

Someron Pitkäjärven ja Rautelanjärven ulappa-alueen kalasto kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna

Tommi Malinen
Mika Vinni

Tutkimusraportti
21.4.2015

Helsingin yliopisto,
ympäristötieteiden laitos



Someron Pitkäjärveltä koetroolilla saatuja kuhanpoikasia. Pienin osoittautui yksikesäiseksi (0+) ja muut puolestaan 1+ -ikäisiksi poikasiksi. Kuva: Mika Vinni.

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Aineisto ja menetelmät.....	4
2.1 Kaikuluotaus, koetroolauk ja saaliin käsittely.....	4
2.2 Aineiston analysointi.....	4
3. Tulokset.....	5
3.1 Happi, lämpötila ja näkösyvyys.....	5
3.2 Kalatiheys ja –biomassa.....	5
3.3 Kalalajijakauma.....	6
3.4 Kalojen pituusjakaumat ja kuhanpoikasten ikäjakauma.....	7
3.5 Kuhanpoikasten ravinto.....	9
3.6 Muuta kaikuluotauksen kertomaa.....	10
3.6.1 Pitkäjärvi.....	10
3.6.2 Rautelanjärvi.....	12
3.6.3 Pusulanjärvi.....	13
3.6.4 Saarentaanjärvi.....	14
3.6.5 Kirkkojärvi.....	15
4. Tulosten tarkastelu.....	16
5. Johtopäätökset.....	17
Kiitokset.....	17
Lähdeluettelo.....	17

1. Johdanto

Koko Paimionjoen yläjuoksun järviketju Painiosta Pitkäjärveen on sulkasääsken vaivaama (Malinen & Vinni 2012 ja 2013a). Sulkasääsken toukat ovat vesipatsaassa ja sedimentissä eläviä, eläinplanktonia syöviä petoja, jotka voivat runsaana esiintyessään romahduttaa kasviplanktonia tehokkaasti syövä, suurikokoisen eläinplanktonin määrän ja siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja (Liljendahl-Nurminen ym. 2003 ja 2005). Vaikka monet kalalajit käyttävät sulkasääsken toukkia ajoittain ravintonaan, useimmat lajit eivät pysty tehokkaasti säätelämään toukkien runsautta etenkin sameissa ja syvissä järvissä. Sameissa järvissä valo sammuu vedessä syvemmälle mentäessä nopeasti, joten sulkasääsken toukat ovat turvassa esimerkiksi ahvenen ja särjen saalistukselta jo muutaman metrin syvyydellä. Etelä-Suomen sameissa järvissä tehokkain sulkasääsken toukkien syöjä on kuore, joka pystyy syömään toukkia tehokkaasti hyvin hämärässä ja jossain määrin myös täydellisessä pimeydessä (Horppila ym. 2004). Näin ollen kuorekantojen vaaliminen saattaa olla merkittävä rehevöityneen järven hoitokeino niissä vesissä, joissa esiintyy sulkasääsken toukkia. Paimionjoen yläjuoksun järvien kuorekantojen tilasta ei ole ajankohtaista tietoa. Lajin tiedetään kuuluneen järviketjun lajistoon (Koli 1993, Savola 2004), mutta ainakin Painiolla kanta on paikallisten kalastajien mukaan joko kadonnut tai erittäin heikko.

Kuoreen lisäksi sulkasääsken toukkia saattavat savisameissa järvissä syödä ajoittain ainakin lahna, pasuri, salakka ja kuhanpoikaset (Malinen ym. 2006, Malinen & Vinni 2013b ja 2014). Lisäksi kaikilla ulapalla esiintyvillä kaloilla on jonkinlainen vaikutus toukkien esiintymiseen, vaikeivat ne toukkia söisikään. Sulkasääsken toukat nimittäin välttävät vesikerroksia, joissa on runsaasti kaloja. Rehevien järvien ulapalla saattaa esiintyä runsaasti särkikaloja, kuten pasuria, lahnaa, salakkaa ja särkeä. Nämä lajit saalistavat tyyppillisesti päällysvedessä (jossa on runsaimmin eläinplanktonia) ja runsaana esiintyessään ne pakottavat sulkasääsken toukat syvemmälle, jossa niillä on heikommat ravinnonsaantimahdollisuudet päiväsaikaan. Tämä saattaa jossain määrin säädellä sulkasääskikannan runsautta. Toisaalta yöllä sulkasääsken toukat pystyvät pimeyden turvin hyödyntämään myös päällysvettä (Horppila ym. 2000), joten särkikaloiden vaikutus sulkasääskiin saattaa olla heikko.

Mahdollisten sinileviin kohdistuvien vaikutusten lisäksi sulkasääsken toukilla saattaa myös olla epäsuotuisa vaikutus järven kalantuotantoon. Merkittävä osa järven perustuotannosta kanavoituu siihen, ja poistuu järvestä toukkien kuoriutuessa keskikesällä. Tilanne on erityisen tehoton kalantuotannon kannalta, jos järvessä esiintyvät kalalajit eivät käytä sulkasääsken toukkia ravintonaan. Etelä-Suomen savisameissa järvissä tällainen tilanne saattaa vallita helposti, jos kuore ei kuulu järven lajistoon. Toisaalta sulkasääsken toukat saattavat olla arvokasta ravintoa kuhanpoikasille niiden siirtyessä eläinplanktonista suurempiin ravintokohteisiin, varsinkin jos sopivankokoisia kalanpoikasia (kuten kuorenpoikasia) ei ole saatavilla. Näin ollen sulkasääsken vaikutus kalantuotantoon riippuu suuresti järven ravintoverkon rakenteesta.

Tämän tutkimuksen päämääränä oli selvittää kahden Paimionjoen yläjuoksun järven ulapan kalayhteisön rakennetta sekä arvioida näiden alueiden kalatiheys ja –biomassa kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella. Erityistä huomiota kiinnitettiin savisameiden järvien ravintoverkkojen kahteen keskeiseen lajiin: kuoreeseen ja kuhaan. Tutkimuksen edetessä päädyttiin tutkimaan myös kuhanpoikasten kasvua ja ravintoa, koska ne koettiin järvien ravintoverkon toiminnan ja kalantuotannon kannalta merkityksellisiksi muuttujiksi. Alun perin tutkimusjärviksi oli valittu Hirsjärvi ja Kirkkojärvi. Tutkimusjärviä jouduttiin kuitenkin vaihtamaan, koska Hirsjärvelle ei myönnetty koetroolauksilupaa eikä Kirkkojärvelle ollut mahdollista edes anoa lupaa osakaskuntien toimimattomuuden takia. Varsinaisiksi tutkimusjärviksi valittiin Pitkäjärvi ja Rautelanjärvi. Lisäksi kerättiin siirtymämatkoilla pienimuotoista kaikuluotausaineistoa Pusulanjärveltä, Saarentaanjärveltä ja Kirkkojärveltä.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Kaikuluotaus, koetroolaukset ja saaliin käsittely

Kaikuluotaus ja koetroolaukset tehtiin 3. syyskuuta 2014. Tällöin molempien järvien yli 5 m syvät alueet kaikuluodattiin etelä-pohjois-suuntaisia linjoja, n. 100 m välein sijaitsevia linjoja pitkin. Kaikkiaan kaikuluodattiin Pitkäjärvellä 11 ja Rautelanjärvellä 9 linjaa. Kalalajijakauman selvittämiseen tähtäävät koetrooolivedot tehtiin paikoissa ja syvyyksillä, joista oli kaikuluotauksen perusteella odotettavissa parhaiten saalista. Pitkäjärvellä tehtiin kaksi vetoa kattaen vesikerroksen 2,5-7,5 m ja Rautelanjärvellä kaksi vetoa kattaen vesikerroksen 2,5-9,0 m. Lisäksi tehtiin molemmilla järvillä kaksi kaikuluotaimen pintakatveen kalamäärän selvittämiseen tähtäävää koetrooolivetoa 0-2,5 m syvyydeltä. Nämä vedot tehtiin satunnaistetuilla paikoilla.

Kaikuluotaukset tehtiin Simrad EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella, joka oli varustettu lohkokeilaisella ES120-7C -anturilla. Anturin lähettämän äänen taajuus on 120 kHz, ja äänikeilan avautumiskulma 7 astetta. Kaikuluotausaineisto tallennettiin kannettavan tietokoneen kovalevyille myöhempää analysointia varten. Koetroolauksissa käytettiin paritroolia, jonka suuaukon korkeus oli vedosta riippuen 2,5-4 m ja leveys n. 8 m sekä perän silmäharvuus 3 mm. Koetroolinjojen pituus vaihteli 150 ja 700 m välillä. Koetroolisaaliista määritettiin kalalajien osuudet ja mitattiin kalalajikohtaiset pituusjakaumat. Kustakin lajista mitattiin joko kaikki saaliiksi saadut yksilöt tai n. 150 yksilöä satunnaisotoksesta. Lisäksi otettiin kuhanpoikasista ikä- ja ravintonäytteet.

Kaikuluotausaineiston tueksi mitattiin myös Pitkäjärven ja Rautelanjärven syvänteeltä lämpötila- ja happiprofiilit sekä määritettiin näkösyvyys Secchi-levyllä. Näkösyvyys mitattiin myös Pusulanjärveltä, Saarentaanjärveltä ja Kirkkojärveltä.

