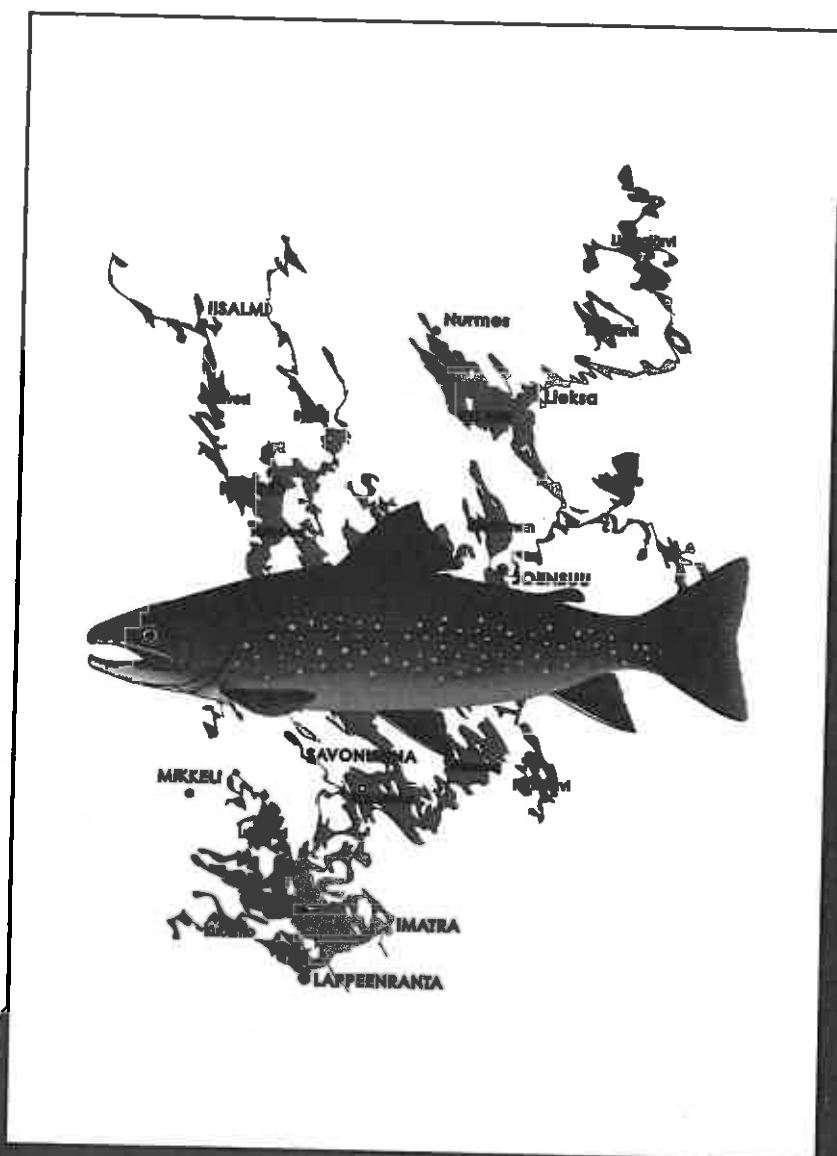


Jarmo Makkonen (toim.)

Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 133

1997

Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen

Jarmo Makkonen (toim.)

Helsinki 1997

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Saimaan nieriä (Kuva: Pasi Jalkanen ja Jarmo Makkonen)

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

ISBN 951-776-128-7

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1997

Sisällys

Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen.....	3
Markku Pursiainen, Jorma Piironen, Jarmo Makkonen, Irma Kolari, Timo Turunen, Esa Hirvonen ja Tauno Nurmio	
 Kuolimon nieriän kalastus ja nykytila	11
Jarmo Makkonen ja Tauno Nurmio	
 Saimaan nieriän emokalasto ja istutukset	45
Jarmo Makkonen, Jorma Piironen ja Markku Pursiainen	
 Valojakson vaikutus nieriän kutusykliin ja mädin ominaisuuksiin	57
Jarmo Makkonen, Jorma Piironen ja Leena Forsman	
 Nieriän ja taimenen oleskelualueet Puruvedessä.....	77
Irma Kolari, Heikki Auvinen, Esa Hirvonen, Timo Turunen, Tapani Heikkinen ja Asko Sikanen	
 Verkon solmuvälin ja langan paksuuden vaikutus nieriäsaaliisiin	101
Timo Turunen ja Esa Hirvonen	
 Nieriän ruskuaispussipoikasten merkintä alitsariinipunainen S-väriaineella	115
Jarmo Makkonen ja Markku Pursiainen	

Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen

Markku Pursiainen, Jorma Piironen, Jarmo Makkonen, Irma Kolari, Timo Turunen, Esa Hirvonen ja Tauno Nurmio

1. Jääkauden relikti

Saimaan nieriä (*Salvelinus alpinus* L.), jota on kutsuttu myös nieriäiseksi ja nahkaloheksi, on jäänyt Vuoksen vesistöön jääkauden jäljiltä erilliseksi eteläiseksi nieriäkannaksi. Nieriää tavataan Suomessa Inarijärven ja tunturialueella sama laji tunnetaan tunturinieriänä ja rautuna. Saimaan nieriää on tavattu aikaisemmin laajalti Vuoksen vesistöalueen suurissa, syvissä ja karuissa järvissä, mutta nyttemmin kanta on taantunut erittäin uhanalaiseksi ja sitä esiintyy luonnonvaraisena enää vain Partakosken Etelä-Saimaan altaasta erottamassa Kuolimossa ja mahdollisesti Saimaan länsiosissa.

Harvinaisuudestaan johtuen Saimaan nieriää ei ole vuosikymmeniin päästy tutkimaan sen luonnollisessa ympäristössä. Kannan kehityshistorian ja tilanteen on kuvaillut viimeksi Seppovaara (1969). Vasta 1980-luvulla käynnistynyt emokalanviljely, mädintuotanto ja poikasistutukset ovat tehneet mahdolliseksi selvittää tutkimuksien avulla laajemmin Saimaan nieriäkannan säilyttämisen edellytyksiä ja tarvittavia toimenpiteitä.

Tämä kirjoitus on yhteenveto ja johtopäätösten yhdistelmä jäljempänä olevista kuudesta tutkimuksesta sekä aikaisemmin julkaistusta nieriän silmäamentumia koskevasta raportista (Pylkkö ym. 1996). Kirjoituksen loppuun on koottu toimenpidesuosituksia niistä alkuperäiskannan suojelun, tutkimuksen, emokalanviljelyn, istutusten ja kalastuksen järjestelyjen kannalta keskeisimmistä toimenpiteistä, joilla Saimaan nieriäkanta saadaan säilymään tuleville sukupolville.

2. Kalastusko kannan harventajana?

Saimaan nieriää on Seppovaaran (1969) kokoamien tietojen mukaan tavattu laajalti Vuoksen vesistön suurissa järviä altaissa Pielisestä ja Höytiäisestä Puruveden ja Etelä-Saimaalle. Mutta jo viime vuosisadan vaihteessa Nordqvist (1903) totesi nieriäkannan olevan häviämässä sukupuuttoon. Viimeisiä tunnettuja nieriävesiä ovat olleet Saimaan karuun kalliovyöhykkeeseen kuuluvat syvät ja kirkasvetiset järvet, Luonteri, Louhivesi, Yövesi, Ruokovesi, Lietvesi ja Kuolimo, joista ainakin viimeksimainitussa on erittäin heikko luonnonvarainen kanta jäljellä.

Selviä syitä nieriäkannan taantumiseen ei tunneta, mutta liiallinen kalastus ja etenkin tehokas kutualueilla tapahtunut pyynti on harventanut voimakkaasti paikallisia kutupopulaatioita. Myös vesistöjen rehevöitymisellä on voinut olla osuutta tapahtumiin.

