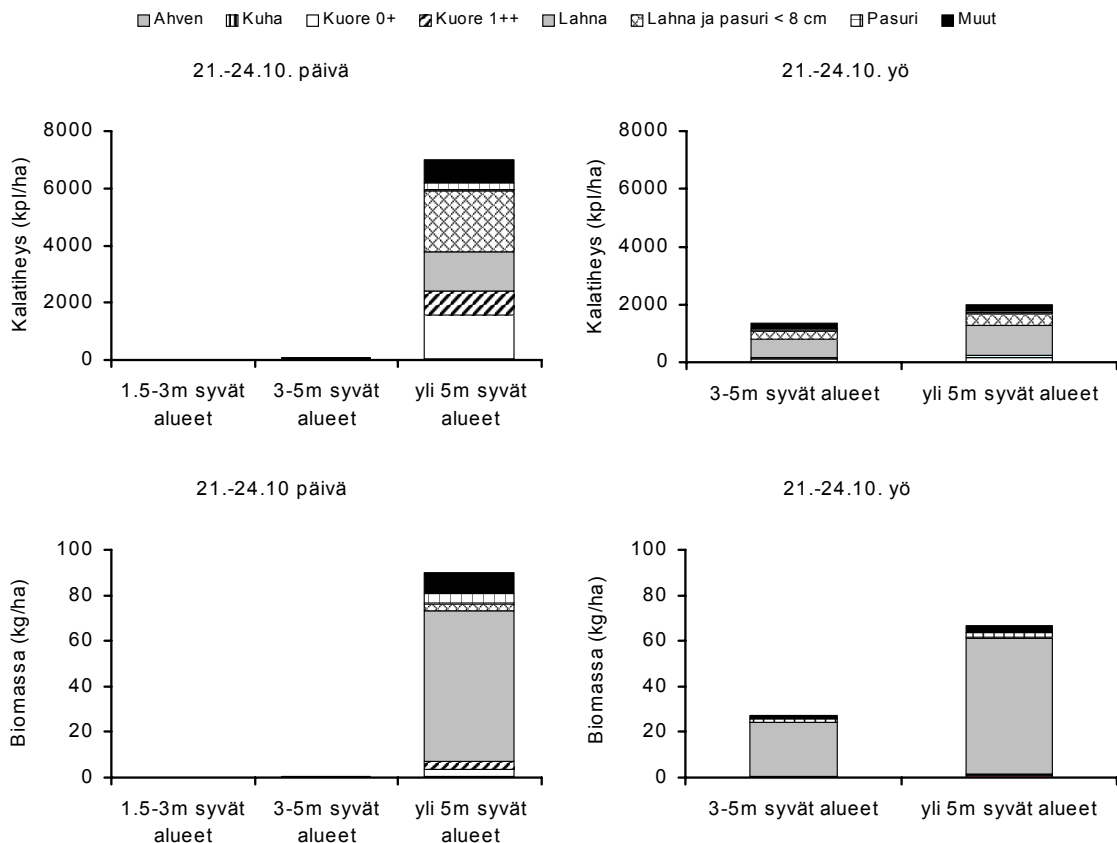
Lokakuussa syvänealueen kalatiheys ja –biomassa olivat päivällä selvästi suurempia kuin yöllä (kuva 9). Lukumääräisesti runsaimpia lajeja olivat kuore, lahna sekä luokka ”lahna ja pasuri < 8 cm”. Biomassasta suurin osa oli sekä päivällä että yöllä lahnaa. Matalien 1,5-3 m syvien alueiden kalatiheys ja –biomassa oli koetroolausten perusteella erittäin alhainen. Etenkin 0-vuotiaiden kuoreiden tiheysarvio oli suurempi kuin elokuussa. Ahvenen tiheysarvio oli erittäin pieni verrattuna elokuuhun. Pintakatvealueen kalatiheys ja –biomassa olivat pieniä etenkin päivällä (kuva 8). Yöllä pintakerroksen kalatiheys oli n. 900 kalaa/ha ja biomassassa n. 15 kg/ha.



Kuva 7. Kalatiheys – ja biomassa vuoden 2003 elokuussa eri vuorokaudenaikoina ja syvyysvyöhykkeissä kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella.



Kuva 8. Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalatiheys ja -biomassa koetrolauksen mukaan elo- ja lokakuussa 2003.



Kuva 9. Kalatiheys – ja biomassa vuoden 2003 lokakuussa eri vuorokaudenaikoina ja syvyysvyöhykkeissä kaikuluotauksen ja koetrolauksen perusteella.

3.4 Tulosten tarkastelu

Kalatiheyden- ja biomassan laskusuunnan lisäksi järven kuorekannan romahtaminen on silmiinpistävin tapahtuma seurantajakson (2000-2003) aikana. Tuusulanjärven kuore vastaa hyvin Ivanovan (1982) esittämää kuvausta matalien järvien tyypillisestä kuorekannasta, jolla on suuri kuolevuus ja alhainen sukukypsyyssikä. Liian lämpimän veden, *Glugea* -loisen ja voimakkaan kuhakannan (ks. luku 2.4.1) rasittama kuorepopulaatio on hyvin epävakaa, ja saattaa kadota kokonaan muutaman epäsuotuisan kesän seurauksena. Sen lisäksi, että kuore on kuhan tärkeimpiä saalislajeja, saattaa kannan romahtamisella olla huomattavia epäsuoria vaikutuksia järven ravintoverkossa. Esimerkiksi vuonna 2003 havaittu 0-vuotiaiden ahventen katoaminen elo-lokakuun välisenä aikana saattaa selittyä tehokkaan kalastuksen lisäksi kuorekannan romahtamisella: alhaisen kuoretiheyden vallitessa järven runsas kuhakanta on siirtynyt hyödyntämään ahvenenpoikasia. Ahven on kuoreen ohella kuhan suosituimpia saalislajeja (Peltonen ym. 1996, Vesala ja Ruuhijärvi 2003). Järven kuorekannan säilymistä saattaisi olisi mahdollista helpottaa muuttamalla kesänaikaista hapetuskäytäntöä. Kuore vaatisi viileää alusvettä kesällä (Nellbring 1989). Tuusulanjärvellä käytetty veden kierrätys kuitenkin estää kerrostumisen ja johtaa siihen, että heinä-elokuussa koko vesipatsaassa on aikuisille kuoreille (yli 0-vuotialle) liian lämmintä. Jos kerrostuneisuuden annettaisiin muodostua alkukesällä normaalisti, ja veden kierrätys aloitettaisiin vasta alusveden happipitoisuuden laskettua lähelle nollaa, olisi kuoreilla käytössään viileätä vettä huomattavasti nykyistä pidempään.

Vaikka *Glugea hertwigi* -loinen epäilemättä aiheuttaa kuolevuutta Tuusulanjärven kuoreessa (Pekcan 2002), on sen aiheuttaman kuolevuuden kvantifiointi vaikeaa. Myöskään sitä ei tiedetä, miten loiset lisäävät Tuusulanjärven kuoreen kuolevuutta. *Glugea*:n on todettu tappavan kuoreita joko suoraan tai epäsuorasti mm. petokalojen predaation lisääntymisen kautta (Haley 1952, Legault & Delise 1967). Loisinfektio saattaa myös voimistaa jonkin stressitekijän, esimerkiksi kudun, aiheuttamaa kuolevuutta (Nepszy & Dechtiar 1972). Paitsi kuolevuuteen, voimakkaan *Glugea* -infektion on todettu vaikuttavan haitallisesti myös fekunditeettiin (Chen & Power 1972). Koska lisäksi monien loisten tiedetään heikentävän kalojen kasvunopeutta (Sindermann 1987), ja Tuusulanjärven kuoreen sukukypsyyssikä näyttäisi määräytyvän ainakin osittain kasvunopeuden mukaan (julkaisematon aineisto), saattaa *Glugea* -infektiolla olla huomattava kuorekanta pienentävä vaikutus myös lisääntymisen kautta. *Glugea*:n korkea esiintyvyys vuonna 2002 ja 2003, jolloin kuorekanta oli romahtanut murtoosaan vuosien 2000 ja 2001 tasosta, oli yllättävää. Tyypillisesti loiset vaivaavat pahimmin ylitheitä kantoja. Esimerkiksi Vesijärvellä *Glugea*:n esiintyvyys laski selvästi kuoreen tehokkaan pyynnin seurauksena (Horppila ym. 1996).

Tuusulanjärven ulappa-alueen loppusyksyn tilanteen valtalaji näyttää vaihtelevan vuosittain. Vuosina 2000 ja 2001 kuore oli biomassaltaan runsain laji, mutta tämän jälkeen biomassaa on koostunut lähinnä särkikaloista: särjestä, sorvasta ja lahnasta. Särkikaloiden osalta loppusyksyn kaikuluotaus kertoo lähinnä hoitokalastuksen jälkeisestä tilanteesta, koska suurin osa vuotuisesta saaliista on pyydetty ennen tutkimusajankohdtaa. Koska verkkokoekalastukset (ks. luku 2) on tehty kesällä, ennen syysnuottoja, on niillä saatu varsin erityyppinen kuva järven kalaston runsaudesta. Jos näillä menetelmillä halutaan vertailukelpoisia tuloksia, tulisi kaikuluotauksia tehdä myös ennen syysnuottoja. Vuonna 2003 havaitut suuret lahnabiomassat ovat hyvin sopusuhteissa nuottakalastussaaliiden kanssa (ks. luku 1). Suuret nuottasaaliit ja biomassarviot viittaavat siihen, että lahnakanta on ollut alikalastettu viime vuosina.

Alunperin seurantaan valittu tutkimusajankohta (lokakuu, päivä) osoittautui vertailussa kaikuluotaukseen parhaiten soveltuvaksi ajankohdaksi. Tällöin pintakatvealueen ja vaikeimmin arvioitavien matalien alueiden kalatiheys ja -biomassa olivat koetroolauksen perusteella erittäin alhaisia. Lisäksi näyttää siltä, että elokuu ei sovellu 0-vuotiaiden kuoreiden eikä särkien runsauden arviointiin. Nollavuotiaiden kuoreiden tiheysestimatit olivat elokuussa selvästi pienempiä kuin lokakuussa, vaikka voimak-

kaan kuolevuuden olisi pitänyt johtaa päinvastaiseen tulokseen. Onkin ilmeistä, että suuri osa 0-vuotiaista kuoreista on elokuussa ollut tutkimusalueen ulkopuolella, alle 3 m syvillä alueilla. Särjen osalta elokuun kaikuluotaustulokset ovat ilmeisesti vieläkin harhaisempia. Verkkokoekalastuksissa särjen yksikkösaaliit olivat nimittäin hyvin suuria heinä-elokuussa (ks. luku 2.3), ja syvyysvyöhykkeittäisen analyysin mukaan niiden esiintyminen painottui voimakkaasti juuri alle 3 m syville alueille (Mikko Olin, suull. tied.). Toisaalta, lokakuussa ei enää voida arvioida kesänaikaista tilannetta. Loppusyksyllä tehtävästä arviosta jäävät puuttumaan ne pienet ahvenet, särkikalat ja kuoreet, jotka joko syödään tai kalastetaan ennen tutkimusajankohtaa.

Vuosien 2000-2003 seurantajakson kaikuluotaustuloksia voidaan pitää huomattavan paljon luotettavampina kuin aikaisemman jakson (1997-1999, Malinen & Peltonen 2000) tuloksia kattavien troolausten ja kehittyneempien analyysimenetelmien ansiosta. Koska muiden lajien paitsi kuoreen esiintyminen parhaiten kaikuluodattavissa olevilla, yli 5 m syvillä alueilla vaikuttaa vaihtelevan paljon esimerkiksi sääolosuhteiden mukaan, kannattaa kaikuluotaustutkimus tehdä loppusyksyllä ainakin kaksi kertaa. Tällöinkin sen antamia tuloksia särkikalojen runsaudesta on pidettävä ainoastaan suuntaantavina. Toisaalta kannoissa mahdollisesti tapahtuva voimakas runsastuminen todennäköisesti näkyisi kaikuluotaustuloksissa. Kuorekannan koon arviointiin kaikuluotaus ja samanaikaiset koetroolaukset sopivat hyvin. Niiden tuottamaa tietoa ei saada muilla tutkimusmenetelmillä; esimerkiksi verkkokoekalastuksilla ei saada luotettavaa tietoa kuorekannan dynamiikasta kuoreen alhaisen pyydystettävyyden takia (Olin & Malinen 2003).

3.5 Johtopäätökset

Kaikuluotauksen ja koetroolauksen mukaan Tuusulanjärven yli 5 m syvien alueiden kalatiheys loppusyksyllä on vaihdellut seurantajaksolla välillä 5 000 - 70 000 kalaa/ha ja biomassaa välillä 100 – 240 kg/ha. Etenkin kalatiheyden vaihtelu heijastelee lähinnä kuorekannan koossa tapahtuvia heilahteluita.

Järven kuorekanta oli vuoden 2003 syksyllä pieni erittäin suuren kuolevuuden ja heikkojen vuosiluokkien 2002 ja 2003 takia. Kuorekannan romahtamisella saattaa olla merkittäviä vaikutuksia ravintoverkossa. Kuoreen katoamisen todennäköisyyttä voitaisiin pienentää muuttamalla järven hapetuskäytäntöä.

Särkikalojen osalta loppusyksyn kaikuluotaus kertoo lähinnä hoitokalastuksen jälkeisestä tilanteesta, koska suurin osa vuotuisesta saaliista on pyydetty ennen tutkimusajankohtaa. Lisäksi särkikalojen runsauden arviointi kaikuluotaus- ja troolaustutkimuksella on Tuusulanjärvellä vaikeaa, koska niiden esiintyminen syvännealueella on sattumanvaraista. Toisaalta kannoissa mahdollisesti tapahtuva voimakas runsastuminen todennäköisesti näkyisi kaikuluotaustuloksissa.

Paras ajankohta kuorekannan koon arviointiin kaikuluotauksella ja koetroolauksella on loppusyksy. Toisaalta alkusyksyllä, ennen nuottauksia tehtävällä tutkimuksella saattaa olla mahdollista arvioida paremmin muiden lajien runsautta. Etenkin loppusyksyllä päivä on yötä parempi kaikuluotausajankohta.