2.2 Aineiston analysointi

Kaikuluotausaineisto analysoitiin EP500 ja Excel -ohjelmilla. Tiedostojen analysointi aloitettiin 2,2 m syvyydeltä ja lopetettiin 0,5 m pohjan yläpuolelle. Visuaalisen tarkastelun ja kalojen jakauman arvioinnin lisäksi laskettiin järville kalatiheys ja -biomassa-arviot. Laskennan perus- eli otosyksikköinä olivat kokonaiset kaikuluotauslinjat. Linjojen kalatiheys ja -biomassa laskettiin seuraavasti:

- 1) Jaettiin vesipatsas kaikuluotaimen näytön ja troolisaaliiden perusteella kalastoltaan eroaviin vesikerroksiin, jotka analysoitiin erikseen.
- 2) Paikallistettiin EP-500 -ohjelmalla kalat silmämääräisesti sulkasääsken toukkien joukosta ja laskettiin vain näiden, mahdollisimman tarkasti rajattujen vesitilavuuksien kalaintegraalit. Näiden perusteella laskettiin vesikerroksen kaloista peräisin oleva kaikuintegraali.
- 3) Laskettiin vesikerroksen kalatiheys jakamalla kalaintegraali vesikerroksen keskimääräisellä yhdestä kalasta heijastuvalla integraalilla (σ). Tämä laskettiin troolisaaliin pituusjakauman sekä kohdevoimakkuuden ja kalan pituuden riippuvuuden (Tuomaala & Malinen, julkaisematon) perusteella.
- 4) Muutettiin kalatiheydet lajikohtaiseksi troolisaaliin lajijakauman perusteella ja laskettiin kalabiomassa lajikohtaisten keskipainojen perusteella.
- 5) Laskettiin koko linjan keskimääräinen kalatiheys- ja biomassa yhdistämällä vesikerrosten arvot.

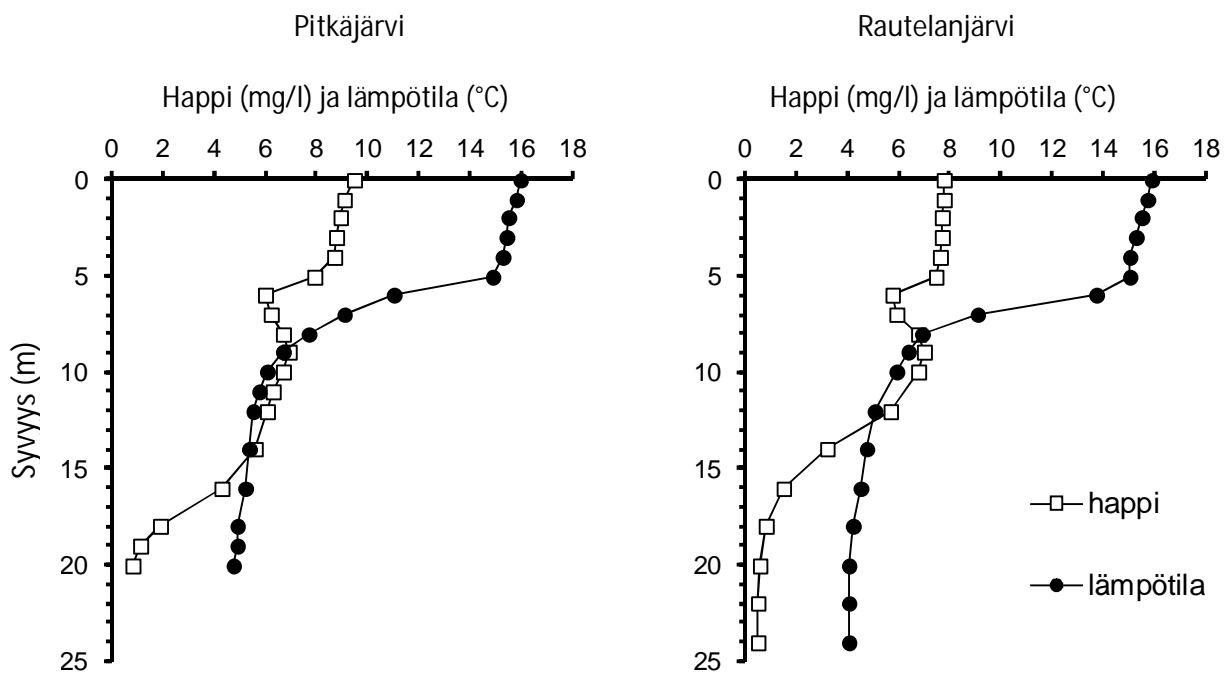
Tutkimusjärvien yli 5 m syvien alueiden keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa hehtaaria kohti laskettiin kaikuluotauslinjojen pituuksilla painotettuna keskiarvona. Kalatiheyden ja -biomassan keskiarvon varianssi laskettiin Shottonin ja Bazigosin (1984) esittämällä kaavalla ja niiden 95 % luottamusvälit Poisson -jakauman perusteella (Jolly & Hampton 1990).

Kuhanpoikasten ikä määritettiin suomusta ja/tai kuuloluusta eli otoliitista. Otoliitit halkaistiin ja paahdettiin. Kuhanpoikasten ravinto määritettiin pistemenetelmällä (Hynes 1950), jonka tulokset esitetään kunkin ravintokohteen keskimääräisenä osuutena mahan sisällöstä.

3. Tulokset

3.1 Happi, lämpötila ja näkösyvyys

Pitkä- ja Rautelanjärvi olivat tutkimuspäivänä (3.9.2014) voimakkaasti kerrostuneet. Melko tasalämpöinen päänvesi ulottui noin viiden metrin syvyyteen. Tästä alaspäin mentäessä lämpötila laski viiden metrin matkalla noin 10 astetta. Alusvedessä, 10 m syvyydestä pohjaan asti, lämpötila oli noin 5 °C. Myös happipitoisuus laski päänveden alapuolella syvemmälle mentäessä, muttei kovin suoraviivaisesti. Harppauskerroksen yläosassa, 6-7 m syvyydessä, oli monille savisameille tyypillinen happiminimi (Horppila ym. 2000). Tässä kerroksessa happipitoisuus ei kuitenkaan laskenut niin alhaiseksi, että se olisi rajoittanut kalojen esiintymistä. Tämän alapuolella happipitoisuus hieman nousi alkaakseen taas laskea suoraviivaisemmin syvemmälle mentäessä. Pitkäjärvellä happipitoisuus laski alle arvon 2 mg/l noin 18 m syvyydessä ja Rautelanjärvellä noin 15 m syvyydessä. Näkösyvyys oli Pitkäjärvellä 30 cm, Rautelanjärvellä 25 cm, Pusulanjärvellä 30 cm, Saarentaanjärvellä 25 cm ja Kirkkojärvellä 25 cm eli kaikkien tutkittujen järvien vesi oli erittäin sameaa.

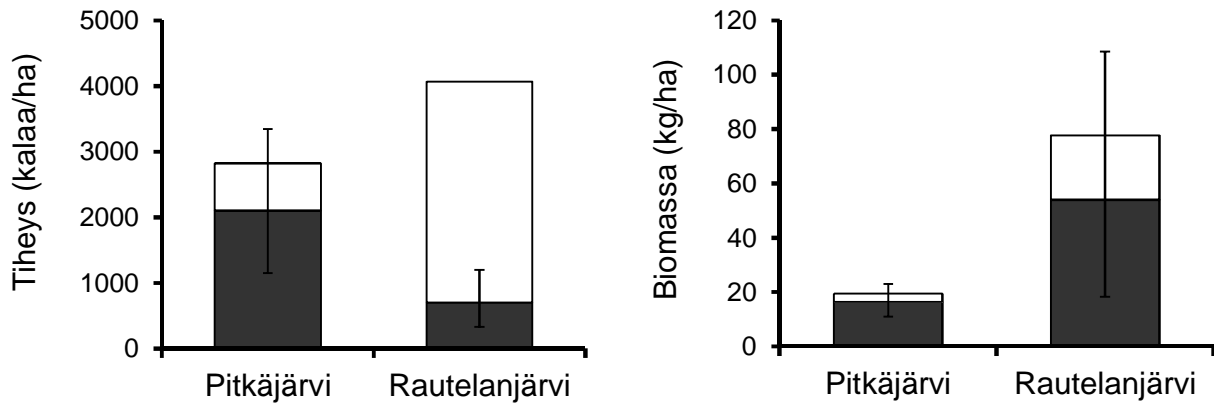


Kuva 1. Pitkäjärven ja Rautelanjärven syvänteiden happi- sekä lämpötilaprofiilit 3. syyskuuta 2014.

3.2 Kalatiheys ja -biomassa

Pitkäjärven ulappa-alueen (yli 5 m syvä alue) kalatiheysarvio oli kaikuluotauksen perusteella n. 2100 yks./ha (kuva 2). Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 1200-3300 yks./ha. Vastaava kalabiomassa-arvio oli n. 16 kg/ha (10,9-23,1 kg/ha). Nämä ovat kuitenkin aliarvioita ulapan kalamäärästä, koska kaloja esiintyi myös kaikuluotaimen pintakatvealueella (0-2,2 m syvyydessä). Kun otetaan koetroolauksen perusteella arvioitu pintakatvealueen kalamäärä huomioon, saadaan Pitkäjärven ulapan kalatiheysarvioksi n. 2800 yks./ha ja kalabiomassa-arvioksi n. 19 kg/ha. Rautelanjärven ulapan (yli 5 m syvä alue) kalatiheysarvio oli kaikuluota-

uksen perusteella ainoastaan n. 700 yks./ha (300-1200 yks./ha), mutta valtaosa kaloista olikin koetrolauksen perusteella kaikuluotaimen pintakatveessa. Pintakatve huomioiden saatiin Rautelanjärven ulapan kalatiheysarvioksi n. 4100 yks./ha ja kalabiomassa-arvioksi n. 78 kg/ha. Etenkin biomassa-arvio on selvästi suurempi kuin Pitkäjärvellä. Järvien korkeat rehevyytasot huomioiden havaitut kalatiheydet ja -biomassat ovat kuitenkin varsin alhaisia.

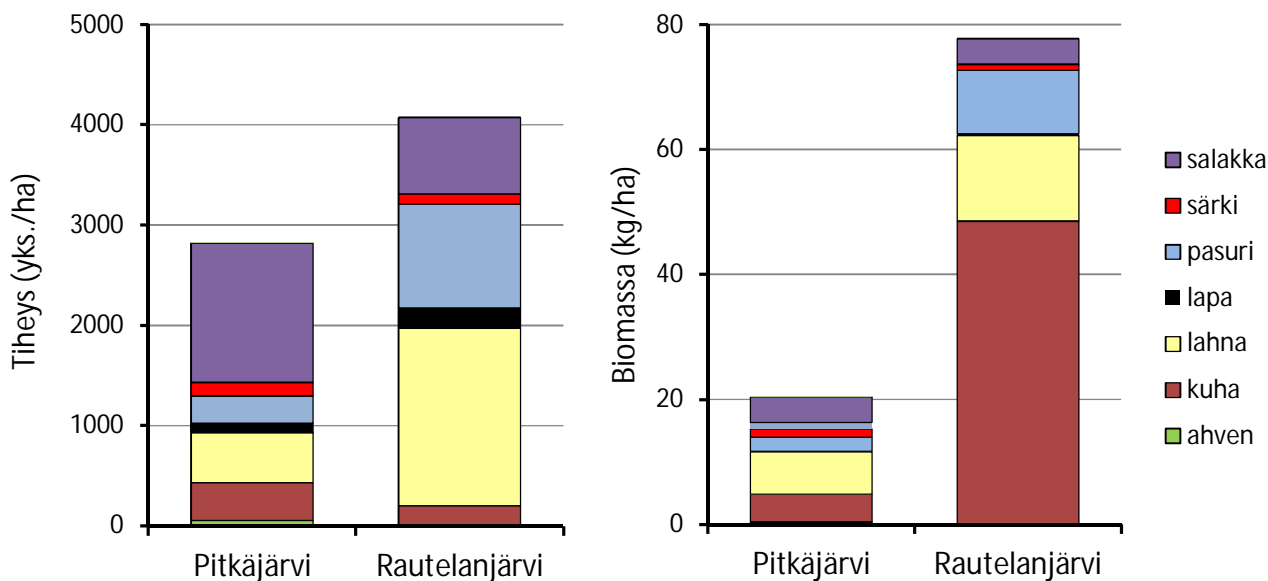


Kuva 2. Tutkimusjärvien ulappa-alueiden (yli 5 m syvä alueet) kalatiheysarviot (vasemmalla) ja kalabiomassa-arviot (oikealla). Tummat pylväät ovat kaikuluotausarviot (2,2 m syvyydeltä alaspäin). Kaikuluotausarviolle on myös esitetty 95 %:n luottamusvälit. Vaaleat pylväät kertovat koetrolauksen perusteella arvioidun pintakerroksen (0-2,2 m syvyys) kalatiheyden ja -biomassan.

3.3 Kalalajijakauma

Lukumäärältään Pitkäjärven ulapan runsain laji oli salakka, jonka osuus kalatiheydestä oli lähes 50 % (kuva 3). Toiseksi runsain laji oli lahna (n. 20 %) ja kolmanneksi runsain kuha (14 %). Pasurin osuus oli 10 % ja särjen 5 %. Muiden lajien (ahven ja kiiski) osuus oli erittäin pieni. Kuoretta ei koetrolilla saatu lainkaan. Rautelanjärvellä lukumäärältään runsain laji oli lahna (n. 45 %). Seuraavaksi runsaimmat lajit olivat pasuri (26 %), salakka (20 %) ja kuha (4 %). Muiden lajien (ahven) tiheys oli hyvin alhainen. Rautelanjärveltäkään ei saatu yhtään kuoretta. Kummaltakaan järveltä ei saatu myöskään Kolin (1993) mukaan järviketjussa esiintyviä sulkavaa eikä turpaa, joiden odotettiin olevan mahdollisia saalislajeja ulapan troolauksissa. Madettaan ei saatu, mutta se saattaa johtua aivan syvimpien vesikerrosten jäämisestä troolauksen ulkopuolelle.

Biomassaltaan Pitkäjärven ulapan valtalaji oli lahna, jonka osuus oli n. 35 % (kuva 3). Kuhan osuus oli 24 %, salakan 21 %, pasurin 12 % ja särjen 7 %. Rautelanjärvellä biomassaltaan ulapan runsain laji oli kuha, jonka osuus oli hieman yli 50 % biomassasta. Seuraavaksi suurimmat biomassat oli lahnalla (21 %), pasurilla (17 %) ja salakalla (7 %). Kuhan suuret biomassa-arviot (erityisesti Rautelanjärvellä) herättävät ihmetystä. Kyseessä on kuitenkin yli 5 m syvien alueiden hetkellinen tilanne. Biomassasuhteet olisivat varmasti aivan toisenlaiset jos kaikuluotauksella olisi mahdollista arvioida myös alle 5 m syvien alueiden kalamäärä. Kaiken lisäksi troolisaaliit olivat niin pieniä ja koostuivat niin pienistä kaloista, että jo muutaman keskikokoisen kuhan päätyminen saaliiksi vaikuttaa biomassa-arvioon voimakkaasti.



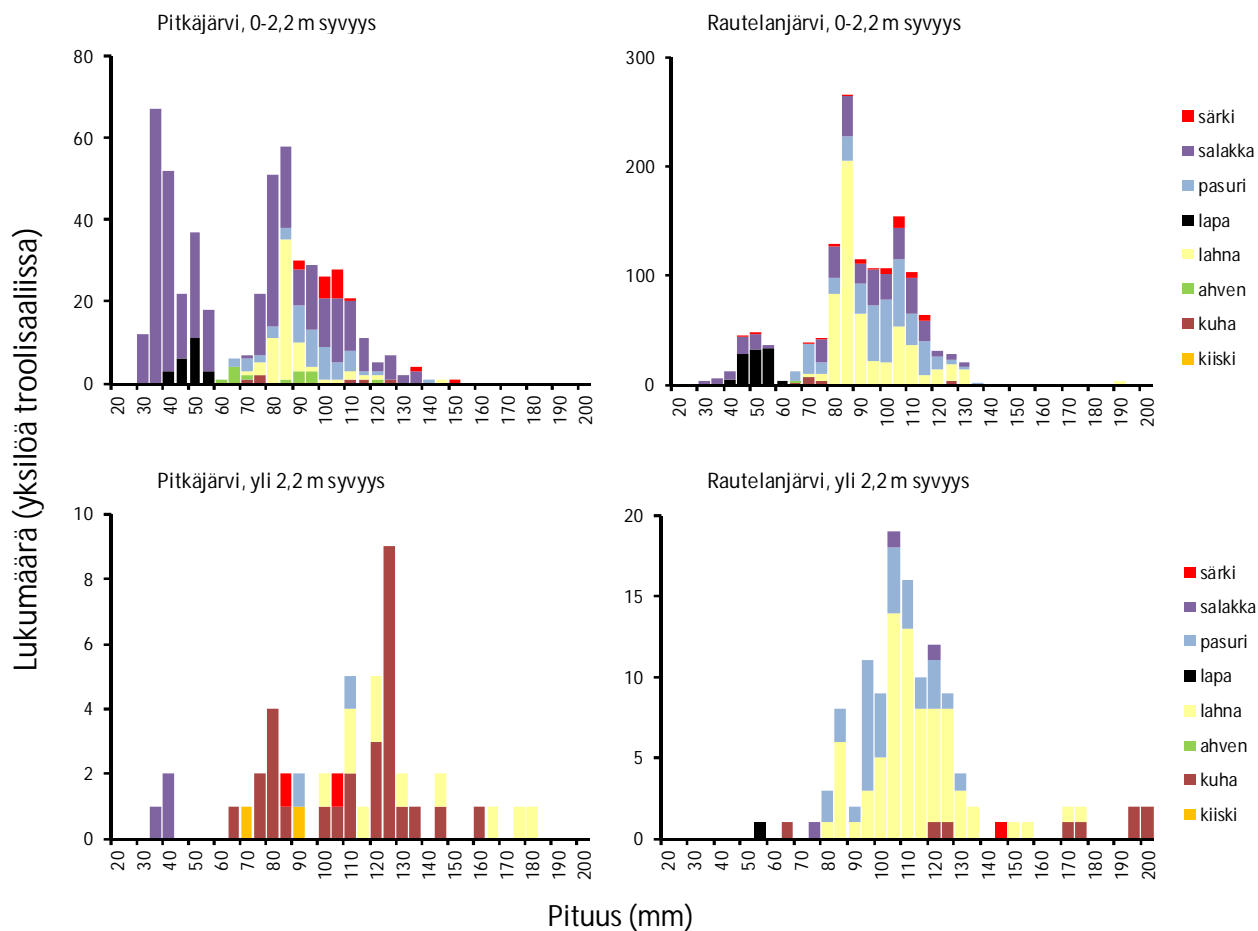
Kuva 3. Kalalajikohtaiset tiheys- ja biomassa-arviot tutkimusjärvien yli 5 syville alueille kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella. "Lapa" tarkoittaa alle 70 mm pituisia lahnoja ja pasureita, joita ei tunnistettu tarkemmin.