Kirjallisuus

- Chen, M. & Power, G. 1972: Infection of American smelt in Lake Ontario and Lake Erie with the microsporidian parasite *Glugea Hertwigi* (Weissenberg). — Can. J. Zool. 50: 1183-1188.
- Haley, A. J. 1952: Preliminary observations on a severe epidemic of microsporidiosis in the smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill). — J. Parasitol. 38: 183-183.
- Horppila, J., Nyberg, K., Peltonen, H. & Turunen, T. 1996: Effects of five years of intensive trawling on a previously unexploited smelt stock. — J. Fish Biol. 49: 329-340.
- Ivanova, M. 1982: The influence of environmental conditions on the population dynamics of smelt, *Osmerus eperlanus* (Osmeridae). — J. Ichthyol. 22: 45-51.
- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. — Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 189: 415-420
- Legault, R. O. & Delise, C. 1967: Acute infection by *Glugea hertwigi* Weissenberg in young-of-the-year rainbow smelt, *Osmerus eperlanus mordax* (Miitchill) — Can. J. Zool. 45: 1291-1293.
- Malinen, T. & Peltonen, H. 2000: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalatiheys ja -biomassa vuosina 1997-1999 kaikuluotauksella arvioituna. Julkaisussa: Olin, M. & Rask, M. 2000 (toim.): Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurannostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. — Kala- ja riistaraportteja 184. RKTL, Helsinki. s. 28-38.
- Nellbring, S. 1989: The ecology of smelts (Genus *Osmerus*): A literature review. — Nordic J. Freshwater Research 65: 116-145.
- Nepszy, S. J. & Dechtiar, A. O. 1972: Occurrence of *Glugea hertwigi* in Lake Erie rainbow smelt (*Osmerus mordax*) and associated mortality of adult smelt. — J. Fish. Res. B. Can. 29: 6139-6141.
- Olin, M. & Malinen, T. 2003: Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. — Hydrobiologia 506-509: 443-449.
- Pekcan, Z. 2002: Occurrence of *Glugea hertwigi* in the smelt population (*Osmerus eperlanus* (L.)) of Lake Tuusulanjärvi. — Pro-gradu -työ. Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. 61 s.
- Pekcan, Z., Rahkonen, R. & Horppila, J. 2004: Occurrence of the parasite *Glugea hertwigi* in young-of-the-year smelt in Lake Tuusulanjärvi. — J. Fish Biol. Hyväksyty.
- Peltonen, H., Rita, H. & Ruuhijärvi, J. 1996: Diet and prey selection of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in Lake Vesijärvi analysed with a logit model. — Ann. Zool. Fennici 33: 481-487.
- Shotton, R. & Bazigos, G. P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic surveys. — Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Sindermann, C. J. 1987: Effects of parasites on fish populations: practical considerations. — Intern. J. Parasitol. 17: 371-382.
- Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2003: Tuusulanjärven kuhan ravinto- ja kasvututkimus 2002. — Tutkimusraportti. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema. 7 s.
- Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2004: Tuusulanjärven ja Rusutjärven verkkokoekalastukset vuosina 1996-2003. — Tutkimusraportti. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema. 18 s.

4. Kuhan poikastuotanto Tuusulanjärvessä vuosina 2000-2003

Jouni Kervinen, Erkki Fontell, Hannu Lehtonen ja Mika Vinni

Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, PL 27, 00014 Helsingin yliopisto

4.1. Johdanto

Kuha on taloudellisesti Tuusulanjärven tärkein kalalaji. Siksi lisääntymisen onnistuminen syvänteiden mahdollisen saveamisen jälkeen on ollut keskeinen huoli järvellä kalastavien kanssa käydyissä keskusteluissa. Tuusulanjärvi on luonnostaan savisamea vesi, mikä ilmeisesti on pelkästään hyväksi kuhan toimeentulon kannalta, sillä kuhan tiedetään suosivan sameaa tai humuspitoista vettä (Järnefelt 1949, Deelder & Willemssen 1964, Toivonen 1966, Lehtonen ym. 1984, Hansson & Rudstam 1990). Sameissa vesissä kuhan poikaset pärjäävät ilmeisesti ravintokilpailussa ja välttävät saalistajia paremmin kuin kirkkaissa vesissä (Ali ym. 1977, Neuman ym. 1996). Kuhan ympäristövaatimukset ovat kuitenkin melko väljät, mutta sameuden ohella varsinkin riittävän lämmin vesi kesällä on sille tärkeää (Svårdson & Molin 1973, 1981, Lehtonen & Lapalainen 1995). Paras lämpötila kasvua ajatellen on aikuisille kuhille 19-24 °C ja poikasille 28-30 °C (Hokansson 1977).

Kuhan kutuaika on Etelä-Suomen järvissä touko-kesäkuussa. Veden lämpötilan nousua 12-14°C:een kuhat laskevat mätinsä hiekka-, savi- tai sorapohjille 1-3 metrin syvyyteen. Tuusulanjärvessä vuonna 1997 tehdyssä turokokeessa mätin havaittiin aina 5 metrin syvyydessä asti (Fontell ym. 1996). Kudussa koiraskala kaivaa matalan kuopan, jossa on risuja tai muita vastaavia mädin takertumista helpottavia aineksia. Mätimunien halkaisija on 1,1-1,5 mm. Kilon painoisessa naaraassa niitä on 150 000-250 000 kappaletta (Erm 1981, Sonesten 1991). Erittäin takertuvia munia lasketaan 3-4 kerrokseksi "pesän" pohjalle (Virbickas ym. 1974). Kudun jälkeen naaras poistuu "pesästä" koiraan jäädessä vartioimaan mätijyviä niiden kuoriutumiseen asti. Poikaset kuoriutuvat veden lämpötilasta riippuen noin 5-9 päivän kuluttua kudusta (Virbickas ym. 1974). Suotuisin lämpötila mädin kehittymiselle on 12-20 °C (Hokansson 1977, Marshall 1977).

Kuhan poikasten biologia on melko heikosti tunnettu. Poikaset elävät ensimmäiset pari viikkoa kuoriutumisen jälkeen pohjan lähellä ja siirtyvät sen jälkeen pelagiaaliin (Repecka & Mileriene 1991, Thiel 1991, Winkler ym. 1994). Vastakuoriutuneen poikasen pituus on 4,1-4,8 mm. (Virbickas ym. 1974, Erm 1981). 2-5 päivän iässä poikaset aloittavat ulkoisen ravinnon käytön ja ruskuaispussi on kokonaisuudessaan kuluttu 10-12 päivän kuluttua, jolloin poikasten pituus on 6,5-9 mm (Erm 1981).

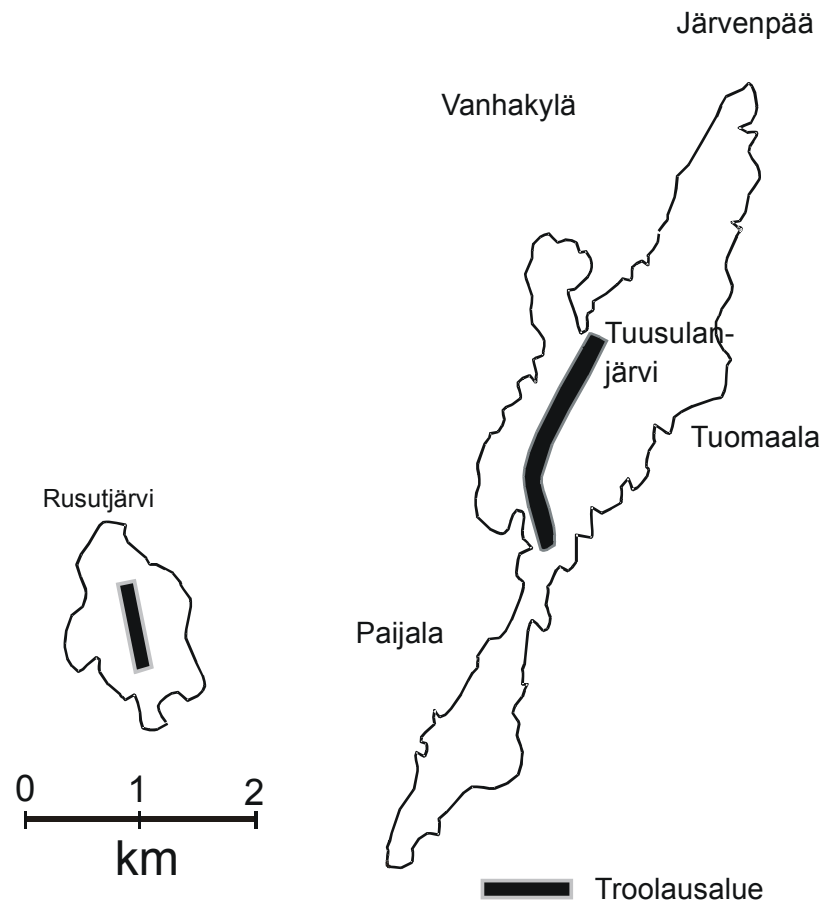
Poikasten ravinto koostuu aluksi parin viikon ajan rataseläimistä, Cyclopoida-hankajalkaisista sekä hankajalkaisten nauplius- toukista mutta muuttuu pelagiaaliin siirtymisen yhteydessä. Sen jälkeen ravinnon pääosan muodostavat kalanpoikaset ja *Mysis*- halkoisjalkaisäyriäiset. Kaloja alkaa esiintyä ravinnossa jo 2-2,5 cm:n pituisilla poikasilla mutta ne ovat pääasiallisena ravintona vasta noin 10 cm:n pituisilla kuhilla (Sonesten 1991). Tärkeimmät ravintokohteet sisävesissä ovat kuore, ahven, särki, salakka ja muikku. Alkuvaiheiden ravinnolla on suuri merkitys vuosiluokan kokoon. Winkler ym. (1994) ovat osoittaneet, että eläinplanktonbiomassan ja kesänvanhojen poikasten määrän välillä vallitsee voimakas riippuvuus.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuhan poikastiheyksiä Tuusulanjärvessä ja vertailujärvenä toimivassa Rusutjärvessä. Työn tilaajana oli Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymä.

4.2 Aineistot ja menetelmät

4.2.1. Tutkimusalue

Tuusulanjärven pinta-ala on 6,0 km² ja vesitilavuus 19 milj. m³. Järven keskisyvyys on 3,2 m ja suurin syvyys noin 10 metriä. Poikastutkimuksia suoritettiin Tuusulanjärvellä pääasiassa Paijalan ja Vanhakylän rauhoitusalueen kalastuskuntien vesillä sekä erällä yksityisillä vesialueilla. Tutkimuksia tehtiin myös vertailualueeksi valitulla läheisellä Rusutjärvellä, jonka pinta-ala on 1,39 km², vesitilavuus 2,7 milj. m³, keskisyvyys n. 2 m ja suurin syvyys 3,5 m (kuva 1). Kumpikin järvi on rehevä ja sameavetinen.



Kuva 1. Troolausalueet Tuusulanjärvellä ja Rusutjärvellä vuosina 1996-2003.

4.2.2. Tutkimusaineisto

Tuusulanjärvestä ja Rusutjärvestä kerättiin kuhanpoikasnäytteitä pelagiaalisen poikastroolin avulla (kuva 1). Vuosina 2000-2003 käytössämme oli uusi, vuosina 1996-1998 käytössä olleen troolin (Kervinen ym. 2000) kaltainen poikastrooli. Troolin suuaukon leveys oli 6 metriä ja korkeus 2 metriä, troolinperän silmäkoko oli 3 mm ja vetoköysien pituudet noin 25 metriä. Saatuja kasvu- ja tiheystietoja verrattiin aikaisempien vuosien tuloksiin. Ajankohta pyrittiin valitsemaan sellaiseksi että kuhan kasvukausi olisi ohi mutta vesi ei olisi liian kylmää kuhien saamiseksi poikastroolilla. Tällöin myös eri vuosien välinen vertailu helpottuisi.

Poikastiheydet arvioitiin olettaen, että kaikki poikaset troolin suuaukon korkeudelta ja leveydeltä koko vedon matkalta joutuvat trooliin. Edelleen oletettiin, että troolauksen aikana poikaset ovat levittäytyneet tasaisesti troolin kulkusyvyyteen. Troolin vetoaika oli noin 20-30 minuuttia ja vetonopeus noin 5 km/h. Troolaukset suoritettiin päiväsaikana (klo 10-17) ulappavesillä veden syvyyden vaihdellessa 0-8 metrin välillä.

Troolattu vetopinta-ala arvioitiin troolausnopeuden, troolausajan ja troolin suuaukon pinta-alan perusteella. Kuhan poikastiheydet arvioitiin kappaleina vesihehtaaria kohti. Menettelytapa mahdollistaa suhteellisten poikasmäärien arvioinnin, mikäli troolaukset suoritetaan vastaavanlaisesti samoilla alueilla, samoina aikoina ja yhdenmukaisella tekniikalla tulevina vuosina. Tämän lisäksi kalojen pyydystettävyyden oletetaan pysyvän vakiona. Suorittamalla troolaukset useana eri ajanjaksona saatiin varmempi kuva kyseisen vuoden kuhan poikasen poikastuotannon onnistumisesta.

Vuonna 2000 poikastroolaukset suoritettiin 11. ja 12. syyskuuta Tuusulanjärvellä sekä 15. syyskuuta Rusutjärvellä veden lämpötilan ollessa noin 17 °C. Tuusulanjärvellä poikastroolauksen päivittäisistä neljästä 20 minuutin mittaisesta ja yhden kilometrin pituisesta vedosta kaksi vedettiin pinnassa (0-2 m) ja kaksi 2-4 metrin syvyydessä. Rusutjärvellä troolin vetosyvyys oli 0-2 metrin välillä järven mataluudesta johtuen.

Vuonna 2001 Tuusulanjärvellä troolattiin 25. elokuuta yhteensä 8 teknisesti onnistunutta 25-30 minuutin vetoa. Kukin troolausveto oli noin puolentoista kilometrin pituinen. Troolin kulkusyvyys vaihteli kahden ja kuuden metrin välillä vedosta riippuen. Veden lämpötila pinnan läheisyydessä oli 20,5 °C. Rusutjärvellä troolattiin 26.8.2001 kolme vetoa. Kukin veto kesti noin 20 min ja oli noin kilometrin pituinen. Troolin vetosyvyys oli 0-2 m.