3.4 Pituusjakaumat ja kuhanpoikasten ikäjakauma

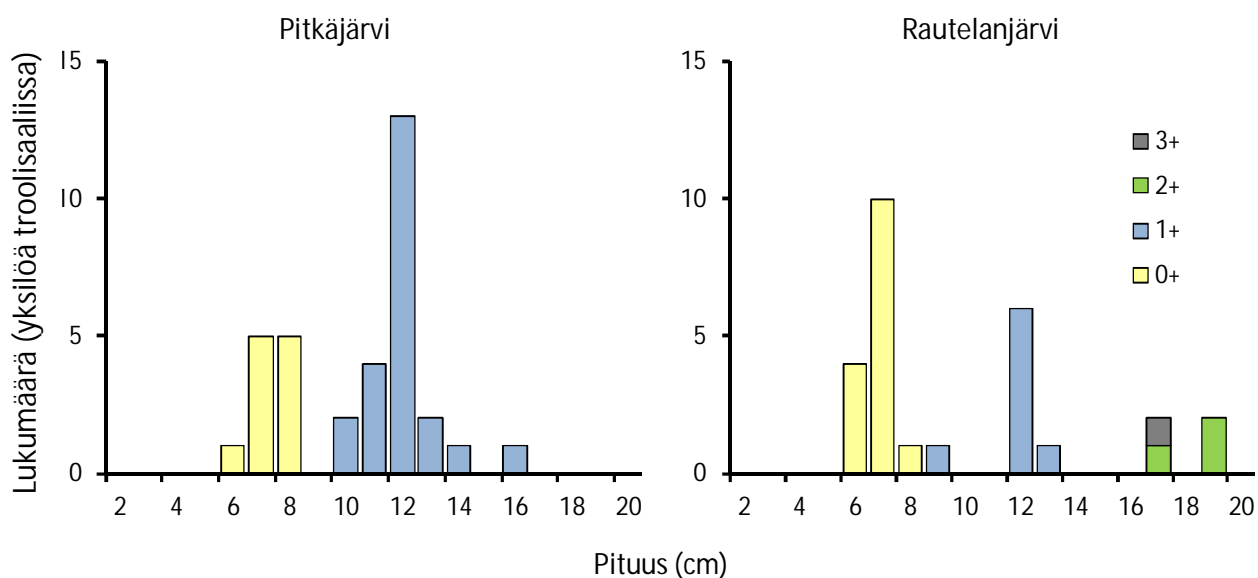
Vesikerroksittaisista pituusjakaumakuvista nähdään, että Pitkäjärvellä salakan pituusjakauma oli monihuip-
puinen ja sitä esiintyi lähes yksinomaan pintakerroksessa (kuva 4). Pintakerroksessa esiintyi runsaasti myös
8-10 cm pituisia lahnoja ja hieman suurempia pasureita. Syvemmällä esiintyi pääasiassa 7-15 cm pituisia
kuhia ja 10-20 cm pituisia lahnoja. Pitkäjärven kalat olivat varsin pieniä, eikä troolilla saatu lainkaan yli 20
cm pituisia kaloja. Rautelanjärvellä pintakerroksessa esiintyi runsaasti 8-13 cm pituisia lahnoja, 7-12 cm
pituisia pasureita ja monenkokoista salakkaa. Syvemmälläkin valtalajeja olivat lahna ja pasuri. Niiden lisäksi
merkittäviä määriä esiintyi ainoastaan pieniä kuhia.

Pitkäjärveltä saatiin ainoastaan yksikesäisiä (0+) ja yksivuotiaita (1+) kuhanpoikasista. Yksikesäisten pituus oli
69-85 mm (keskipituus 79 mm ja keskipaino 3,1 g) ja yksivuotiaiden 102-164 mm (keskipituus 125 mm ja
keskipaino 13,0 g) (kuva 5). Rautelanjärvelläkin valtaosa poikasista kuului näihin ikäryhmiin. Yksikesäisten
pituus oli 62-82 mm (keskipituus 72 mm ja keskipaino 2,5 g) ja yksivuotiaiden 90-131 mm (keskipituus 121
mm ja keskipaino 11,7 g). Lisäksi saatiin kolme 2+ -ikäistä kuhaa (pituus 173-198 mm) ja yksi 3+ -ikäinen
kuha (pituus 178 mm). Kuhanpoikasten iänmäärityksessä jouduttiin käyttämään suomun lisäksi myös halkais-
tua ja paahdettua kuuloluuta eli otoliittia, jossa vuosirenkaat näkyivät melko selvästi (kuva 6).

Molempien järvien yksikesäiset kuhanpoikaset olivat kasvaneet varsin nopeasti. Ne olivat keskimäärin pal-
jon suurempia kuin esimerkiksi hyvän kuhajärven maineessa olevalla Tuusulanjärvellä muutamaa päivää
aikaisemmin. Tuusulanjärvellä poikasten keskipituus oli 64,2 mm ja keskipaino 1,68 g (Malinen & Vinni
2015). Toisaalta erittäin suurikokoisia, tyypillisesti kalaravintoon siirtyneitä yksikesäisiä poikasista (joita mm.
Tuusulanjärvellä säännöllisesti esiintyy), ei Someron järviltä saatu.



Kuva 4. Koetroolisaaliin pituusjakaumat molemmilta tutkimusjärvilä. Ylemmissä kuvissa on esitetty pintakerroksen ja alemmissa syvemmän vesikerroksen pituusjakaumat. "Lapa" tarkoittaa alle 70 mm pituisia lahnoja ja pasureita, joita ei tunnistettu tarkemmin. Huomaa erilaiset asteikot y-akselilla.



Kuva 5. Koetroolilla saatujen kuhanpoikasten ikäjakauma tutkimusjärvilä. Pitkäjärveltä saatiin yhteensä 34 ja Rautelanjärveltä 27 kuhanpoikasta.



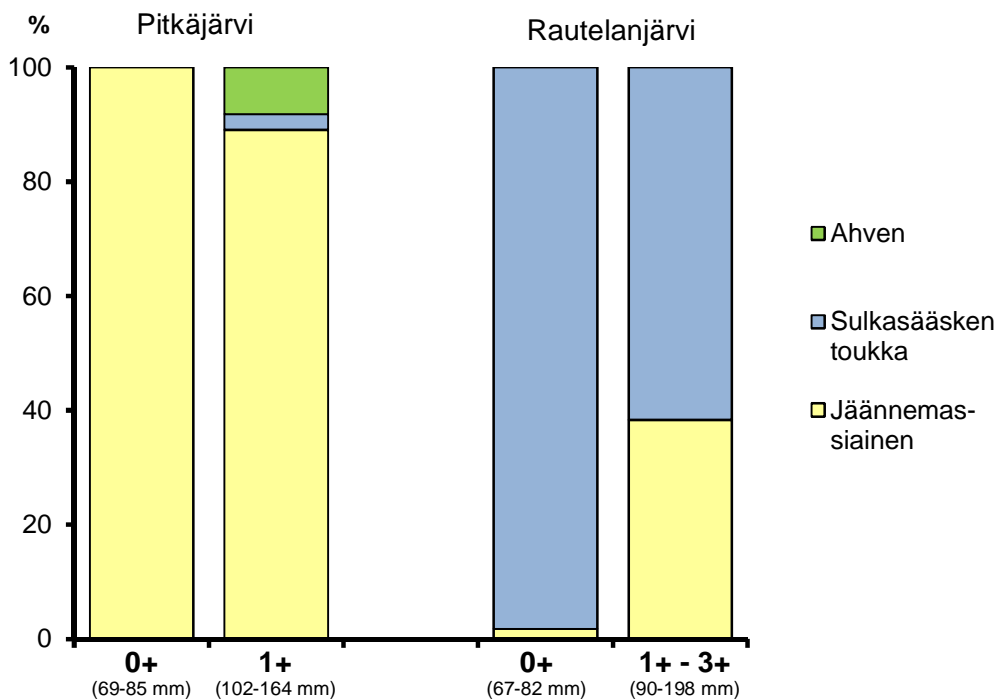
Kuva 6. Rautelanjärveltä saadun 2+ -ikäisen kuhan halkaistu otoliitti. Punaiset ympyrät osoittavat vuosirenkään sijainnin.

3.5 Kuhanpoikasten ravinto

Pitkäjärvellä kuhanpoikaset olivat syöneet pääasiassa jäännemassiaista (*Mysis relicta*), jonka osuus yksikesäisten ravinnosta oli 100 % ja vanhempien poikasten ravinnosta n. 90 % (kuva 7). Yksi kuhanpoikanen oli syönyt ahvenen ja yksi sulkasääsken toukkia (*Chaoborus sp.*). Kuhanpoikasten mahat olivat yleisesti ottaen varsin täysiä, eikä tyhjämahaisia yksilöitä löytynyt lainkaan. Jäännemassiaisen suurta merkitystä osattiin arvailla jo ennen kuhien mahojen tutkimista, koska pintavetoja lukuun ottamatta troolisaaliin joukossa oli runsaasti massiaisia. Sulkasääsken toukkia ei troolisaaliin joukosta yleensä löydy, vaikka niitä runsaasti esiintyisikin.

Rautelanjärvellä kuhanpoikasten ravinto koostui enimmäkseen sulkasääsken toukista. Sen osuus yksikesäisten poikasten ravinnosta oli lähes 100 %, mutta vanhemmat kuhanpoikaset olivat syöneet myös jäännemassiaista. Myös Rautelanjärvellä kuhanpoikasten mahat olivat varsin täysiä. Ainoastaan yhden poikasen maha oli tyhjä. Muutamat poikaset olivat syöneet mahan aivan täyteen sulkasääsken toukkia: eräältä 125 mm pituiselta poikaselta löytyi mahasta 80 toukkaa, ja eräältä 90 mm pituiselta poikaselta 50 kpl! Rautelanjärvelläkin troolisaaliin joukossa oli jonkin verran jäännemassiaisia.

Molemmilla järvillä kalaravinnon vähyys on silmiinpistävä. Yli 10 cm kuhat syövät yleisesti pieniä kaloja (Lappalainen ym. 2005, Malinen & Vinni 2009 ja 2014), mutta näiden kahden järven kuhien mahoista löytyi yhteensä ainoastaan yksi ahven. Tämä on sikäli yllättävää, että etenkin Pitkäjärvellä pienikokoista salakkaa oli runsaasti tarjolla (kuva 4). Toisaalta jäännemassiaiset ovat kuhanpoikasille hyvää ravintoa ja kuhanpoikasten riski joutua saaliiksi lienee oleellisesti pienempi, kun ne syövät hieman syvemmillä (pimeässä) jäännemassiaisia verrattuna siihen, että ne saalistaisivat pintakerroksessa (valoisassa) salakoita. Rautelanjärvellä sulkasääsken toukkien suuri merkitys johtunee sopivankokoisen kalaravinnon vähydestä ja mahdollisesti heikommasta jäännemassiaiskannasta Pitkäjärveen verrattuna. Rautelanjärven aineistossa näkyy selvästi jäännemassiaisen merkityksen kasvaminen kuhanpoikasten koon kasvaessa (kuva 7).