Vuonna 2002 Tuusulanjärvellä troolattiin 28. ja 29. syyskuuta yhteensä 14 teknisesti onnistunutta 25-30 minuutin vetoa. Troolin kulkusyvyys vaihteli kahden ja kuuden metrin välillä vedosta riippuen. Edellisistä vuosista poiketen troolauksimme myös varsinaisten troolauslinjojen ulkopuolella matalilla alueilla sekä Tuomalan vesialueella yhteensä kuusi vetoa. Veden lämpötila troolausajankohtana pinnan läheisyydessä oli 8 °C. Rusutjärvellä troolattiin 29.9.2002 neljä troolivettoa. Kukin veto kesti noin 20 min ja oli noin kilometrin pituinen.

Vuonna 2003 Tuusulanjärvellä troolattiin 7.8.-21.10. yhteensä 11 kpl 25-30 minuutin vetoa. Troolin kulkusyvyys vaihteli kahden ja seitsemän metrin välillä vedosta riippuen. Troolauslinjoja lisättiin aiempiin vuosiin verrattuna. Kuhanpoikasten tiheysindeksiin vertailukelpoiseksi saamiseksi edellisten vuosien kanssa tiheysindeksi laskettiin syyskuun troolauksen perusteella edellisvuosien mukaisilta troolauslinjoilta. Veden lämpötila tutkimusajankohtana 6.9. oli koko vesipatsaassa 14-15 °C. Rusutjärvellä vedettiin 7.9.2003 neljä troolivettoa. Kukin veto kesti noin 20 min ja oli noin kilometrin pituinen. Troolin vetosyvyys oli 0-2 m.

4.3. Tulokset

Vuonna 2000 kuhien poikastiheys vaihteli Tuusulanjärvellä 6-810 yksilön välillä hehtaaria kohden keskiarvon ollessa 240 yksilöä hehtaarilla (taulukko 1). Aivan pinnan tuntumasta (0-2 m) emme saaneet ainoatakaan kuhanpoikasta. Kyseisestä syvyydestä ei tavattu muitakaan kaloja. Tuusulanjärven kuhanpoikasten keskipituus oli 63,8 mm. Saaliiksi saatujen kuhanpoikasten pituusjakauma oli lähes vuoden 1997 kaltainen ja kuvaaja oli normaalijakautunut. Joukossa oli suuriakin yksilöitä, maksimipituuden ollessa 139 mm (kuva 2).

Rusutjärvellä kuhien poikastiheys vuonna 2000 oli 24-48 yksilön välillä hehtaarilla keskiarvon ollessa 45 (taulukko 1). Kun poistimme pituusjakauman (kuva 3) mukaisesti 7.9. istutetut kuhanpoikaset, joiden keskipituudeksi tuli 87 mm ja tiheydeksi 26 yksilöä hehtaarilla (istutushetkellä kuhanpoikasten keskipituus oli 85 mm ja istutustiheys 24 kpl/ha), saimme luonnonkudusta syntyneiden kuhien poikastiheydeksi 19 yksilöä hehtaarilla. Rusutjärven kuhanpoikasten keskipituus oli 64,4mm (istutettujen 87,1 mm). Kuhan poikastiheyksien (kpl/ha) suhde Tuusulanjärven ja Rusutjärven välillä oli 12,9.

Vuonna 2001 kuhan kesänvanhoja poikasia saatiin Tuusulanjärven kahdeksassa vedossa yhteensä 11 yksilöä. Nollavetoja tuli kaksi ja yhdessäkään vedossa ei ollut kolmea useampaa kuhanpoikasta. Kuhanpoikasten keskipituus oli 55,5 mm (taulukko 1.). Kuhanpoikasten sivusaalis koostui pääosin kuoreesta (noin 115 kg) sekä ahvenista (noin 20 kg). Erikokoisia särkikaloja saatiin noin 15 kg ja vuotta vanhempia kuhia noin 8 kg (18 kpl).

Rusutjärvellä kesänvanhoja kuhanpoikasia saatiin yhteensä 5 kpl ja niiden keskipituus oli 57,4 mm (taulukko 1.). Valtaosa sivusaaliista oli salakkaa, yhteensä noin 45 kg. Lisäksi saaliina saatiin mm. lahnaa noin 7 kg sekä 46 ja 47 cm:n pituiset toutaimet.

Taulukko 1. Tuusulanjärven ja Rusutjärven kuhanpoikasten keskipituudet (mm), keskimääräiset tiheydet (kpl/ha) sekä niiden keskihajonnat ja järvien välinen kuhantiheysindeksi vuosina 1997-2003 elo- lokakuun koekalastusten perusteella.

Vuosi	Rusutjärvi				Tuusulanjärvi				Järvien välinen indeksi	Pyydys
	ka.pit	s.d.	kpl/ha	s.d.	ka.pit	s.d.	kpl/ha	s.d.		
1997	63,2		56		74,7		711		12,7	kurenuotta
1998	67,0		5		79,8		51		10,9	nuotta
1999	85,3	3,7	33	25	64,0	4,4	1701	3614	51,5	kurenuotta
2000	64,4	2,4	19	6,1	63,8	10,8	240	385	12,9	trooli
2001	57,4	1,8	3,3	1,2	55,5	2,6	1,4	1,1	0,4	trooli
2002	64,0	0,0	0,25	0,50	106,7	20,0	0,21	0,58	0,84	trooli
2003	76,4	3,4	2,5	3,0	71,8	6,9	1251	792	500,4	trooli

cm:n kuhia saatiin aiempiin vuosiin verrattuna runsaasti, 25 kpl (noin 18 kg). Loput sivusaaliista koostui ahvenista (noin 10 kg) ja erikokoisista särkikaloista, joita saatiin noin 50 kg.

Rusutjärvellä kesänvanhoja kuhanpoikasia saatiin vuonna 2002 yksi yksilö, jonka pituus oli 64 mm (taulukko 1.). Valtaosa yhteensä noin 35 kg:n sivusaaliista oli lahnaa, yhteensä noin 30 kg. Lisäksi saaliiksi saatiin ahvenia sekä muutamia särkiä, salakoita ja yksi kiiski.

Vuonna 2003 kuhan kesänvanhoja poikasia saatiin Tuusulanjärven 11 vedossa yhteensä 6552 yksilöä. Kuhanpoikasten lukumäärä syyskuussa hehtaaria kohden oli 1251 yksilöä tutkimusvuonna 2003. Tiheys oli toiseksi suurin aiempiin tutkimusvuosiin 1996-2002 verrattuna ja keskipituuden ollessa 71,8 mm (taulukko 1).

Vuonna 2003 kesänvanhoja kuhanpoikasia saatiin Rusutjärveltä viisi yksilöä, joiden keskipituus oli 76,4 mm (taulukko 1). Valtaosa yhteensä noin 20 kg:n sivusaaliista oli iso lahna ja salakkaa. Kesän vanhoja ahvenpoikasia esiintyi lukumäärällisesti eniten. Sivusaaliina saatiin myös yksi 30 cm pituinen kuha sekä yksi 5,3 kilon painoinen hauki. Tuusulanjärven ja Rusutjärven välinen kuhapoikastiheysindeksi oli 500,4 vuonna 2003. Indeksiksi oli lähes kymmenkertainen vuoden 1999 korkeaan lukemaan verrattuna.

4.4. Tulosten tarkastelu

Veden kirkastumisesta johtuen vuonna 2000 emme saaneet saalista aikaisemmista vuosista poiketen pintavedoilla (0-2 m) vaan jouduimme troolaamaan hieman syvemältä (vetosyvyys 2-4 m). Aikaisempien vuosien tapaan kuhanpoikaset tuntuivat viihtyvän kuoreparvien joukossa. Tuusulanjärven kuhanpoikastiheys oli vuonna 2000 noin kolmasosa kesään 1997 verrattuna ja noin seitsemäsosa vuoteen 1999 verrattuna mutta kuitenkin lähes viisinkertainen vuoteen 1998 verrattuna. Rusutjärvellä kuhanpoikasmäärät vuonna 2000 olivat noin nelinkertaiset kesään 1998 nähden, mutta jäivät selvästi lämpimien kesien 1997 ja 1999 arvoista. Rusutjärveen 7. syyskuuta istutetut kuhanpoikaset oli suhteellisen helppo erottaa Rusutjärven omista poikasista pituusjakautuksen ja eväaurioiden perusteella. Saaliiksi saatujen istutettujen kuhanpoikasten tiheys vastasi todennäköisesti varsin hyvin todellista tilannetta. Poikasten pituusjakautumat olivat sekä Tuusulanjärvellä että Rusutjärvellä lähes normaalijakautuneita, joten ilmeisesti kevään kutuajan sääolosuhteet olivat koko kutuajan kuhalle suotuisat ja kutu näyttää tapahtuneen yhdessä jaksossa kuten vuonna 1999.

Poikasten pituuksissa ei ollut juurikaan eroa vertailujärvien välillä. Tosin Rusutjärveen istutetut kuhanpoikaset olivat noin 30 % pidempiä kuin järven omat kuhanpoikaset.

Järvien välinen kuhanpoikastiheysindeksi oli 12,9, joka on hyvin lähellä vuosien 1997-1998 arvoja. Vain vuonna 1999 kuhanpoikastiheysindeksi oli yli 50, jolloin Rusutjärven kuhanpoikastuotanto oli lämpimästä kesästä huolimatta yllättävän alhainen.

Vuonna 2001 kuhan poikasmäärät olivat vähäiset sekä Tuusulanjärvellä että Rusutjärvellä aikaisempiin vuosiin 1997-2000 verrattuna. Vain vuonna 1996 poikastuotanto jäi lähes yhtä heikoksi. Myös tarkastelun ulkopuolella olevalla Hiidenvedellä kuhan poikastuotanto jäi vuonna 2001 aikaisempia vuosia pienemmäksi (Suul. T. Malinen).

Kuhanpoikasten keskipituus sekä pituuden keskijajonta oli pienempi johtuen hieman aikaisemmasta näytteenottoajankohdasta sekä kylmästä alkukesästä. Ensimmäistä kertaa vuosina 1996-2001 Rusutjärven poikastiheysarvio oli suurempi kuin Tuusulanjärven. Rusutjärvellä poikastuotanto on ollut suhteellisen vakaata tutkimusvuosina 1996-2001 säistä riippumatta Tuusulanjärveen verrattuna, jossa lämpiminä keväinä poikastuotanto on moninkertainen kylmiin keväisiin verrattuna. Ilmeisesti Rusutjärvellä kuhan 0+ -vuosiluokan suuruus on vähemmän riippuvainen kutuajan ja alkukesän sää-

olosuhteista kuin Tuusulanjärvellä. Kuhanpoikasten huomattavan vähäisen määrän johdosta troolasimme myös marraskuussa Tuusulanjärvellä tulosten paikkansapitävyyden varmistamiseksi. Marraskuun tulokset (kpl/ha) olivat elokuun troolauksiin verrattuna samansuuntaisia. Tuloksissa emme huomioineet marraskuun kuhanpoikastiheystietoja troolauslinjojen ja ajankohdan poikkeavuuksien takia.

Harvalukuiset 0+ kuhanpoikaset vaikuttaisivat kasvaneen hyvin. Marraskuun troolauksien kuhanpoikasten pituudet vaihtelivat sadan mm:n molemmin puolin. Ilmeisesti kolea kevät aiheutti joko itse kudun osittaisen epäonnistumisen ja/tai kuoriutuneiden kuhanpoikasten luonnollisen kuolevuuden kasvun aiempiin vuosiin verrattuna.

Kuhanpoikasten lajinsisäinen ravintokilpailu on ollut vuonna 2001 aiempaa vähäisempää 0+ -poikasten lukumäärän perusteella. Tämän ja lämpöisen syksyn takia kuhanpoikaset ovat kasvaneet kasvukauden aikana yli 10 cm:n pituisiksi. Tämä pienentää kuhanpoikasten talven 2001-2002 luonnollista kuolevuutta. Siten tulevan vuosiluokan 2001 koko on suurempi kuin mitä loppukesän 2001 tiheysarvioiden perusteella voisi päätellä.

Vuonna 2002 kuhanpoikasia oli Tuusulanjärvellä vähän verrattuna aikaisempiin vuosiin 1996-2001. Välittömästi kudun jälkeen toukokuun puolivälissä tapahtunut veden lämpötilan lasku usealla asteella on saattanut osaltaan heikentää kuhanpoikasvuosiluokkaa 2002. Lisäksi syyskuussa viikossa tapahtunut veden nopea jäähtyminen 20 °C:sta alle 10 °C:een on voinut heikentää vuosiluokkaa entisestäänkin. Muun muassa vähäsateisesta kesästä ja järven kunnostustoimista johtunut veden kirkastuminen suosii ahventa kuhan kustannuksella. Ahventen määrän voimakas lisääntyminen yhdessä hauki- ja madeistutusten kanssa on lisännyt kuhanpoikasiin kohdistuvaa predatiota. Ravintokilpailu ahvenenpoikasten, joita tutkimusvuonna 2002 oli runsaasti ja kuhanpoikasten kesken on voinut lisääntyä ja osaltaan nälkiinnyttää heikkokuntoisimmat kuhanpoikaset. Vanhemmille tämän kesän kuhanpoikasille on riittänyt kalaravintoa, koska kaikki saamamme kuhanpoikaset olivat yli 8 cm mittaisia.

Kuha suosii sameaa vettä eikä viihdy hyvin voimakkaassa valaistuksessa. Veden huomattavasta kirkastumisesta johtuen osa kuhanpoikasista on saattanut olla troolin ulottumattomissa joko aivan pohjanläheisyydessä tai aivan matalassa rantakasvillisuuden suojassa. Myös marraskuun 2002 kaikuotauksen yhteydessä tapahtuneiden troolauksien kalasaaliiden perusteella kuhanpoikaset ovat joko troolin ulottumattomissa tai niiden lukumäärä on hyvin pieni (ei ainuttakaan 0+ -kuhaa). Syksyn hoitokalastuksen yhteydessä tapahtuneissa nuottauksissa saaliiksi saadut harvalukuiset kuhanpoikaset viittaavat kuhanpoikasten pieniin lukumääriin, sillä nuotta pyytää pohjan tuntumassa olevia kaloja selvästi troolia paremmin. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen verkkokoekalastusten perusteella kuhanpoikasten saalismäärät vähenivät heinäkuun puolen välin 20 yksilöstä elokuun loppupuolen yhteen yksilöön (noin 4 %:iin alkusaaliista). RKTL:n kuhanpoikasaaliin alenema oli tasaisen jyrkkää 16.7.-27.8. Tämän perusteella kuhan poikastiheys laski siis jo ennen syyskuun puolenvälin nopeaa veden lämpötilan alenemista. Onkin mahdollista, että esim. poikasten ravintona olevan eläinplanktonin määrä on vähentynyt yllättäen vielä lämpimien kesäkuukausien aikana, jolloin jo tarpeeksi kasvaneet poikaset kykenivät jatkamaan elämäänsä vaihtaen ruokavaliotaan kalanpoikasten suuntaan. Pienempikokoiset, planktonin varassa elävät kuhanpoikaset, ovat voineet tuhoutua eläinplanktonin vähenemisen myötä.