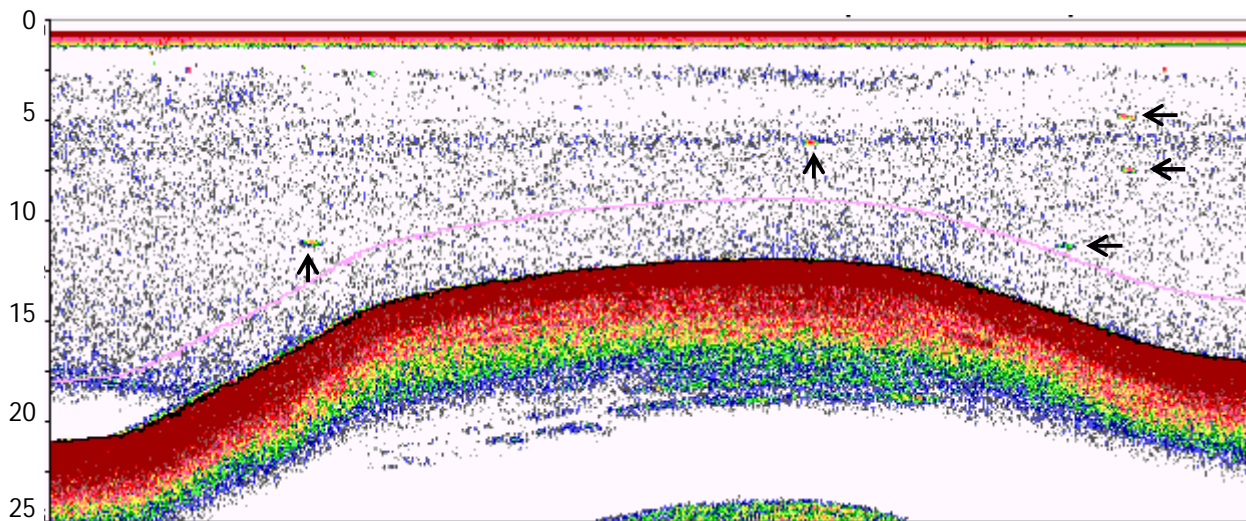
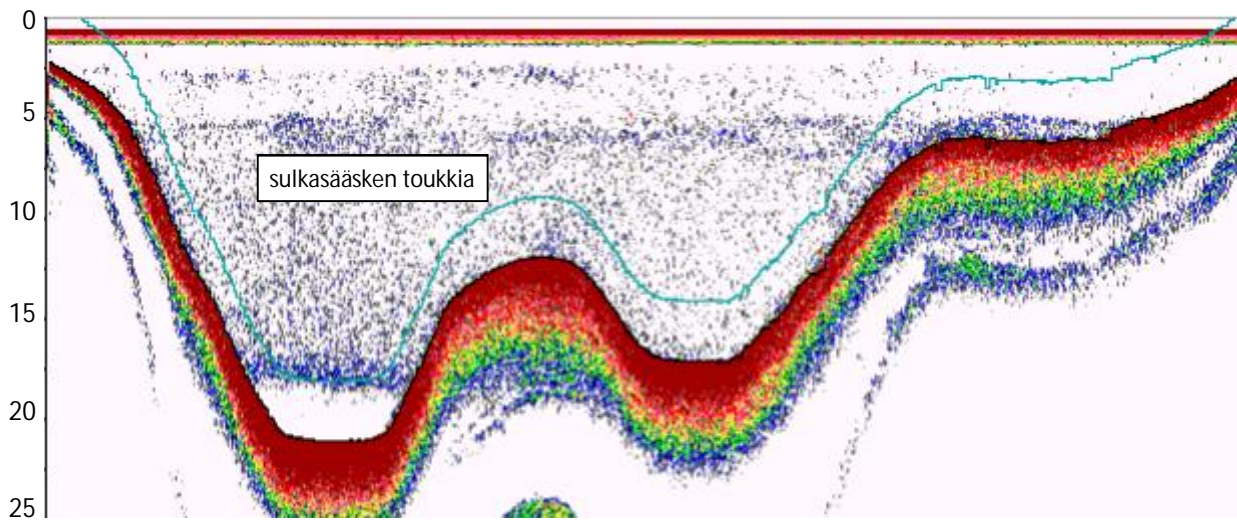
Kuva 7. Kuhanpoikasten ravinto (ravintokohteiden osuus mahan sisällöstä) tutkimusjärvissä 3. syyskuuta 2014. Kuhanpoikaset on jaettu kahteen luokkaan, yksikesäisiin (0+) ja vanhempiin poikasiin (1+, 2+ ja 3+). Pitkäjärveltä saatiin yhteensä 34 ja Rautelanjärveltä 27 kuhanpoikasta.

3.6 Muuta kaikuluotauksen kertomaa

3.6.1 Pitkäjärvi

Pitkäjärven kaikuluotauksuvista nähdään, että sulkasääsken toukkia esiintyi lähes koko vesipatsaassa ja kaloja esiintyi harvakseltaan n. 13 m syvyyteen asti (kuva 8). Noin 18 m syvyydeltä alaspäin ei sulkasääsken toukkia enää esiintynyt. Vaikka toukat kestävät hapettomia olosuhteita, välttävät ne kuitenkin hyvin vähähappista vettä jos kalojen saalistus ei muodosta merkittävää uhkaa. Vastaava ilmiö on havaittu mm. Hiidenvedellä. Happipitoisuus olisi mahdollistanut kalojen esiintymisen aina 18 m syvyyteen asti, mutta kalat ilmeisesti kartoivat syvää kerrosta kylmän veden takia. Jäänmassiaiset ja sulkasääsken toukat tarjosivat ulapan välivedessä esiintyville kaloille yhtä hyvät ravintoresurssit myös ylempänä vesipatsaassa.

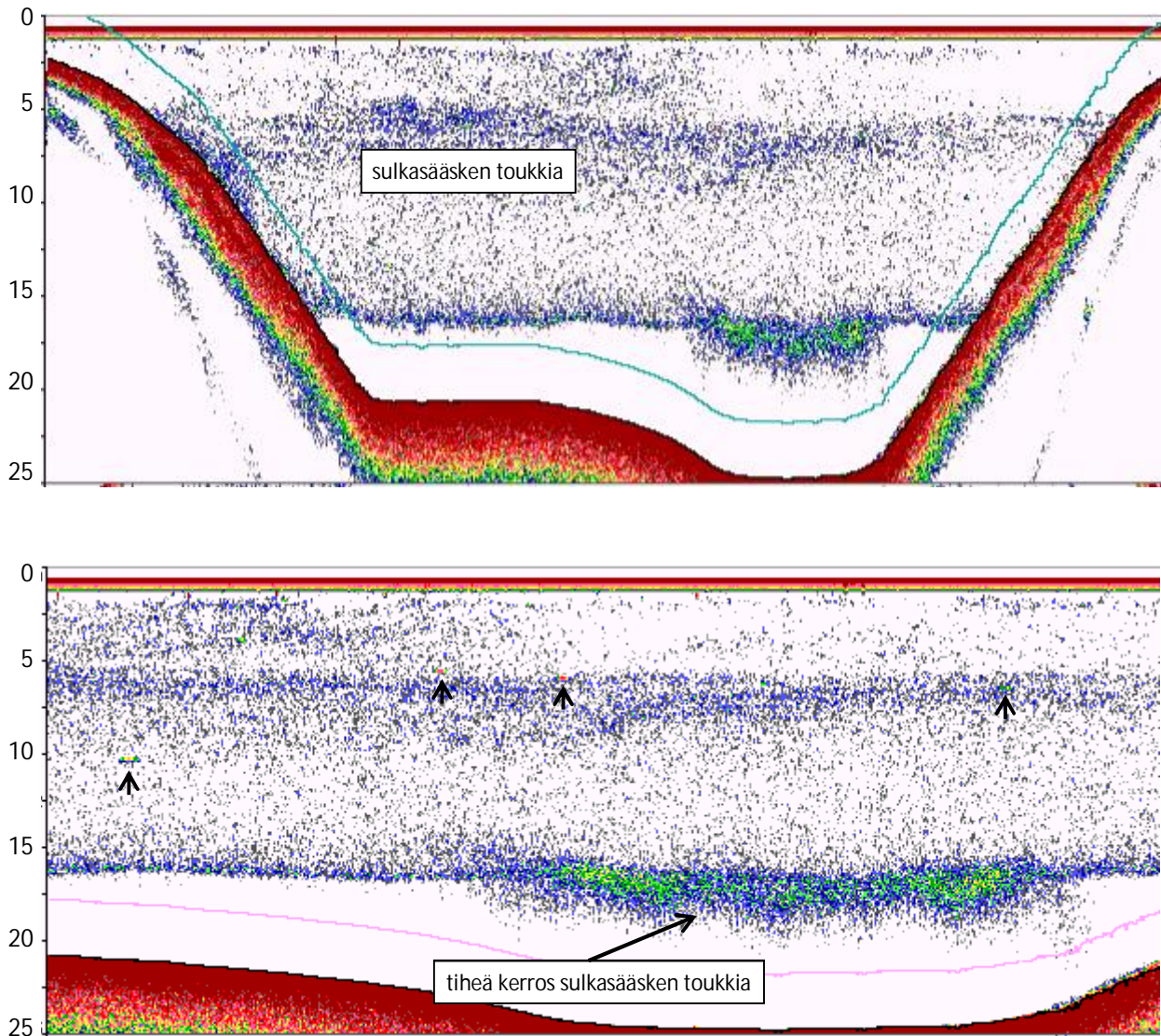
Järven ravintoverkon toiminnan kannalta merkityksellistä on se, että aivan pinnan läheistä vesikerrosta lukuun ottamatta kalamäärä oli erityisen alhainen. Tämä kertoo siitä, että Pitkäjärvessä ei näyttäisi juurikaan esiintyvän ulapan välivedessä viihtyviä kaloja (esimerkiksi kuoretta), jotka hyödyntäisivät syvien vesikerrosten ravintoresursseja. Tällaisessa tilanteessa suuri osa järven perustuotannosta kanavoituu eläinplanktonin kautta sulkasääsken ja poistuu järvestä niiden kuoriutuessa kesällä. Tämä osa järven tuotannosta ei siis lainkaan päädy kalantuotannoksi. Järven kalastuksen kannalta olisi parasta, jos mahdollisimman suuri osa järven tuotannosta päättyisi petokaloihin, erityisesti selvästi tärkeimpään lajiin, kuhaan.