Vuonna 2003 kesänvanhojen kuhien poikasmääräarviot olivat Tuusulanjärvellä korkeat johtuen kuhalle suotuisesta lämpöolosuhteista touko-kesäkuussa. Näyttäisi myös siltä, että vuosien 1997 ja 1999 runsaslukuiset vuosiluokat ovat saavuttaneet sukukypsyyden ja kuteva kanta on riittävän runsas tuottaakseen runsaan poikasmäärän. Pituusjakaumien perusteella kuhanpoikasten kasvunopeus oli hyvä. Kuukaudessa poikaset olivat kasvaneet noin 15 mm. Elo-syyskuun välisenä aikana ravinto- ja lämpötilaolosuhteet kuhanpoikasen kasvulle ovat olleet suotuisat. Syyskuun troolauksissa, jolloin kuhan kasvukautta oli noin kuukausi jäljellä, saaliiksi saatujen poikasten pituuden keskiarvo, 72 mm, oli jo riittävä pituuden puolesta kylmän talven yli hengissä pysymi-

seen. Kirjallisuus tietojen perusteella kuhanpoikasen kriittinen pituus selvitäkseen talvesta Suomen oloissa kasvukauden päättyessä on n. 70 mm (Lehtonen ym. 1992, Lappalainen ym. 1995). Luonnollinen kuolevuus elo- ja syyskuun alun pituusjakaumien perusteella on ollut varsin pientä. Pituusjakaumat ovat elo- ja syyskuussa yhdenmuotoiset ja myös tiheysarviot ovat samaa suuruusluokkaa. Kuhanpoikasiin kohdistuva predaatio on ollut ilmeisen vähäistä elo- syyskuun välisenä aikana. Järven kookkaamat kuhat ovat saattaneet käyttää ravinnokseen muita kalalajeja, kuten ahvenia ja kuoreita. Yksivuotiaiden kuhien määrä vuonna 2003 oli suurempi kuin vuoden 2002 kuhanpoikastroolausten perusteella saattoi olettaa. Ilmeisesti vesien jäähtyttyä nopeasti syksyllä 2002 kuhanpoikaset olivat troolin ulottumattomissa pohjan tuntumassa.

Tuusulanjärveen istutettiin 24. ja 25. elokuuta vuonna 2003 reilut 11000 kesänvanhaa keskipituudeltaan noin 80 mm pituista kuhanpoikasta. Istukkaiden merkitys pituusjakauman perusteella on hyvin vähäinen järven omaan poikastuotantoon suhteutettuna. Lokakuun lopun troolauksissa veden lämpötilat olivat laskeneet alle viiden asteen ja kuhanpoikaset saattoivat olla troolin ulottumattomissa ja poikasten lukumäärät jäivät todellista selvästi pienemmiksi, kuten kävi vuonna 2002. Lokakuun troolauksissa myös kuoreiden ja kesänvanhojen ahventen lukumäärät jäivät vähäisiksi. Tämä on saattanut lisätä kuhanpoikasiin kohdistuvaa predaatiota.

Vuonna 2003 Tuusulanjärven ja Rusutjärven välinen kuhanpoikastiheysindeksi oli suurin koko tutkimusajankohtana. Rusutjärvellä kuhanpoikastuotanto on ilmeisen pientä verrattuna Tuusulanjärveen. Rusutjärvellä kuhan kudun onnistuminen on epävarmempaa, joten kuhan poikasten istutuksista on suhteellisesti enemmän hyötyä kuin Tuusulanjärvellä.

4.5. Johtopäätökset

Poikasten määrään syksyllä on todettu vaikuttavan suuresti kesän lämpötilan; mitä lämpimämpi kesä sitä runsaammin kesänvanhoja poikasia (Hokansson 1977, Colby & Lehtonen 1994, Lappalainen ym. 1995). Vaikka tutkimusvuosien 2001 ja 2002 kesät olivat lämpöiset ja kuhalle ilmeisen edulliset, on kuhanpoikasten määrä laskenut selvästi. Koska kutevan kannan koko näyttäisi olevan riittävä ylläpitämään Tuusulanjärveä hyvänä kuhajärvenä, on syytä etsiä poikasten kasvukauden aikaista aiempaa suurempaa kuolevuutta muuta kautta. Mahdollisesti pieniin tiheysarvioihin vaikuttavat välillisesti veden kirkastuminen, poikkeavat sääolosuhteet sekä muiden kalalajien predaatio ja ravintokilpailu.

Kahden peräkkäisen vuoden; 2001 ja 2002, ilmeisen pienet vuosiluokat Tuusulanjärvessä tulevat hyvin todennäköisesti näkymään pyyntikokoisten kuhien saaliiden selvänä vähenemisenä vuosina 2004-2006. Vuoden 2003 hyvä poikastuotanto kompensoi tulevien vuosien kuhasaaliin alenemaa. Tuusulanjärven ja Rusutjärven välinen kuhanpoikastiheysindeksi ei ole kovin informatiivinen järvien erilaisuudesta johtuen. Rusutjärvellä kuhanpoikastuotanto on tasaisen huonoa vuodesta toiseen, kun Tuusulanjärven kuhanpoikastuotanto vaihtelee huonosta loistavaan. Kuhan poikastuotannon suurista vaihteluista huolimatta Tuusulanjärven kuhakantaa voidaan edelleen pitää varsin hyvänä.

Kirjallisuus

- Ali, M. A. & Ryder, R. A. 1977: Photoreceptors and visual pigments as related to behavioral responses and preferred habitats of perches (*Perca* spp.) and pikeperches (*Stizostedion* spp.) — J. Fish. Res. Board Can. 34:1475-1480.
- Colby, P. & Lehtonen, H. 1994: Suggested causes for the collapse of zander, *Stizostedion lucioperca* (L.), populations in northern and central Finland through comparisons with North American walleye *Stizostedion vitreum* (Mitchill). — Aqua Fennica 24(1): 9-20.
- Deelder, C., & Willemsen, J. 1964. Synopsis of biological data on pike-perch, *Lucioperca lucioperca* (Linnaeus) 1758. — FAO Fisheries Synopsis 28: 1-58.
- Erm, V. 1981: Koha. — Tallinn Valgus. 127 p.
- Fontell, E., Kervinen, J. Lehtonen, H. & Vinni, M. 1996. Kuhan lisääntymisalueet ja jälkeläistuotanto Tuusulanjärvessä vuonna 1996. — Helsingin yliopisto, Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Moniste 10 s.
- Hansson, S. & Rudstam, L. 1990: Eutrophication and the Baltic fish communities. — Ambio 19:123-125.
- Hokanson, K. E. F. 1977: Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal temperature cycle. — J.Fish.Res. Board Ca. 34: 1524-1550.
- Järnefelt, H. 1949: Die Fische und die Gewässertypen. — Verh. Internat. Ver. Limnol. 10: 215-231.
- Kervinen, J., Fontell, E., Lehtonen, H. & Vinni, M. 2000. Kuhan poikastuotanto Tuusulanjärvessä vuosina 1996-1999. — Julkaisussa: Olin M. & Rask M. (toim.): Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999 — Kala- ja riistaraportteja 184, RKTL, Helsinki.
- Lappalainen, J., Erm, V. & Lehtonen, H. 1995. Pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) catch in relation to juvenile density and water temperature in Pärnu Bay, Estonia. — Fisheries Management and Ecology 2(2):113-120.
- Lehtonen, H. & Lappalainen, J. 1995: The effects of climate on the year-class variations of certain freshwater fish species. — Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 121: 37-44.
- Lehtonen, H., Lappalainen J., Forsman L., Soivio A., Urho L., Vuorinen P.J. & Tigerstedt C. 1992: Ilmaston muutoksen vaikutukset kaloihin, kalanviljelyyn, kalakantoihin ja kalastukseen. Kirjallisuusselvitys. — RKTL, Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 47, 1-119.
- Lehtonen, H., Miina, T. & Frisk, T. 1984. Natural occurrence of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) and success of introductions in relation to water quality and lake area in Finland. — Aqua Fennica 14(2):189-196.
- Marshall, T. R. 1977: Morphological, physiological, and ethological differences between walleye *Stizostedion vitreum vitreum* and pikeperch *S. lucioperca*. — J. Fish. Res. Board Can. 34: 1515-1523.
- Neuman, E., Roseman, E. & Lehtonen, H. 1996. Determination of year-class strength in percid fishes. — Ann. Zool. Fennici 33:315-318.
- Repecka, R. & Mileriene, E. 1991: Species composition and abundance in shore-zone fish communities of the Kurshiu bay during 1985-1989. — Ecology 5: 65-80. Vilnius.
- Sonesten, L. 1991: Gösens biologi - en litteratussammanställning. — Inf. Sötvattenslab. Drottningholm Nr. 1/1991, 89 pp.

Svärdson, G. & Molin, G. 1973: The impact of climate on Scandinavian populations of the sander, *Stizostedion lucioperca* (L.). — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 53: 112-139.

Svärdson, G. & Molin, G. 1981: The impact of eutrophication and climate on a warmwater fish community. — Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 59: 142-151.

Thiel, R. 1991: Stoff- und Energieumsatz der Jung- und Kleinfische in Boddengewässern der südlichen Ostsee. — Arbeiten Deutscher Fischereiverband 52:45-56.

Toivonen, J. 1966: Kuha rehevöityvissä järvisämmä. — Limnologisymposion 1965:-62-67.

Virbickas, J., Gerulaitis, A., Misiūnienė, D. & Sinevicienė, D. 1974: Biology and fishery of the pike-perch in the water bodies of Lithuania. — State Publ. House "Mintis". Vilnius 1974. 276 pp.

Winkler, H. M., Debus, L. R., Thiel, R. & Franek, D. 1994: Variability of young and small sized fish community in a southern Baltic estuary from 1983 to 1992. — Proc. VIII Congress of SEI, Oviedo Spain. 26. Sept. to 2. Oct. 1994.

5. Tuusulanjärven kuhan ravinto- ja kasvututkimus 2002

Sami Vesala ja Jukka Ruuhijärvi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema 16970, Evo

5.1. Johdanto

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia Tuusulanjärven kuhan ravinnonkäyttöä ja täydentää kuhan kasvututkimusta. Kerätyn tiedon avulla pyritään arvioimaan hoitokalastuksen mahdollisia vaikutuksia kuhille tarjolla olevan ravinnon määrään ja laatuun. Tutkimus tehtiin Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän tilauksesta.

5.2. Aineisto ja menetelmät

Näytekuhat pyydettiin 30.9.2002 ja 2.10.2002 välisenä aikana 30-55 mm ja 2.10-3.10.35-50 mm verkoilla. Verkkojen korkeus oli 5 m, paitsi 30 mm verkot olivat 3 m korkeita. Kutakin solmuväliä oli pyynnissä 120 m.

Saaliiksi saaduista kuhista mitattiin kokonaispituus leuan kärjestä yhteen puristetun pyrstön kärkeen saakka millimetrin tarkkuudella sekä paino gramman tarkkuudella.

Mittausten jälkeen kaloista otettiin suomunäyte iän ja kasvunmäärittystä varten ja tutkittiin ravinto mahalaukun sisällöstä. Mahoissa olleet kalat tunnistettiin ja mitattiin senttimetrin tarkkuudella. Sulaneet kalanjäänteet merkittiin esiintymisenä luokkaan ”tunnistamaton”.

Suomunäytteistä tehtiin prässäämällä jäljenteet polykarbonaattilevyn palalle (noin 5-10 suomua /näytekala). Jäljenteitä tarkasteltiin mikrofilmin lukulaitteella ja niistä laskettiin kalan ikä sekä mitattiin suomun sekä vuosirenkaiden säteet takautuvaa kasvun määrittystä varten. Kasvukausi 2002 tulkittiin täytenä kasvukautena. Takautuvaa kasvua tarkasteltaessa kalastuksesta saatuun aineistoon yhdistettiin HOKA -hankkeen aikana Tuusulanjärvestä kerätyt kuhan kasvunäytteet.

Kuhien takautuvat kasvut laskettiin Fraser - Leen menetelmällä (Bagenal & Tesch 1978; kaava 1). Kuhan suomun muodostumisen alkupituutena käytettiin arvoa $c = 4,4$ cm (Ruuhijärvi ym. 1996)

Kaava 1:
$$L_n = (S_n / S) * (L - c) + c$$

Jossa:

L_n = kalan takautuvasti laskettu pituus vuonna n (cm).

L = kalan mitattu kokonaispituus (cm).

S_n = suomusta tai luusta mitattu säde vuonna n (mm).

S = suomun tai luun mitattu kokonaissäde (mm).

c = kalan lajikohtainen ensimmäisten suomujen muodostumis­pituus (cm).

5.3. Tulokset

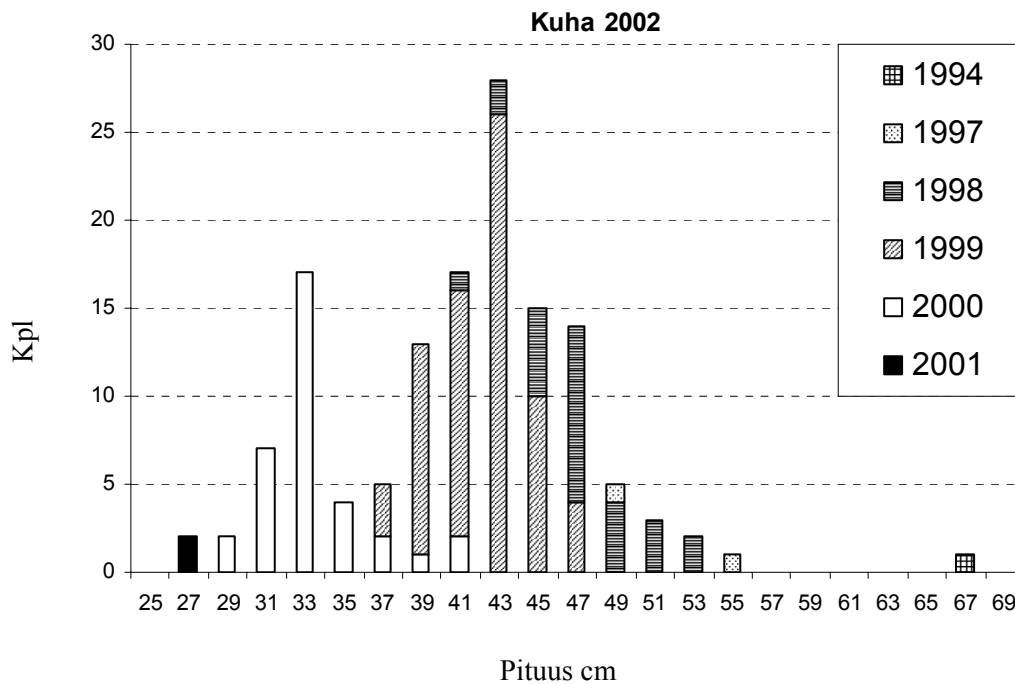
5.3.1. Saalis

Saaliiksi saatiin yhteensä 136 kpl ja 102,3 kg kuhaa (taulukko 1). Sivusaalista joka koostui pääosin suurehkoista särkikaloista (lahna, pasuri, särki ja sorva) ei käsitelty.