Kuva 8. Kaikuluotausnäkömää Pitkäjärveltä (linja etelästä pohjoiseen järven koillispuoleen syvänteen yli). Yläkuvassa on esitetty koko linja ja alakuvassa suurennos linjan keskeltä. Yli 4 m syvyydessä selvästi erottuvat kalat on merkitty nuolilla. Matalammalla esiintyvien kalojen havainnollistaminen vaatisi voimakkaampaa suurennoista. Kuvien vasemmalla reunassa on syvyys metreinä.

3.6.2 Rautelanjärvi

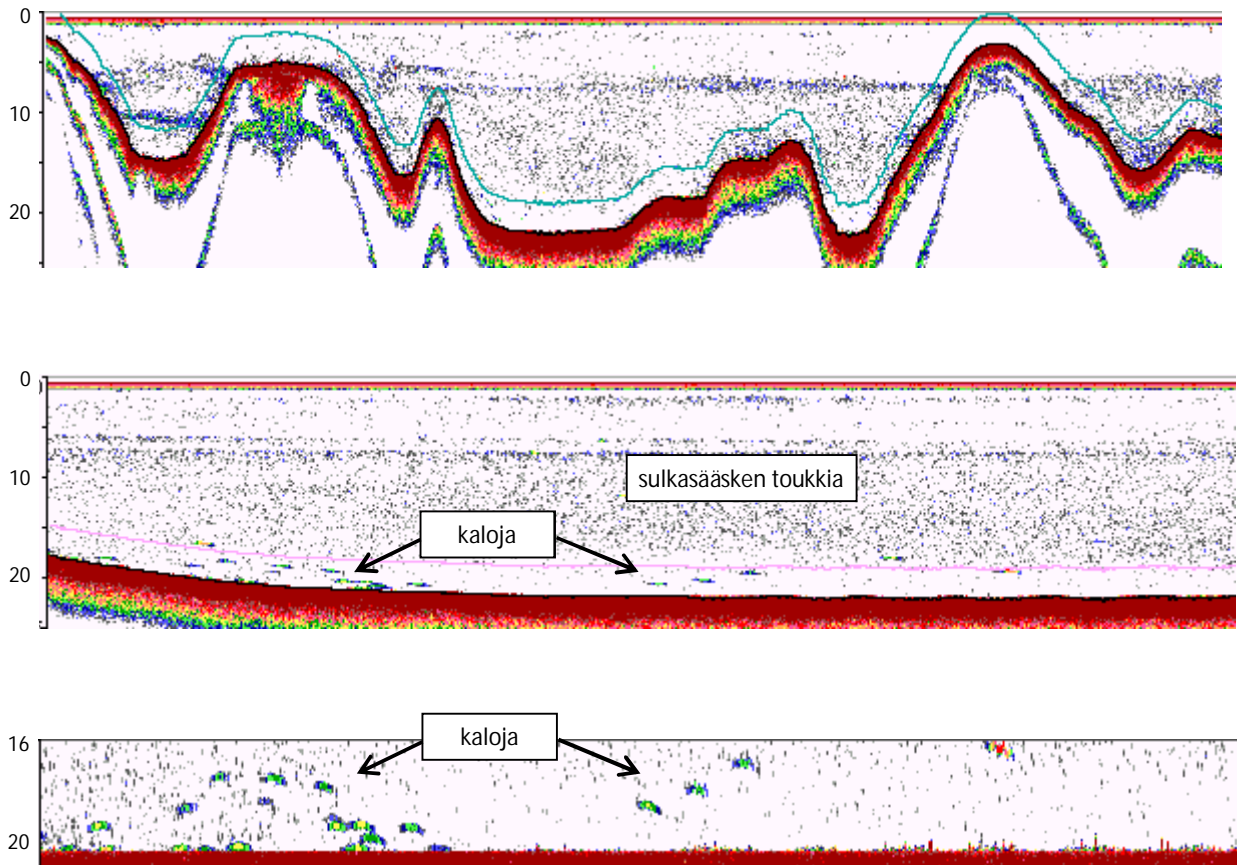
Myös Rautelanjärvellä sulkasääsken toukkia esiintyi lähes koko vesipatsaassa (kuva 9). Kaloja esiintyi Pitkäjärven tapaan harvakseltaan n. 13 m syvyyteen asti. Rautelanjärvellä happipitoisuus laski alhaiseksi hieman ylempänä vesipatsaassa kuin Pitkäjärvellä ja tämä näkyi myös sulkasääsken toukkien vertikaalijakaumassa siten, että niiden esiintyminen loppui hieman ylempänä vesipatsaassa. Syvimmän kohdan yläpuolella havaittiin voimakkaasti ääntä heijastava kerros, joka oli ilmeisesti sulkasääsken toukkien tihentymä. Rautelanjärvelläkin syvien vesikerrosten kalamäärä oli todella pieni, jolloin suuri osa järven tuotannosta poistuu järvestä sulkasääsken toukkien kuoriutuessa päätyttyä lainkaan kalantuotannoksi.



Kuva 9. Kaikuluotausnäkyä Rautelanjärveltä (linja etelästä pohjoiseen järven syvimmän kohdan yli). Yläkuvassa on esitetty koko linja ja alakuvassa suurennos linjan keskeltä. Yli 4 m syvyydessä selvästi erottuvat kalat on merkitty nuolilla. Matalammalla esiintyvien kalojen havainnollistaminen vaatisi voimakkaampaa suurennosta. Kuvien vasemmassa reunassa on syvyys metreinä.

3.6.3 Pusulanjärvi

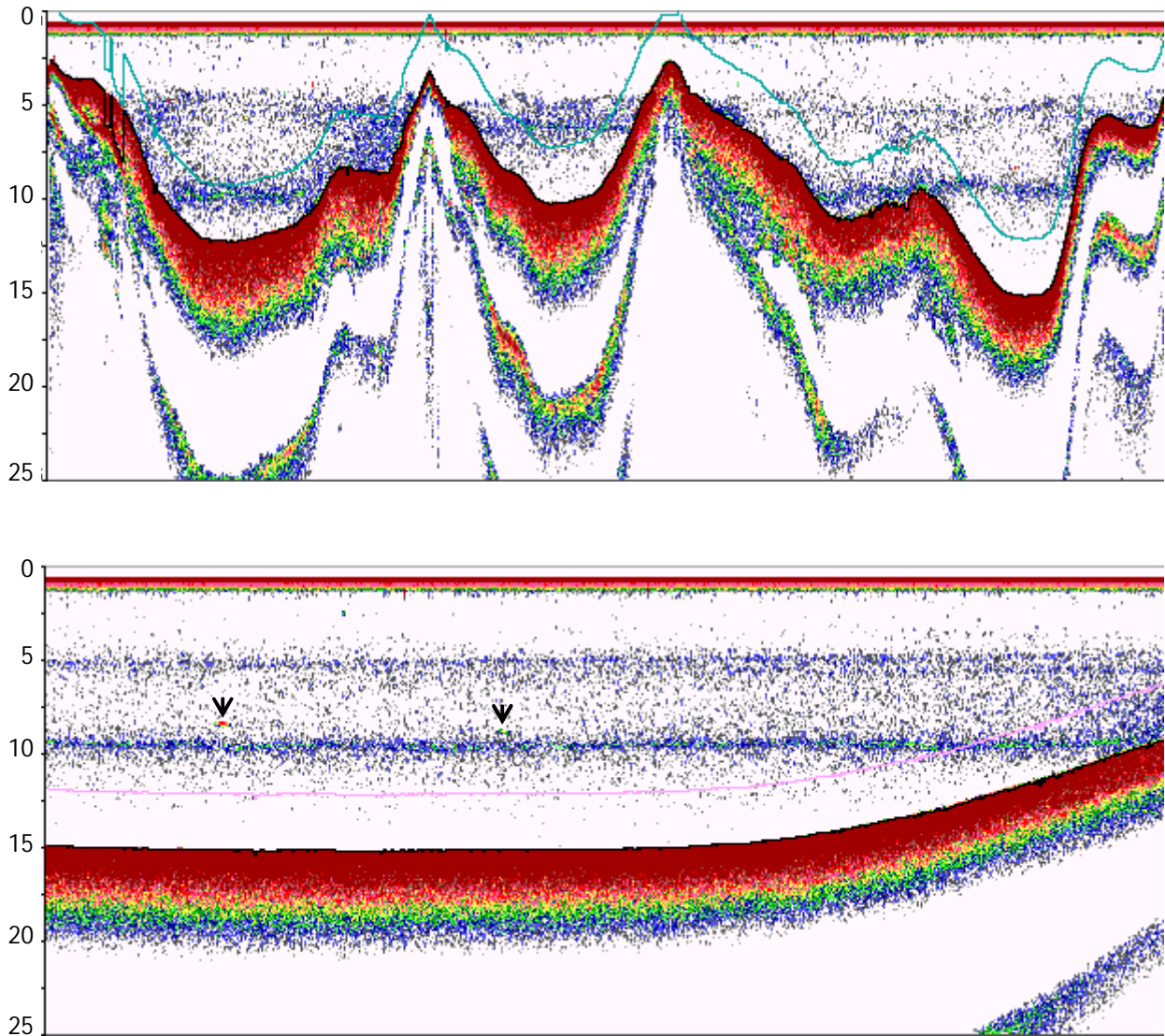
Pusulanjärvellä kaloja ja sulkasääsken toukkia esiintyi koko vesipatsaassa pohjaan asti, mikä viittaa oleellisesti muita tutkimusjärviä parempaan happitilanteeseen (kuva 10). Tätä tukee myös Varsinais-Suomen Ely-keskuksen happimittaus 28. elokuuta, jossa havaittiin happipitoisuuden olleen 20 m syvyydessä vielä 2,6 mg/l. Pohjan läheltä otetussa suurennoksessa näkyy pohjan läheisyydessä pieniä kaloja. Nämä syvällä, pimeässä ja viileässä esiintyvät kalat voisivat olla pieniä mateita, kuoreita tai kiiskiä.



Kuva 10. Kaikuluotausnäkömä Pusulanjärveltä (linja lännestä itään lähes koko järven yli). Yläkuvassa on esitetty koko linja, keskellä suurennos linjan keskeltä ja alimpana suurennos pohjan läheltä (samasta paikasta kuin keskimäinen kuva). Kuvien vasemmassa reunassa on syvyys metreinä.

3.6.4 Saarentaanjärvi

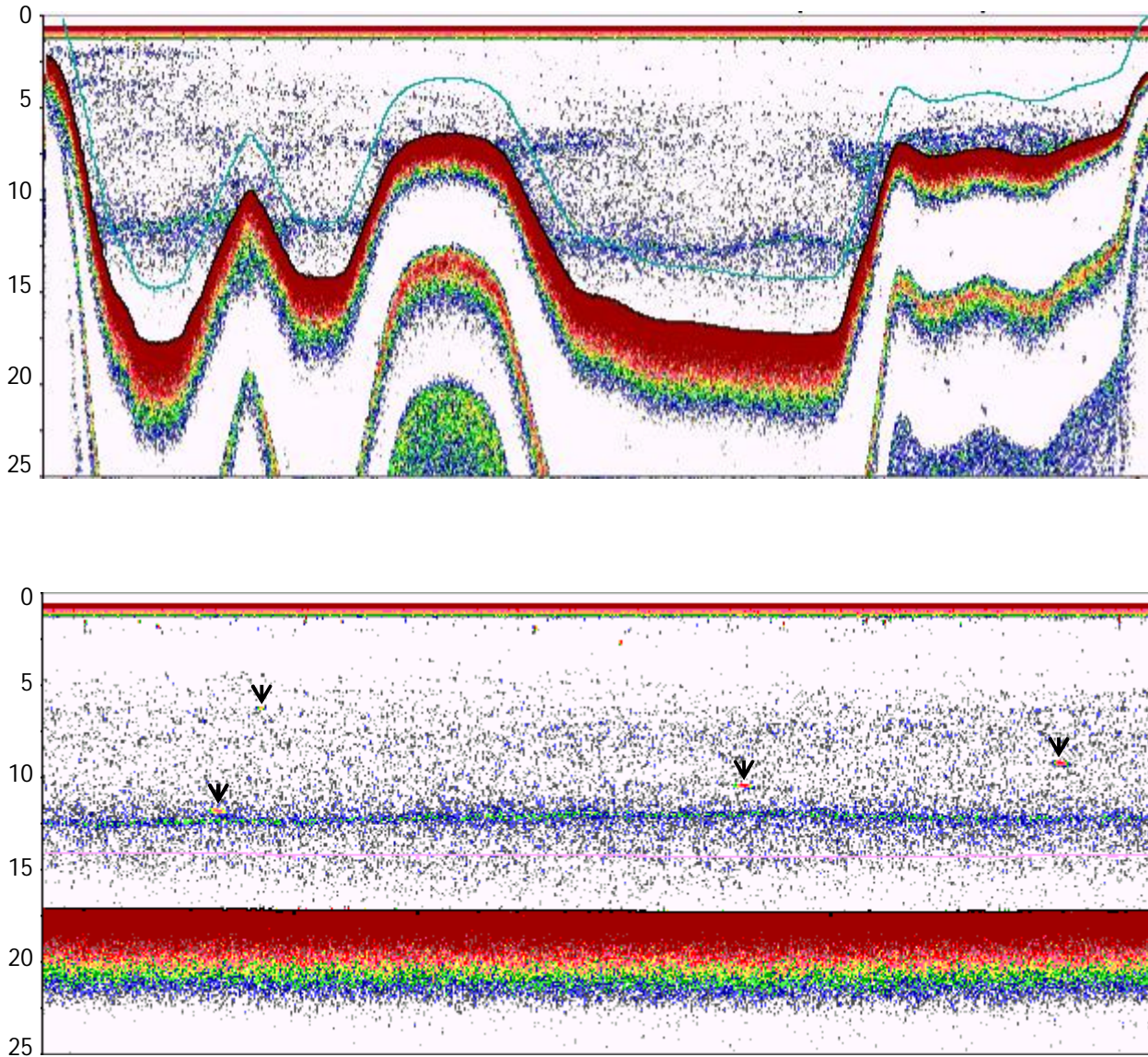
Saarentaanjärvellä kalojen ja sulkasääsken toukkien esiintyminen oli samantapaista kuin Pitkäjärvellä ja Rautelanjärvellä, mutta kalojen esiintyminen näytti rajoittuvan ylipäin 11 m vesikerrokseen (kuva 11). Tämä viittaa siihen, että happitilanne oli erityisen heikko Saarentaanjärven kaakkoisosan syvänteessä (kuvasa oikealla). Happituloksia kesältä 2014 ei kuitenkaan ollut käytettävissä.



Kuva 11. Kaikuluotausnäkyvä Saarentaanjärveltä (linja lännestä itään lähes järven yli). Yläkuvassa on esitetty koko linja ja alakuvassa suurennos linjan loppuosan syvänteeltä. Yli 4 m syvyydessä selvästi erottuvat kalat on merkitty nuolilla. Matalammalla esiintyvien kalojen havainnollistaminen vaatisi voimakkaampaa suurennoista. Kuvien vasemmassa reunassa on syvyys metreinä.

3.6.5 Kirkkojärvi

Kirkkojärvellä kalojen esiintymisen alaraja oli n. 12 m syvyydessä (kuva 12). Sulkasääsken toukkia esiintyi n. 16 m syvyyteen asti. Ilmeisesti happipitoisuus oli tämän alapuolella hyvin alhainen. Tässä tutkimuksessa ei happiprofiilia kuitenkaan mitattu. Pari viikkoa aiemmin, elokuun 14. päivänä Kirkkojärven happipitoisuus oli 20 m syvyydessä ainoastaan 0,8 mg/l (Varsinais-Suomen Ely-keskus).



Kuva 12. Kaikuluotausnäkömä Kirkkojärveltä (linja lännestä itään lähes järven yli). Yläkuvassa on esitetty koko linja ja alakuvassa suurennos linjan loppuosan syvänteeltä. Yli 4 m syvyydessä selvästi erottuvat kalat on merkitty nuolilla. Matalammalla esiintyvien kalojen havainnollistaminen vaatisi voimakkaampaa suurennosta. Kuvien vasemmassa reunassa on syvyys metreinä.

4. Tulosten tarkastelu

Tutkimusjärvien ulapan ravintoverkkojen rakenne on syville ja savisameille järville tyypillinen. Kalamäärä on melko pieni ja suurin osa kaloista keskittynyt pinnan läheisyyteen. Selkärangattomia petoja, erityisesti sulkasääsken toukkia on hyvin runsaasti. Mitä ilmeisimmin sulkasääsken toukilla on paljon suurempi vaikutus eläinplanktoniin kuin kaloilla. Näin ollen hoitokalastus ei ole sopiva menetelmä järvien kunnostamiseen. Kalaston merkittävä väheneminen saattaisi jopa parantaa sulkasääsken elinmahdollisuuksia ja johtaa nykyistä pahempiin sinileväkukintoihin.

Ulapan kalastossa vallitsevat särkikalat, etenkin salakka, lahna ja pasuri. Selvästi runsain petokala on kuha. Sulkasääsken toukkia tehokkaasti syövä kuore joko puuttuu kokonaan tai sen kannat ovat erittäin heikot. Kuhanpoikasten lisäksi ulapalla esiintyvät särkikalat syövät varmasti ajoittain sulkasääsken toukkia, ja heikentävät jo pelkällä esiintymisellään toukkien ravinnonsaantimahdollisuuksia, mutta ne eivät pysty säätelemään tehokkaasti sulkasääsken määrää.

Kuoreen puuttuminen Pitkä- ja Rautelanjärveltä on hieman yllättävää. Ainakin aikuisille kuoreille (1-vuotiaille ja vanhemmille) järvissä riittäisi sopivaa ravintoa, sulkasääsken toukkia ja jäännemassiaisia. Myös happipitoisuus ja lämpötila mahdollistaisivat kuoreen esiintymisen, koska välivedessä olisi aivan riittävästi viileää ja hapekasta vettä kuoreelle. Kuoreelle pitäisi olla tarjolla runsaasti myös kutupaikkoja sekä itse järvi- ja virtapaikoissa että järviin laskevissa puroissa. Yksi mahdollisuus on, että veden laatu on näillä mahdollisilla kuoreen kutupaikoilla liian huono mädin kehittymiseen ja/tai poikasten selviämiseen. Toinen mahdollisuus on se, että pienten kuoreenpoikasten ravintotilanne on heikko. Kuoreenpoikaset eivät pysty syömään sulkasääsken toukkia tai jäännemassiaisia vaan syövät pienikokoista eläinplanktonia. Tämän määrä voi olla vähäinen johtuen runsaista sulkasääsikannoista. Kolmas mahdollisuus on, että kuore on kadonnut järviketjusta jonkun/joidenkin poikkeuksellisen epäsuotuisten vuosien takia, eikä ole levinnyt takaisin vaikka olosuhteet sallisivat sen esiintymisen. Erityisen lämpimät kesät saattavat romahduttaa kannan, varsinkin jos alusveden happitilanne pääsee samaan aikaan poikkeuksellisen heikoksi. Näin kävi kesällä 2002 esimerkiksi Jyväskylän Alvajärvellä (Keskinen ym. 2012) ja Lahden Vesijärvellä (Malinen ym. 2008). Ainakin Painion kuorekannan romahdus ajoittuu suunnilleen samaan ajanjaksoon, koska kesällä 2004 saatiin nuotalla enää hyvin vähän kuoreita (Savola 2004). Lisäksi viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut muutamia erittäin lämpimiä kesiä (2006, 2010 ja 2013), jotka ovat saattaneet olla kohtalokkaita kuoreelle.