Kuhaaaliissa runsain vuosiluokka oli 1999, 50,7 %. Seuraavaksi runsaimmat vuosiluokat olivat 2000 , 25,7 %, ja 1998, 19,9 % (kuva 1).

Taulukko 1. Tuusulanjärven kuhasaalis solmuväleittäin.

Solmuväli	30 mm	35 mm	45 mm	50 mm	55 mm	Yhteensä
Saalis kpl	10	52	49	15	10	136
Saalis kg	2,144	22,998	58,112	8,847	10,205	102,306



Kuva 1. Tuusulanjärvestä 30.9.-3-10.2002 30-55 mm verkoilla pyydettyjen kuhien vuosiluokka- ja pituusjakauma.

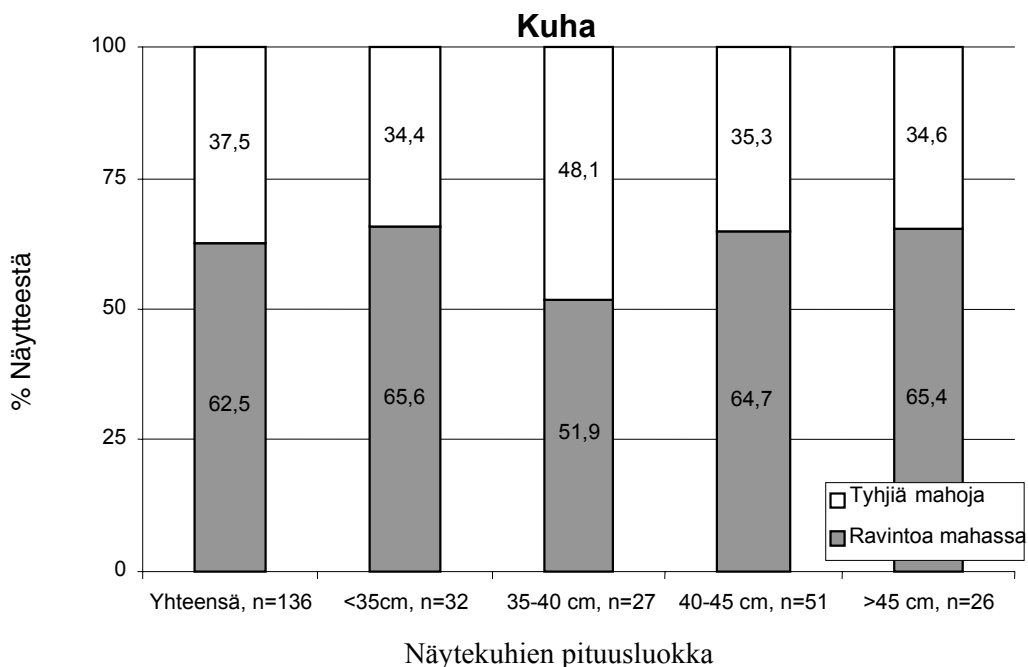
5.3.2. Ravinto

Tutkituista 136 kuhasta oli ravintoa mahalaukussa 85:llä. Yleisin ravintokala oli ahven joita havaittiin 30 kuhalla. Toiseksi useimmin kuhat olivat syöneet särkiä, joita havaittiin 28 kuhalla (taulukko 2). Tunnistamatonta kalaa oli 30 mahassa.

Lukumäärältään yleisin ravintokohde oli ahven, 149 kpl. Seuraavina olivat särki 86 kpl ja kuore 41 kpl.

Yleisin saaliskalan pituus oli 6 cm. Näistä suurin osa oli vuoden 2002 vuosiluokan ahvenia. Toiseksi yleisin kokoluokka oli 5 cm joka koostui pääosin sekä pienemmistä vuoden 2002 ahvenista että saman ikäisistä särjistä (kuva 3).

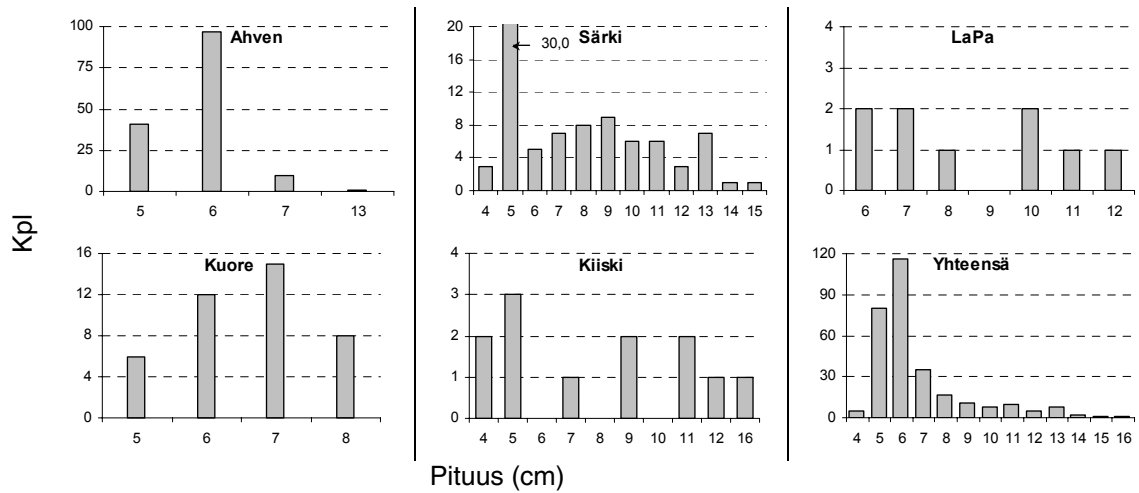
Verrattaessa eri kokoisten kühien ravintoa voidaan todeta ahvenen osuuden hieman pienentyvän ja särjen osuuden lisääntyvän kuhan koon kasvaessa. Suurempien kühien mahoissa oli myös suhteellisesti enemmän sulamisen vuoksi tunnistamattomiksi jääneitä kaloja. Kuoreen osuus oli merkittävä ainoastaan yli 45 cm kühien ravinnossa (kuva 4).



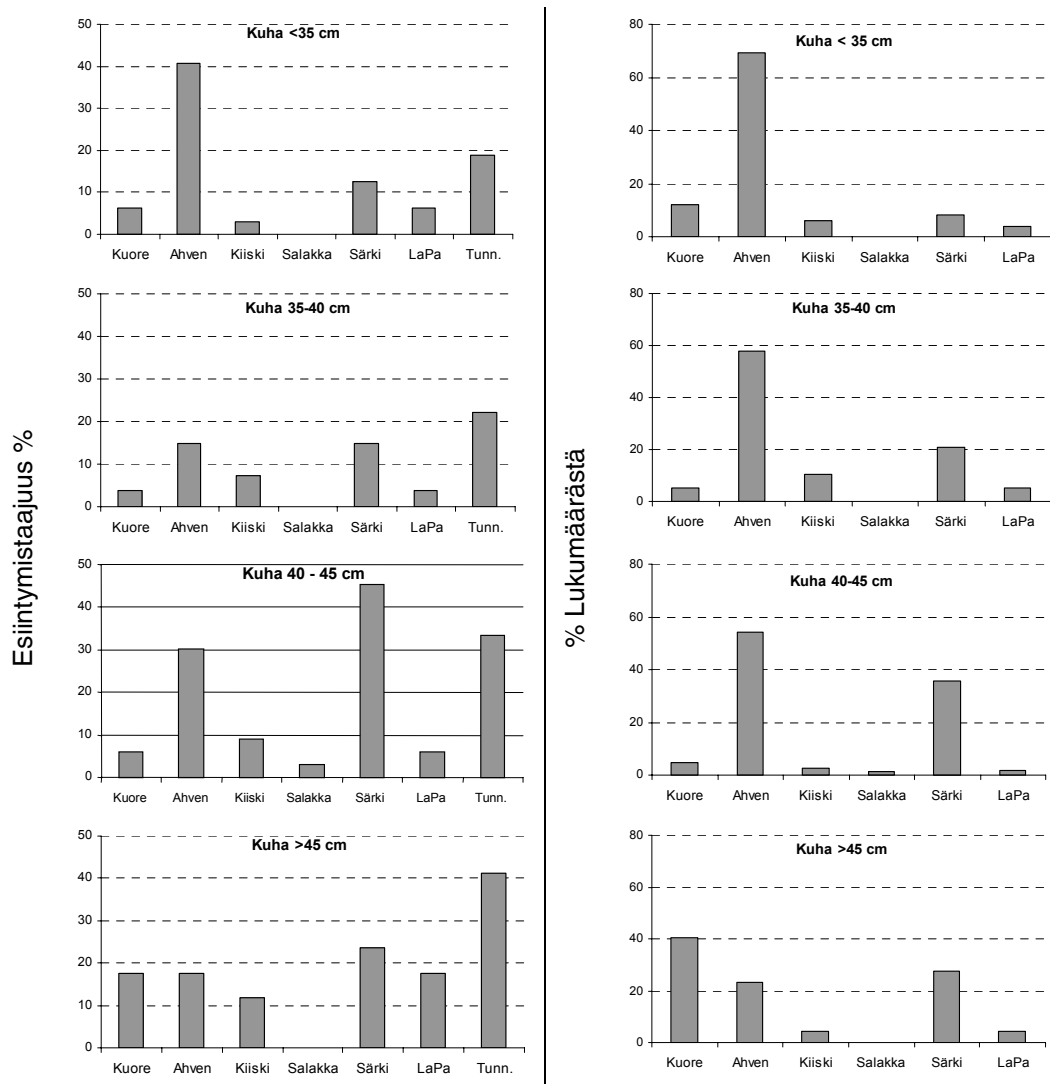
Kuva 2. Ravintoa sisältäneiden ja tyhjien mahojen osuudet Tuusulanjärven näytekuhissa 2002

Taulukko 2. Tuusulanjärven näytekuhien (136 kpl) ravintokohteiden esiintymistäajuus sekä lukumäärä. LaPa = lahna/pasuri lajiryhmä ja Tunn. = tunnistamaton

	Ahven	Kiiski	Kuore	Salakka	Särki	LaPa	Tunn.
Esiintymiskertoja	30	8	8	1	27	8	30
Lukumäärä	149	12	46	2	85	9	-
Esiintymistäajuus	22,1	5,9	5,9	0,7	19,9	5,9	22,1
% Lukumäärästä	49,7	4,0	14,3	0,7	28,3	3,0	-



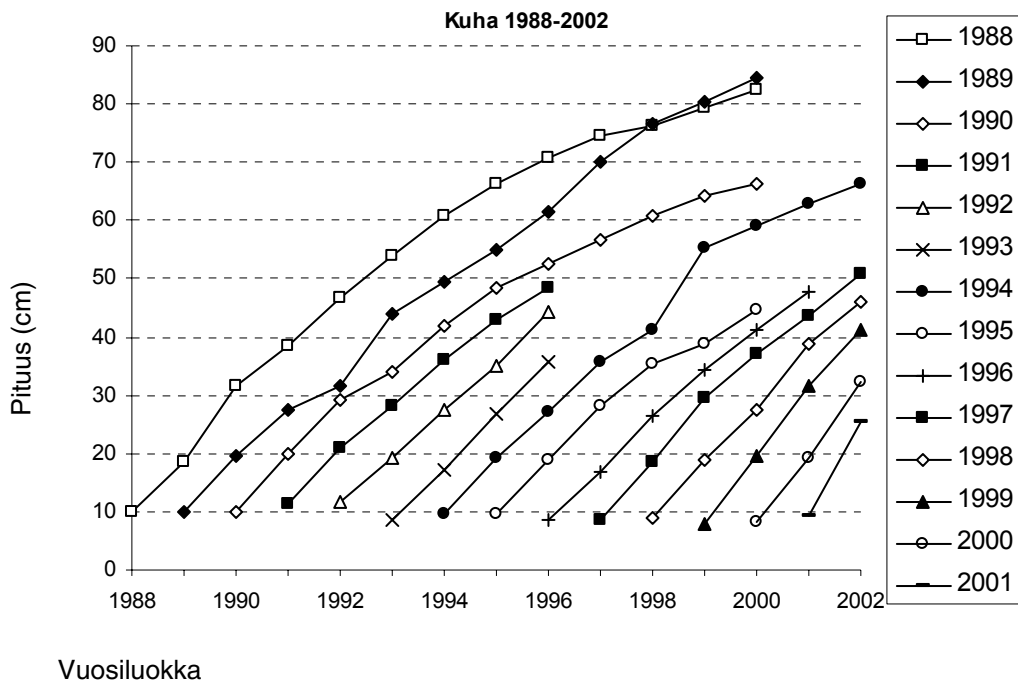
Kuva 3. Tärkeimpien kuhan saalislajien pituusjakaumat. LaPa = lahna/pasuri lajiryhmä, Yhteensä = kaikki mitatut ravintokohteet.