Varsinaisten tutkimusjärvien lisäksi kolmella järvellä; Pusulan-, Saarentaan- ja Kirkkojärvellä tehtiin koe- luontoiset kaikuluotaukset. Niiden perusteella kuoreen esiintyminen on todennäköisintä Pusulanjärvellä, jossa esiintyi pieniä kaloja vielä 20 m syvyydellä. Runsasta kuorekanta Pusulanjärvelläkään tuskin esiintyy. Muiden Painion järviketjun järvien morfometrian ja vedenlaatutietojen perusteella kaikkein suotuisin järvi kuoreelle on Hirsjärvi. Olisi mielenkiintoista tietää, onko sen kuorekanta säilynyt elinvoimaisena näistä lämpimistä vuosista huolimatta. Jos Hirsjärvessä esiintyy edelleen runsaasti kuoretta, se kyllä liikkuvana kalana leviää ja muodostaa lisääntyvän kannan niihin järviketjun järviin, joissa lisääntymisolosuhteet ovat suotuisat. Mutta jos kuoretta ei esiinny Hirsjärvelläkään, on järviketjun kuorekanta todella kadonnut. Tässä tapauksessa kannattaisi harkita kuoreen uudelleenkotittamista.

Kaikki tiedot kuoreen esiintymisestä järviketjun järvissä ovat arvokkaita. Kuore jää heikosti yleisiin kalanpyydyksiin ja helpoimmin kotitarve- tai virkistyskalastaja löytääkin sen petokalojen, erityisesti kuhan mahasta. Kuoreen tarttuvuus jopa pieniä silmäkokoja sisältäviin NORDIC-yleiskatsausverkkoihin on heikko (Olin & Malinen 2003), eikä koeverkkokalastustuloksista voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä kuoreen esiintymisestä tai runsaudesta.

Järviketjun ylivoimaisesti tärkein saaliskala on kuha. Tämän tutkimuksen perusteella kuhan luonnonlisäntyminen on ainakin kohtalaista Pitkä- ja Rautelanjärvessä. Yksikesäiset kuhanpoikaset olivat kasvaneet melko nopeasti. Ilmeisesti runsaat jäännemassiais- ja sulkasääsikannat tarjoavat poikasille hyvät ravintovarot. Nämä eläinplanktonia suuremmat ravintokohteet turvaavat poikasille varsin hyvän ja tasaisen kasvu-

nopeuden sekä ilmeisesti hyvän eloonjäännin niiden ensimmäisenä talvena. Kalaravinnon käyttöön poikaset näyttäisivät pääsevän kuitenkin vasta melko suurikokoisina. Tämä näyttäisi johtavan siihen, että toisen kasvukautensa jälkeen kuhat ovat hieman keskimääräistä pienempiä (Lehtonen & Miina 1988, Peltonen ym. 1996, Ruuhijärvi ym. 1996, Rask ym. 2005, Vinni & Malinen 2010). Mäntsälän Sahajärvessä, jossa on runsaasti sulkasääsken toukkia mutta ei lainkaan kuoretta, kuhat ovat toisen kasvukautensa jälkeen suunnilleen samankokoisia kuin Pitkä- ja Rautelanjärvellä (Vinni ym. 2006). Someron Pitkä- ja Rautelanjärven aineisto ei mahdollistanut poikasvaiheen ohittaneiden kuhien kasvun tarkastelua, koska aineistoon sisältyi ainoastaan kaksi yli 20 cm pituista kuhaa. Jos Pitkä- ja Rautelanjärven kuhankantoja halutaan hoitaa, kannattaisi selvittää myös poikasvaiheen ohittaneiden kuhien kasvunopeutta ja ravintoa. Kuhakannan hyödyntämisen kannalta on oleellista, joutuvatko vielä 20-30 cm kuhat syömään pieniä ravintokohteita (jäänne-massiaisia ja sulkasääsken toukkia), jotka eivät mahdollista nopeaa kasvua. Kuorekantojen elpyminen saattaisi nopeuttaa kuhanpoikasten siirtymistä kalaravintoon ja siten myös parantaa kuhien kasvunopeutta. Tämä lisäisi kuhakannan tuotantoa ja suurentaisi todennäköisesti kuhasaaliita.

5. Johtopäätökset

Tutkimusjärvien ravintoverkkojen rakenne on syville ja savisameille järville tyypillinen: ulapan kalamäärä on pieni ja se on keskittynyt pinnan läheiseen vesikerrokseen, kun taas syvemmillä esiintyy runsaasti sulkasääsken toukkia. Ne säätelevät voimakkaasti kasviplanktonia syövän eläinplanktonin määrää ja voivat siten aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja.

Kuoreen puuttumisen (tai sen erittäin heikkojen kantojen) takia ulapalla vallitsevat särkikalat. Ne eivät pysty säätelemään tehokkaasti sulkasääsikannan runsautta. Toisaalta särkikalojen väheneminen (esimerkiksi hoitokalastuksen ansiosta) voisi parantaa entisestään sulkasääsken elinmahdollisuuksia ja johtaa nykyistä suurempiin vedenlaatuongelmiin. Hoitokalastus ei siis sovellu näiden järvien kunnostamiseen.

Ylivoimaisesti tärkein petokala ulapalla on kuha. Sen kasvu on melko nopeaa ensimmäisen kesänä ja eloonjäanti ensimmäisen talven aikana hyvä. Sopivankokoisen kalaravinnon puute johtaa kuitenkin keskimääräistä hitaampaan kasvuun jo toisena kesänä. Poikasvaiheen ohittaneiden kuhien kasvututkimus antaisi hyödyllistä tietoa kuhakannan hoitoa ajatellen.

Kuoreen esiintymistä järviketjun muissa järvissä, erityisesti Hirsjärvessä, kannattaisi selvittää. Mikäli kuore on kadonnut koko järviketjusta, saattaisi sen uudelleen kotiuttaminen olla mielekäs toimenpide. Se saattaisi vähentää sulkasääskiongelmaa ja parantaa kuhakannan tuotantoa.

Kiitokset

Kenttätöistä kuuluvat suuret kiitokset Hannu Ylä-Outiselle ja Ville Ojalalle.

Lähdeluettelo

- Horppila, J., Liljendahl-Nurminen, A. & Malinen, T. 2004: Effects of clay turbidity and light on the predator-prey interaction between smelts and chaoborids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61: 1862-1870.
- Horppila, J., Malinen, T., Nurminen, L., Tallberg, P. & Vinni, M. 2000: A metalimnetic oxygen minimum indirectly contributing to the low biomass of cladocerans in Lake Hiidenvesi – a diurnal study on the refuge effect. *Hydrobiologia* 436: 81-90.
- Hynes, H. B. N. 1950: The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19: 35-58.

- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. Rapp. P.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer. 189: 415-420.
- Keskinen, T., Lilja, J., Högmander, P., Holmes, J. A., Karjalainen, J. & Marjomäki, T. J. 2012: Collapse and recovery of the European smelt (*Osmerus eperlanus*) population in a small boreal lake – an early warning of the consequences of climate change. Boreal. Env. Res. 17: 398-410.
- Koli, L. 1993: Someron vedet. Somerniemi-seura ry ja Somero-seura ry. Amanita Production. 132 s.
- Lappalainen, J., Vinni, M. & Kjellman, J. 2005: Diet, condition and mortality of pikeperch (*Sander lucioperca*) during their first winter. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 59: 207-217.
- Lehtonen, H. & Miina, T. 1988: Minimum size of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) for exploitation in Lake Lohjanjärvi, Southern Finland. Aqua Fennica 18: 157-164.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Valtonen, S. & Peckan-Hekim, Z. 2005: Searching for the missing peak – an enclosure study on seasonal succession of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 59: 85-103.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003: The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. Arch. Hydrobiol. 158: 75-96.
- Malinen, T., Tuomaala, A., Antti-Poika, P. & Salonen, M. 2008: Vesijärven Enonselän ulappa-alueen kalayhteisön kehitys vuosina 2002-2006. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristöekologian laitos sekä bio- ja ympäristötieteiden laitos. 16 s.
- Malinen, T., Tuomaala, A., Vinni, M., Vesala, S., Horppila, J., Niemistö, J., Ruuhijärvi, J., Pekcan-Hekim, Z. & Ojala, T. 2006: Jokioisten Rehtijärven kalasto vuonna 2005. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 23 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2009: Tuusulanjärven kuhanpoikasten ja muiden ulappa-alueen kalojen ravinto elosyyskuussa 2008. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 10 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2012: Sulkasääsken runsaus Someron Painiossa ja Pitkäjärvessä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 7 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013(a): Sulkasääsken toukkien runsaus Someron Kirkkojärvellä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 7 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2013(b): Järvi Hoi –hankkeen ravintoverkkotutkimukset Hiidenvedellä ja Lohjanjärvellä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 18 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2014: Kalayhteisö sulkasääsikannan säätelijänä Kaukjärvessä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 11 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2015: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalasto vuonna 2014 kaikuluotauksen ja koe-troolauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 12 s.
- Olin, M. & Malinen, T. 2003: Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. Hydrobiologia 506-509: 443-449.
- Peltonen, H., Nyberg, K. & Lehtonen, H. 1996: Villikkalanjärven kalatutkimukset vuonna 1996. Tutkimusraportti. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos/kalataloustiede. 25 s. + liitteet.
- Rask, M., Ruuhijärvi, J., Olin, M., Lehtovaara, A., Vesala, S. & Sammalkorpi, I. 2005: Responses of zooplankton and fish to restoration in eutrophic Lake Tuusulanjärvi in southern Finland. Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 29: 545–549.
- Ruuhijärvi, J., Salminen, M. & Nurmio, T. 1996: Release of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) fingerlings in lakes with no established pikeperch stock. Ann. Zool. Fenn. 33: 553-567.
- Savola, P. 2004: Painion koekalastus 19.-21.7.2004. Moniste. Uudenmaan ympäristökeskus. 16 s. ja neljä liitettä.
- 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.
- Vinni, M. & Malinen, T. 2010: Kuhan kasvu Mäntsälän Hunttijärvessä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 7 s.
- Vinni, M., Malinen, T. & Lappalainen, J. 2006: Kuhan kasvu ja ravinto Mäntsälän Sahajärvessä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 14 s.