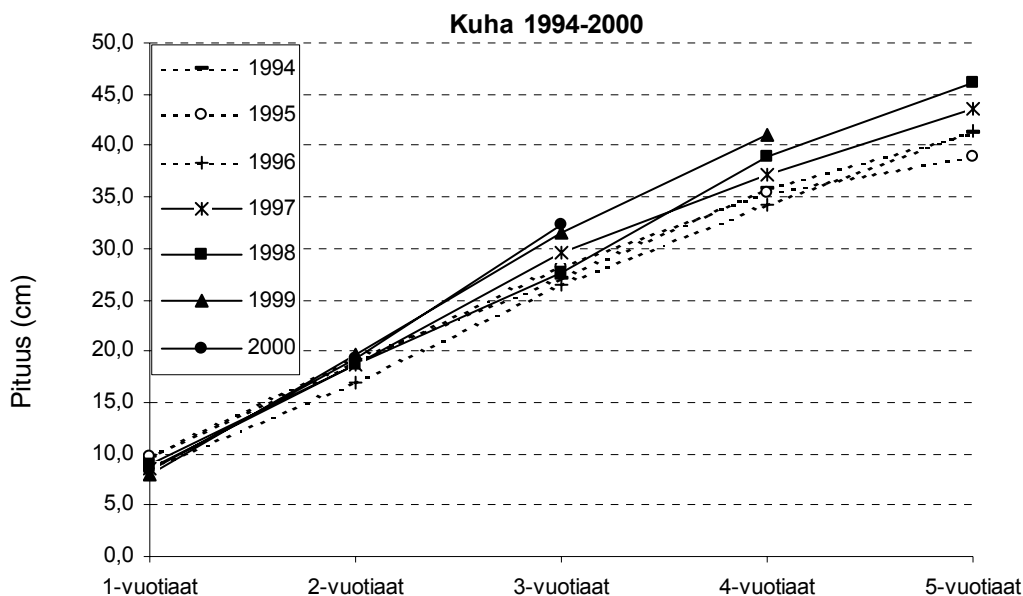
Kuva 4. Tuusulanjärven kuhan ravintokohteiden esiintymistäajuus tutkituissa kaloissa ja prosenttiosuus syötyjen kalojen lukumäärästä. Tunn = tunnistamaton ja LaPa = lahna/pasuri lajiryhmä.

5.3.3. Kasvu

Neljän kasvukauden jälkeen Tuusulanjärven kuhat ovat olleet keskimäärin 32-41 cm ja viiden kasvukauden jälkeen 39-46 cm mittaisia (kuva 5). Verrattaessa kuhan kasvunopeutta niissä vuosiluokissa joissa näytemäärä takautuvan kasvun määrittämisessä on yli kymmenen, eli vuosiluokat 1994-2000, voidaan kuitenkin todeta kasvun nopeutuneen vuoden 1997 jälkeen syntyneissä vuosiluokissa kolmannen kasvukauden jälkeen (kuva 6). Vuosiluokkien 1994-1996 keskipituus kolmannen kasvukauden jälkeen oli 27,2 cm ja vuosiluokkien 1997-2000 keskipituus 30,3 cm. Neljännen kasvukauden jälkeen vastavat keskipituudet olivat 35,2 cm ja 39,0 cm sekä viidennen kasvukauden jälkeen 40,5 cm ja 44,8 cm.



Kuva 5. Tuusulanjärven kuhan takautuvasti määritetty pituuskasvu vuosiluokittain 1988-2002.



Kuva 6. Tuusulanjärven kuhien vuosiluokkien 1994-2000 kasvu.

5.4. Tulosten tarkastelu

5.4.1. Tuusulanjärven kuhien ravinto

Tässä tutkimuksessa tutkittiin 27-55 cm pituisten kuhien ravintoa, joten kesänvanhat, pääosa kaksikesäisistä ja kaikkein suurimmat kuhat jäivät näytteestä puuttumaan. Pieniä kuhia ei kalastettu, koska niiden pyyntiin sopivilla verkoilla olisi saatu erittäin paljon muuta kalaa. Verkkojen käsittelyyn ei ollut mahdollista käyttää niin paljon aikaa, minkä alle 30 mm verkoilla kalastaminen olisi vaatinut.

Ahven, särki ja kuore olivat syksyllä 2002 Tuusulanjärven kuhien tärkeimmät ravintokalat. Lisäksi kuhien mahoista löytyi salakoita, kiiskiä ja lahnoja tai pasureita. Tuusulanjärven kuhat käyttävät monipuolisesti tarjolla olevia saalislajeja. Ne syövät enimmäkseen pieniä alle 10 cm pituisia kaloja. Kesänvanha ahven oli tutkimushetkellä kuhan tärkein ravintokohde. Tutkituista kuhista suurimmat, yli 45 cm kokoluokka, söivät enemmän särkeä ja kuoretta kuin pienemmät kuhat. Myös Lahden Vesijärvessä ahven on kuhan tärkein saalislaji ja suuremmat kuhat syövät suhteessa enemmän särkiä (Peltonen ja Ruuhijärvi 1996).

Arvioitaessa hoitokalastuksen vaikutuksia kuhalle tarjolla olevaan ravintoon on tärkeää huomata kuhan ravinnon monipuolisuus. Kuha käyttää ravintonaan lähes kaikkia sopivan kokoisia pikkukaloja. Ravinnon koostumus ja tarjonta vaihtelevat eri vuodenaikoina. Tuusulanjärvestä tosin on toistaiseksi tutkittu kuhan ravintoa vain syksyllä veden ollessa noin kymmenasteista, jolloin kuhat vielä syövät innokkaasti, mutta ravinto ei ehdi sulaa tunnistamattomaksi pyydyksessä.

Hoitokalastus on nuorentanut Tuusulanjärven kalakantoja ja lisännyt niiden poikastuotantoa. Tämän voidaan arvioida parantaneen kuhan ravintotilannetta ja monipuolistaaneen kuhalle tarjolla olevaa ravintoa. Ahven, joka monissa tutkimuksissa on todettu

kuhan tärkeimmäksi ravintokalaksi Suomen järvissä, on viime vuosina voimakkaasti runsastunut Tuusulanjärvessä.

5.4.2. Tuusulanjärven kuhien kasvu

Tuusulanjärven kuhan kasvun on aikaisemmissa tutkimuksissa todettu olevan hyvä (Rask ym. 2000). Verrattuna Suomen rannikkovesiltä tehtyihin havaintoihin (Lehtonen ym. 1996), Tuusulanjärven kuhan kasvu on parempi, mutta jää kuitenkin jälkeen parhaista sisävesissä havaituista kasvunopeuksista, esimerkiksi Vanajavedestä (Ruuhijärvi ym. 1996). Kuhan kasvunopeus on säilynyt viime vuosina vähintäänkin ennallaan, mutta todennäköisimmin kasvu on jopa nopeutunut. Tärkein syy nopeutumiseen ovat viime vuosien lämpimät ja pitkät kesät, jotka mahdollistavat pitkän kasvukauden ja nopean kasvun. Kuha voi kasvaa, kun veden lämpötila on yli 10 astetta ja etenkin nuoren kuhan kasvu on sitä nopeampaa mitä lämpimämpää vesi on. Kaikkein nopeinta kuhan kasvun on akvaariokokeissa todettu olevan vasta 29 asteen lämpötilassa. Näin lämmintä järviemme vesi ei sentään vielä ole ollut viime vuosien hellekesinäkään.

Nopean kasvun edellytyksenä on tietysti myös riittävä ravinto. Tuusulanjärven kuhan hyvä kasvunopeus viime vuosina kertoo, ettei ravinnon puute ole rajoittanut kasvua. Tällä hetkellä Tuusulanjärven tavallisen kokoiset noin 40 cm pituiset saaliskukat ovat enimmäkseen vuosiluokkaa 1999, siis neljä kesää kasvaneita. Koska kasvu jatkuu nopeana tästä eteenkin päin, olisi Tuusulanjärven kuhasaalista mahdollista kasvattaa nostamalla kuhan saaliskokoa. Tämä onnistuu nostamalla kuhaverkon solmuväliä ja kuhan alamittaa sekä kitkemällä luvaton pyynti. Tuusulanjärvelle kannattaisi säätää kuhaverkon pienimmäksi solmuväliseksi 55 mm ja kuhan alamitaksi 45 cm. Ruokakalaa järvessä kyllä riittäisi nykyistä runsaammallekin kuhakannalle, sillä eihän järviemme joukosta tällä haavaa tunneta toista Tuusulanjärven veroista ”kala-aittaa”.

Kirjallisuus

Peltonen, H. ja Ruuhijärvi, J. 1996: Kuhasta ei ole yksin ravintoketjun kunnostajaksi. — Suomen Kalastuslehti 7-8: 18-21.

Ruuhijärvi, J., Salminen, M. & Nurmio, T. 1996: Releases of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) fingerlings in lakes with no established pikeperch stock. — Ann. Zool. Fennici 33: 553-567.

6. Tuusulanjärven ja Rusutjärven eläinplankton vuosina 1996-2003

Martti Rask¹ ja Anja Lehtovaara²

¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema, 16970 Evo

²Helsingin yliopisto, Lammin biologinen asema, 16900 Lammi

6.1 Johdanto

Rusutjärvi ja Tuusulanjärvi ovat Keski-Uudenmaan rehevöityneitä järviä, joiden tilan parantamiseksi on viime vuosina suunniteltu ja toteutettu monenlaisia sekä järviin että niiden valuma-alueisiin kohdistettuja toimia (KUVES 1998). Järvet kuuluivat Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vuosina 1997-2002 vetämän yhteistutkimushankkeen ”Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset” (HOKA) kohdejärviin (Olin ym. 1998, Olin ja Ruuhijärvi 1999, 2002). Voimakas rehevöityminen, jossa sääinen kuormitus lienee merkittävä tekijä, heijastuu kummankin järven eläinplankton- ja kalayhteisöihin. Äyriäisplanktonille ovat ominaisia esimerkiksi pienten litoraalilajistoon kuuluvien vesikirppujen (*Chydorus* sp.) runsaus ja Calanoida-ryhmän pieni osuus hankajalkaisäyriäisten määrästä. Kummankin järven kalayhteisöt ovat särkikalavaltaisia mutta Tuusulanjärvi on myös hyvä kuhajärvi.

Tässä raportissa esitetään Rusutjärven ja Tuusulanjärven eläinplanktonitutkimuksen tulokset vuodelta 2003 sekä tarkastellaan Tuusulanjärven eläinplanktonyhteisön kehitystä vuodesta 1996 ja Rusutjärven vuodesta 1997 lähtien. Tutkimukset on tehty RKTL:n, Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän ja Helsingin yliopiston Lammin biologisen aseman välisiin tutkimussopimuksiin ja yhteistyöhön perustuen.

6.2 Aineisto ja menetelmät

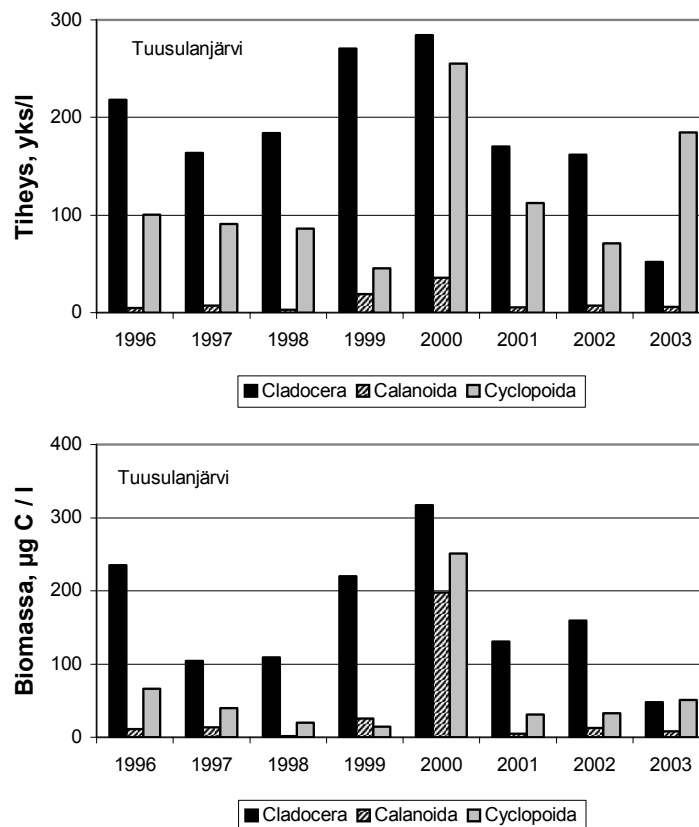
Eläinplanktonmääritykset on tehty pääasiassa heinä- ja elokuun aikana otetuista näytteistä. Näytteet otettiin Tuusulanjärvestä päällysvedestä (0-4 m) ja Rusutjärvestä koko vesipatsaasta (0-3 m) putkinoutimella ja suodatettiin silmäkooltaan 50 µm:n planktonhaavilla. Rinnakkaisnäytteitä otettiin kaksi tai kolme ja näytteiden tilavuus oli 21-84 litraa. Määritystä varten alkuperäiset näytteet puolitettiin ja toiset puolikkaat yhdistettiin kokoomanäytteeksi, jota ositettiin tarpeen mukaan (1/4 - 1/64).

Näytteet tutkittiin Lammin biologisella asemalla. Äyriäisplankton määritettiin uralustalta Olympus SZH 10 mikroskoopilla. Planktonäyriäiset laskettiin 20-kertaisella ja mitattiin 50-80-kertaisella suurennuksella. *Daphnia*-lajit mitattiin silmän yläreunasta piikin tyveen, *Bosmina*-vesikirpuista mitattiin kuoren suurin pituus tai korkeus jos se oli pituutta suurempi. Näytettä kohti mitattiin mahdollisuuksien mukaan 30-50 *Bosmina* ja *Daphnia* -yksilöä. Äyriäisplanktonin biomassat määritettiin mikrogrammoina hiiltä litrassa järvivettä käyttäen hyväksi olemassaolevia pituus-hiilisuhteita (Luokkanen 1995, Sarvala & Lehtovaara julkaisematon). Rataseläimistö kirjattiin äyriäisten laskennan yhteydessä siten, että runsaimpien lajien (> 10 % kokonaismäärästä) prosenttiosuudet saatiin selville.

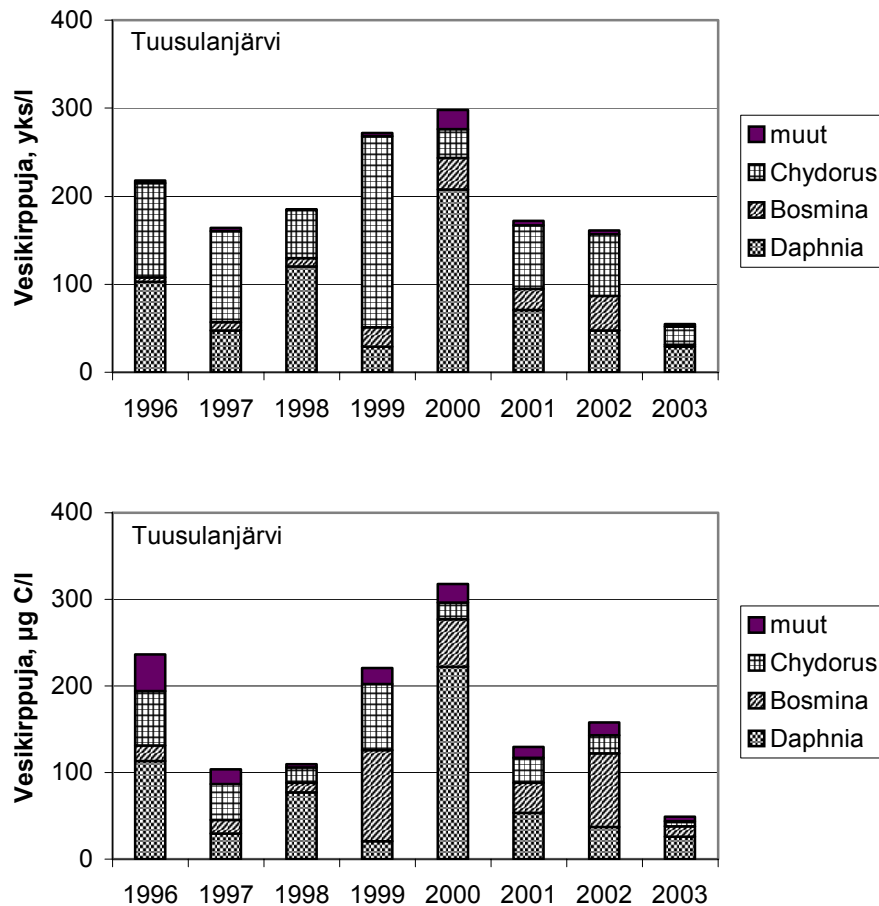
6.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

6.3.1 Tuusulanjärvi

Tuusulanjärven äyriäisplanktonin kokonaistiheys kesällä 2003 oli 61-573 yksilöä litraa kohti (taulukko 1). Keskimääräinen kokonaistiheys oli samalla tasolla kuin vuonna 2002, mutta biomassa pienin koko vuonna 1996 alkaneen tutkimusjakson aikana. Erityisesti vesikirppujen keskitiheys, 52 yks/l, ja -biomassa, 48 µg C/l, olivat selvästi pienemmät kuin kertaakaan aikaisemmin (kuvat 1 ja 2). Runsaimmat vesikirppulajit vuonna 2003 olivat *Chydorus sp.* ja *Daphnia cucullata*, joiden suurimmat havaitut tiheydet olivat 44 ja 38 yks/l. *Bosmina coregoni*, jota vuosina 1999-2002 esiintyi ajoittain runsaastikin Tuusulanjärven eläinplanktonissa (20-50 yks/l, jopa yli 100 yks/l), oli vuonna 2003 niukka, enimmilläänkin vain 3 yks/l. Hankajalkaisäyriäisistä runsaimmat lajit olivat *Thermocyclops spp.* ja *Mesocyclops leucarti*, joiden suurimmat tiheydet olivat 66 ja 35 yks/l.

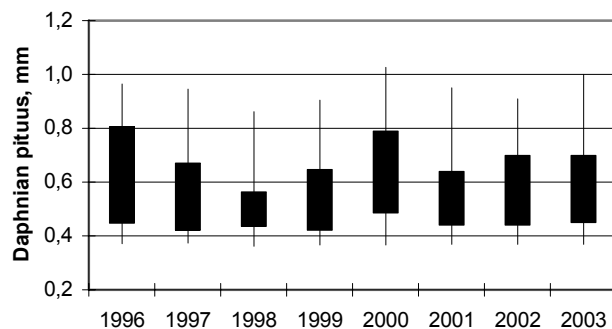


Kuva 1. Tuusulanjärven äyriäisplanktonin keskitiheys ja -biomassa ryhmittäin vuosina 1996-2003.



Kuva 2. Tuusulanjärven vesikirppujen vuosittaiset keskitiheydet ja biomassat 1997-2003 sekä tärkeimpien taksonien osuudet.

Tuusulanjärven *Daphnia*-vesikirppujen keskipituus (näytekohtaisten mediaanipituuksien keskiarvo) oli 0,56 mm kuten vuotta aikaisemminkin. Mediaania havainnollisempi tapa esittää pituusjakaumien muutoksia on kvartiilipituuden käyttö (kuva 3).

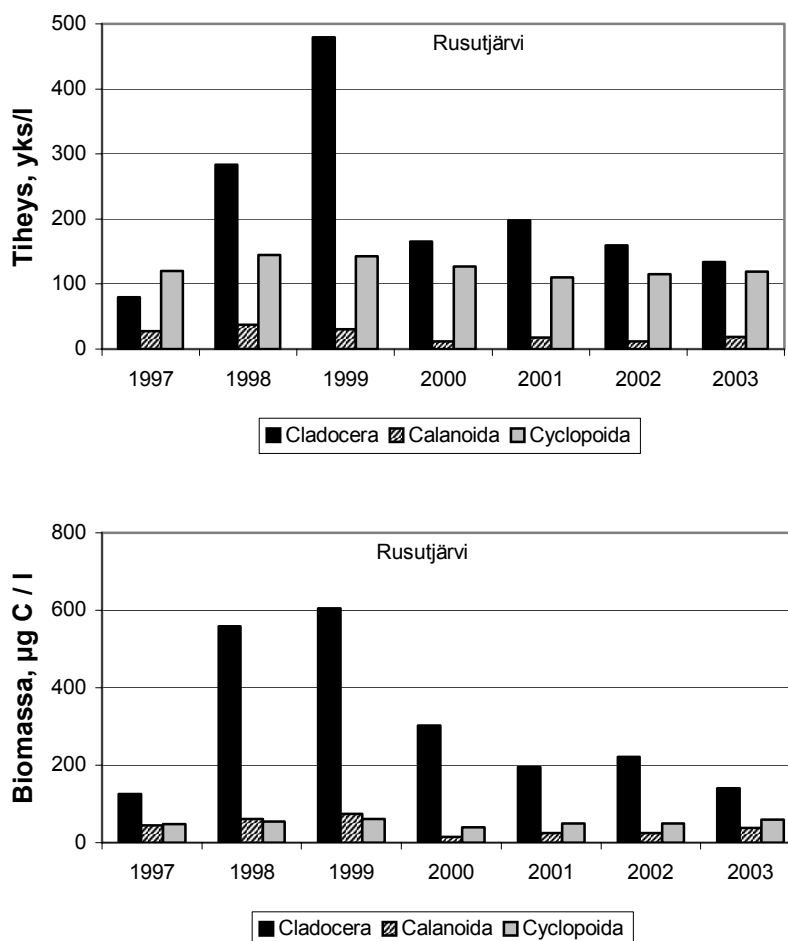


Kuva 3. Tuusulanjärven *Daphnia*-vesikirppujen pituusjakaumien kvartiilit ja vaihteluvälit vuosina 1996-2003. Kvartiilipalkin alueelle sijoittuu 50 % mitausta yksilöistä ja vaihteluväliä kuvaavalle janalle 25 % kvartiilien molemmiin puolin.

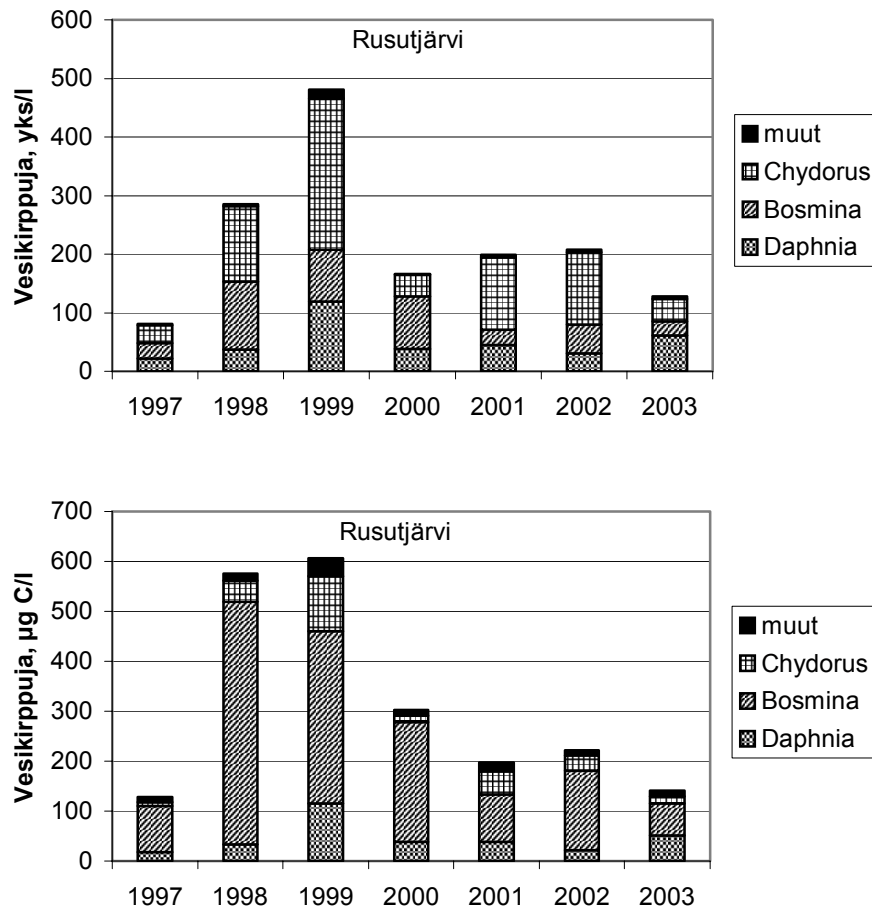
Rataseläintaksonien määrä Tuusulanjärvessä vuonna 2003 oli 17 (taulukko 3). Runsain rataseläinlaji oli edellisvuosien tapaan *Keratella cochlearis*, jonka osuus eri näytteenottokerroilla oli 57-88 % kaikista rataseläimistä. Sen lisäksi yli 10 %:n osuuden muodostivat ajoittain *Conochilus unicornis* ja *Synchaeta sp.* ja lähes 10 % *Kellicottia longispina* sekä *Pompholyx sulcata*.

6.3.2 Rusutjärvi

Rusutjärven äyriäisplanktonin kokonaistiheys kesällä 2003 oli 106-448 yksilöä litrassa (taulukko 2). Tästä vesikirppujen osuus oli 62-256 yks/l. Runsaimmat vesikirput olivat *Chydorus sp.*, *Bosmina coregoni*, *B. longirostris*, *Daphnia cristata* ja *D. longiremis*, joiden suurimmat havaitut tiheydet olivat 98, 48, 46, 64 ja 54 yks/l. Runsaimmat hankajalkaisäyriäiset olivat *Mesocyclops leucarti* ja *Thermocyclops spp.*, enimmillään 79 ja 72 yks/l. Vesikirppujen keskimääräinen tiheys ja biomassa olivat vuonna 2003 hieinan edellisvuotista pienemmät, mutta hankajalkaisäyriäisten runsaus suunnilleen sama kuin vuonna 2002 (kuva 4). Vesikirpuista Chydorusten ja Bosminoiden tiheydet ja biomassat olivat edellisvuotta pienemmät mutta Daphnioiden suuremmat kuin vuonna 2002 (kuva 5).

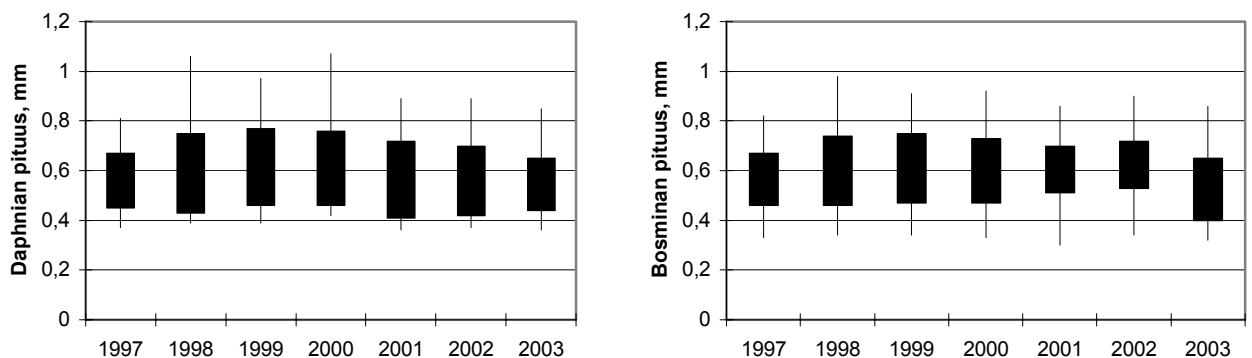


Kuva 4. Rusutjärven äyriäisplanktonin keskitiheys ja -biomassa ryhmittäin vuosina 1997-2003.



Kuva 5. Rusutjärven vesikirppujen vuosittaiset keskitiheydet (yläkuva) ja biomassat (alakuva) 1997-2003 sekä tärkeimpien taksonien osuudet.

Rusutjärven *Daphnia*-vesikirppujen keskipituus vuonna 2003 oli edellisvuoden tasolla, mediaanien keskiarvo oli 0,55 mm molempina vuosina. *Bosmina*-vesikirppujen keskipituus vuonna 2003 oli vuotta 2002 pienempi, mediaanien keskiarvot 0,64 ja 0,55 mm.(kuva 6).



Kuva 6. Rusutjärven *Bosmina*- ja *Daphnia*-vesikirppujen pituusjakaumien kvartiilit ja vaihteluvälit vuosina 1997-2003.

Rataseläintaksoneja Rusutjärvessä havaittiin 15 vuonna 2003 (taulukko 4). Runsain laji oli *Keratella cochlearis*, joka muodosti 31-82 % kaikista rataseläimistä. Muita lajeja, joiden osuus ajoittain ylitti 10 % olivat *Pompholyx sulcata*, *Conochilus unicornis*, *Polyarthra vulgaris* ja *Collotheca sp.*

6.4 Päätelmät

Vuonna 2003 Tuusulanjärven äyriäisplanktonin määrä oli hankajalkaisäyriäisten osalta suunnilleen samalla tasolla kuin edellisenä vuonna. Sen sijaan vesikirppujen määrä oli selvästi aikaisempaa pienempi. Se oli pienin koko kahdeksanvuotisen tutkimusjakson aikana ja vain noin viidesosa verrattuna 1990-luvun lopun tehokkaan hoitokalastuksen jälkeisiin vuosiin. Tuusulanjärven vesikirppujen poikkeuksellinen niukkuus voi olla yhteydessä verkkokoekalastuksissa havaittuun alle 10 cm:n mittaisten särkien ja ahventen suureen määrään.

Rusutjärven tilanne oli edelliseen vuoteen verrattuna varsin samankaltainen: hankajalkaisäyriäisten runsaus ennallaan, vesikirppuja hieman vähemmän. Tarkasteltaessa koko tutkimusjaksoa 1997-2003 havaitaan, että Rusutjärvessäkin runsaimmat äyriäisplanktonin määrät sattuiivat tehokkaimman hoitokalastuksen vuosiin. Siten vuoden 2003 havainnot tukevat tulkintaa, jonka mukaan 1990-luvun lopun tehokas hoitokalastus mahdollisti kummassakin järvessä vesikirppujen runsastumisen, mikä osaltaan lieenee vaikuttanut mm. Tuusulanjärven veden laadun paranemiseen. Vastaavanlaisia havaintoja tehtiin HOKA-tutkimukseen kuuluneesta myöskin tehokkaasti hoitokalastetusta Kalvolan Äimäjärvestä (Rask ym. 2002).

Kirjallisuus

- KUVES 1998: Tuusulanjärvi kuntoon. — Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän esite, 8 s.
- Luokkanen, E. 1995: Vesikirppuyhteisön lajisto, biomassa ja tuotanto Vesijärven Enonselällä. — Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskuksen raportteja ja selvityksiä 25, 53 s.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 1999: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 1998. — Kala- ja riistaraportteja 158, 100 s.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2002: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 2001. — Kala- ja riistaraportteja 262, 136 s.
- Olin, M., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Villa, L., Savola, P., Sammalkorpi, I. & Poikonen, K. 1998: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset. Vuosiraportti 1997. — Kala- ja riistaraportteja 123, 99 s.
- Rask, M., Horppila, J., Lehtovaara, A., Alajärvi, E. & Olin, M. 2002: HOKA-järvien äyriäisplankton vuosina 1997 ja 2001. — Kala- ja riistaraportteja 262, s. 118-126.

7. Yhteenveto

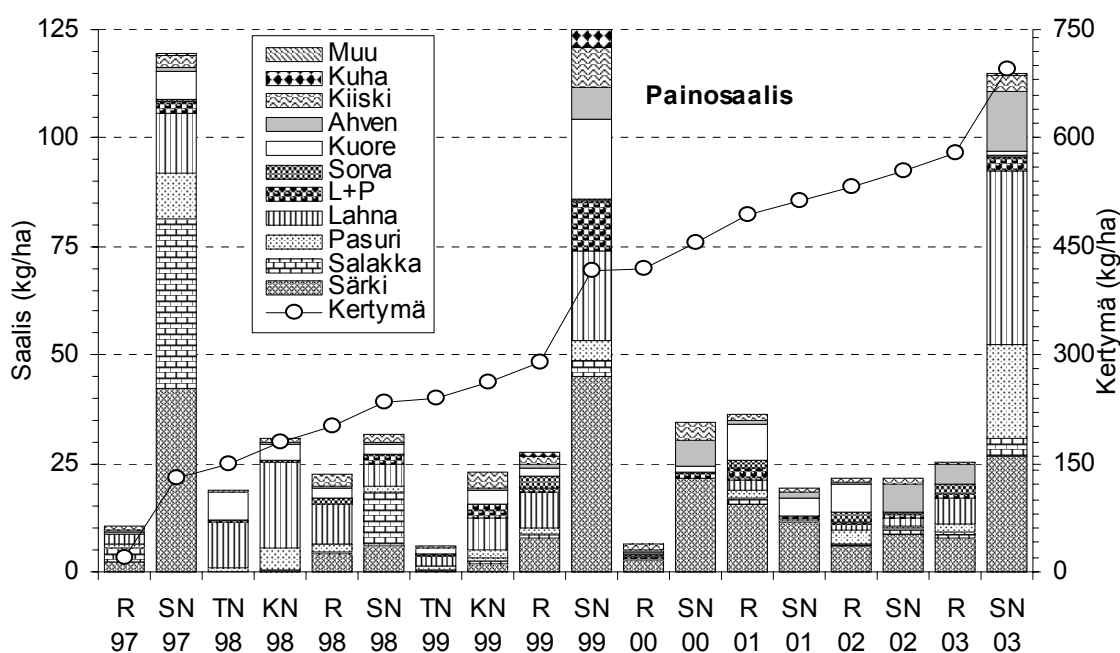
Jukka Ruuhijärvi¹ ja Mikko Olin²

¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalantutkimusasema 16970, Evo

²Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Biokeskus 3 (Viikinkaari 1), PL 65 00014 Helsingin yliopisto

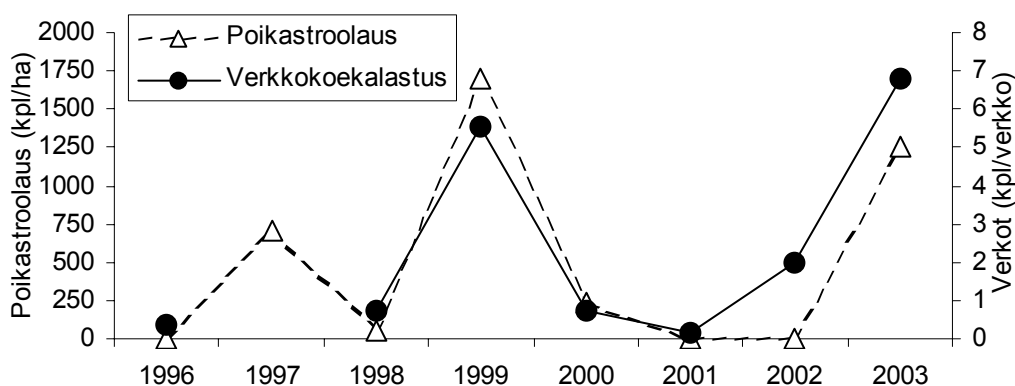
Tuusulanjärvessä ja Rusutjärvessä toteutettiin 1990-luvun lopulla hyvin tehokas hoitokalastus (Sammalkorpi 2000, Olin ym. 2000), jonka vaikutukset näkyivät kalakannoissa, eläinplanktonissa ja veden laadussa voimakkaimmin vuonna 2000. Seuraavina vuosina Tuusulanjärven hoitokalastuksen teho hiipui (kuva 1) ja Rusutjärven hoitokalastus lopetettiin kokonaan. Tuusulanjärven hoitokalastus voimistui jälleen syksyllä 2003. Lahnaa ja pasuria saatiin runsaasti edellisvuosiin verrattuna.

Järvien kalakannat ovat vuosina 2000-2003 kehittyneet eri tavoin. Tuusulanjärven verkkokoekalastusten yksikkösaaliit ovat kasvaneet voimakkaasti (luku 2.3.1). Järven kalakannat ovat hyvin tuottavia, useimpien lajien poikastuotanto on ollut runsasta ja kalojen kasvu nopeaa. Nuorten kalojen runsaus on todennäköisesti tärkein selitys sille, että eläinplanktonin määrä on alentunut selvästi vuodesta 2000 vuoteen 2003 (luku 6.3.1). Tuusulanjärven kuorekanta on kuitenkin muista lajeista poiketen vähentynyt voimakkaasti viime vuosina (luku 3.3.3). Todennäköinen syy kuoreen vähenemiseen on lämpimien kesien yhdessä veden tehoilmastuksen kanssa aiheuttama stressi kylmässä vedessä viihtyvälle kuoreelle.

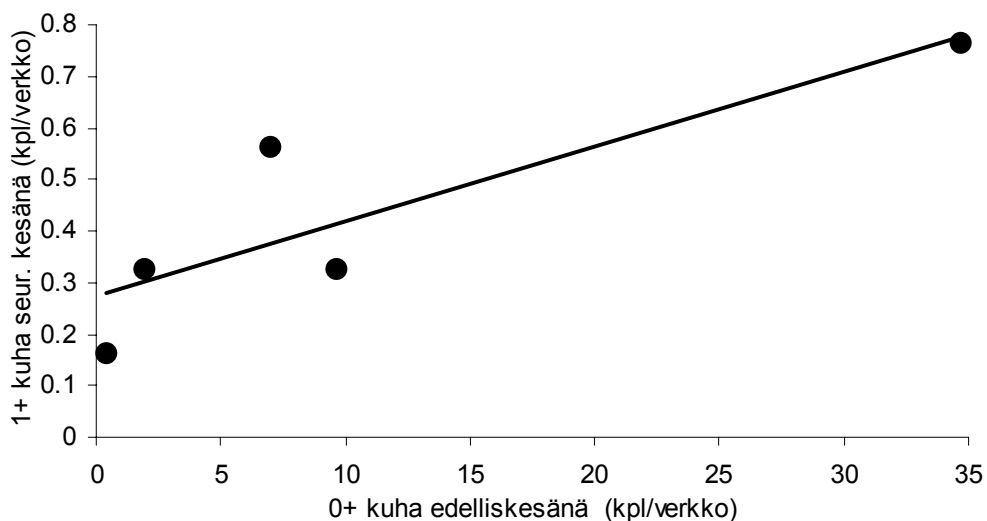


Kuva 1. Tuusulanjärven hoitokalastussaaliit (kg/ha) eri pyyntivälineillä vuosina 1997-2003. R = rysäpyynti; SN, TN ja KN = syys-, talvi- ja kevätnuottaus. Pisteviiva kuvaa saaliskertymää vuodesta 1997 lähtien.

Tuusulanjärven tärkeimmän arvokalan kuhan kanta on säilynyt runsaana ja sen poikastuotanto on useimpina vuosina ollut hyvä (luvut 2.3.2 ja 4.3). Kuhanpoikasten määristä on saatu niin verkkokoealastuksissa kuin poikastroolauksissakin samansuuntaisia havaintoja (kuva 2). Kuhanpoikasten runsaus näyttää ennustavan melko hyvin kuha- vuosisiluokan runsautta seuraavana kesänä (kuva 3). Kuhalle on Tuusulanjärvessä runsaasti ravintoa kuoreen vähenemisestä huolimatta ja kuhien kasvu on ollutkin hyvä (luku 5.4). Kuhan ravintokalana tärkeä ahven on runsastunut viime vuosina Tuusulanjärvessä (luku 2.3.2). Kuhan kalastukseen on tulossa verkon solmuvälirajoitus, jolla saaliskuhien kokoa voidaan nostaa. Suuret kuhat syövät enemmän särkikalajoja kuin pienet (luku 5.3.2), joten jatkossa voidaan parempien kuhasaaliiden ohella toivoa myös särkikalakantojen tehokkaampaa säätelyä luonnon omin keinoin.



Kuva 2. Tuusulanjärven kuhanpoikasten määrä poikastroolilla arvioituna (kpl/ha) sekä loppukesän verkkokoealastuksissa (kpl/verkko). Saaliit korreloivat keskenään tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$).



Kuva 3. Tuusulanjärven verkkokoealastuksissa saatujen kuhanpoikasten (0+) määrä (kpl/verkko) verrattuna saman vuosisiluokan saaliiseen seuraavana kesänä (1+). Regressio on suuntaa-antava: $R^2 = 0.741$, $p < 0,1$.

Rusutjärven kalakannat koostuvat pääosin keskikokoisista ja hidaskasvuisista yksilöistä, poikastuotto on ollut viime vuosina heikkoa (luku 2.4.2). Verkkokoekalastusten yksikkösaaliit ovat olleet verrattain tasaisia ja viime vuosina selvästi pienempiä kuin Tuusulanjärvessä. Eläinplanktonin vähäinen määrä kertoo kuitenkin, että Rusutjärven kalakannat ovat runsaat (6.3.2). Rusutjärven kalakannassa on suhteellisen vähän runsaita kokoluokkia, mikä aiheuttaa todelliseen kalamäärään nähden alhaiset koeverkkojen yksikkösaaliit: Kun sekä suuria että pieniä kaloja on selvästi niukemmin kuin Tuusulanjärvessä, johtaa keskikokoisten kalojen vallitsevuus siihen, että yleiskatsausverkon Rusutjärven kaloille sopivat solmuvälit täyttyvät nopeasti (Olin ym. 2004). Vuonna 2003 Rusutjärven runsaasti kalaa pyytäneiden solmuvälien 12,5 ja 15, 5 mm yksikkösaalis oli suurempi kuin vastaava Tuusulanjärven saalis. Rusutjärvi on niukkaravinteisempi kuin Tuusulanjärvi, mutta sinilevien määrä on silti ollut jopa runsaampi kuin Tuusulanjärvessä (KUVES, suull. tied.).

Rusutjärven kuhan poikastuotanto on ollut heikompi kuin Tuusulanjärvessä, mutta silti yhdessä istutusten kanssa riittävä pitämään yllä kohtuullisen hyvää kuhakantaa (luku 4.4). Kuhan kasvu näyttää pituusjakautumien perusteella jonkin verran Tuusulanjärveä hitaammalta (luvut 2.3.2 ja 2.3.4).

Rusutjärven kalakannoille ja veden laadulle tekisi hoitokalastus hyvää. Ravinteita kierrättävä särkikalassa saataisiin pienemmäksi ja voimistuneen poikastuoton kautta lisää pientä ravintokalaa petokaloille.

Kirjallisuus

- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2000: Rehevöityneiden järvien hoitokalastuksen vaikutukset, vuosiraportti 1999. — Kala- ja riistaraportteja 195, 116 s.
- Olin M., Kurkilahti M., Peitola P. & Ruuhijärvi J. 2004. The effects of fish accumulation on the catchability of multimesh gillnet. *Fisheries research* 68: 135-147.
- Sammalkorpi, I. 2000. Särkikalojen tehokalastukset Tuusulanjärvessä vuosina 1997-1999. — Julkaisussa: Olin M. & Rask M. (toim.): Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999 — Kala- ja riistaraportteja 184, RKTL, Helsinki.