Kuolimon nieriäkannasta tehdyt tutkimukset ja seuranta (Makkonen ja Nurmio 1997, tämä nide) osoittavat selvästi, miten nieriäsaalis on jatkuvasti taantunut. Kannan elpymisestä ei ole rauhoituspiireistä huolimatta merkkejä. Kalastustiedustelujen mukaan vuodesta 1988 vuoteen 1995 koko Kuolimon lukumääräinen nieriän vuosisaalis on laskenut alle kymmenenteen osaan, vuoden 1995 saalis oli vain 85 nieriää (123

kg). Istutettujen Carlin-merkittyjen nieriöiden merkkipalautusten ja kalastustiedustelujen mukaan verkkosaaliin osuus kaikista nieriöistä on yli 80 %, missä erityisen huolestuttavana piirteenä on alamittaisten (< 40 cm) suuri osuus.

Puruvedellä istutetusta nieriäkannasta tehty verkkojen valikoivuusselvitys (Turunen ja Hirvonen 1997, tämä nide) osoittaa kiistattomasti yhdessä nieriän olinpaikan valintaan liittyvän tutkimuksen kanssa (Kolari ym. 1997, tämä nide), että pyynti syvänteissä pohjan läheisissä vesikerroksissa etenkin tiheäsilmäisillä ja ohutlankaisilla verkoilla on tehokas nieriäkannan harventaja. Nieriällä verkkojen valikoivuusalue kalojen pituuden suhteen on myös poikkeuksellisen laaja, mikä osaltaan vaikeuttaa nieriää säästävän solmuvälisäätelyn tehoa.

3. Emokalanviljely monistaa säilyneet geenit

Saimaan nieriä otettiin ensimmäisen kerran emokalanviljelyyn 1970-luvun alussa Laukaan keskuskalanviljelylaitokseen. Viljelyssä oli monia ongelmia ja se lopetettiin. Kanta saatiin sitten 1980-luvulla Kuolimosta talteen Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitokseen (nyk. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely). Kuolimosta saatiin vuoteen 1993 mennessä sukutuotteita emokalastojen perustaksi kaikkiaan vain 23 naaraalta ja 12 koiraalta. Vuoden 1993 jälkeen emokaloja ei ole yrityksistä huolimatta saatu (ks. Makkonen ym. 1997a, tämä nide).

Saimaan vesiviljelyn nieriäemokalasto tuotti ensimmäisen kerran mätää vuonna 1989. Mädituotanto on vuosittain vaihdellut varsin laajoissa rajoissa (alle 100 000 - yli 600 000 vastalypsettyä mätimunaa/v), johtuen pääasiassa emokalastojen ikäjakaumasta. Kun Kuolimon luonnonvaraisen nieriäkannan tilanne on jatkuvasti heikentynyt, on nieriäemokalastoja jouduttu viime vuosina perustamaan myös laitosemoista. Tällöin on käytetty monimuotoisuuden säilyttämiseksi ja sisäsiittoisuuden välttämiseksi ns. kiertävän linjavallinnan menettelyä, jota on lähemmin kuvannut Piironen (1995).

Saimaan nieriän emokalanviljelyssä ja useammalla laitoksella myös poikastuotannossa havaittiin silmien samentumista, minkä aiheutti jossakin määrin *Diplostomum* sp.-imumadon toukka, mutta erityisesti harmaakaihi, jonka yleisyyteen saattaa olla osallisenä jopa kannan perinnöllinen kapeus (Pylkkö ym. 1996). Emokalastoissa täysin terveysilmäisiksi luokiteltuja yksilöitä on alle 10 % parvesta (Makkonen ym. 1997a, tämä nide).

4. Viljelyt istukkaat - Saimaan nieriän pelastus?

Ensimmäiset Saimaan nieriäistutukset lienee tehty vuonna 1974, mutta varsinaisesti istutustoiminta käynnistyi vasta 1980-luvun lopulla (Makkonen ym. 1997a, tämä nide).

Istutukset on pääosin rahoitettu valtion toimesta sopimuskasvatusvaroin ja määrät ovat vaihdelleet suuresti seuraten emokalastojen mädituotantoa. Kaikkiaan on vuosina 1986-1996 istutettu Vuoksen vesistöalueelle lähes 400 000 eri-ikäistä Saimaan nieriää.

Istutustoiminnan tavoitteena on ollut turvata uhanalaisen Saimaan nieriän säilymistä kotiuttamalla lajia entisiin nieriävesiin. Samalla on myös pyritty keskittämään nieriään liittyvää tutkimusta istutusvesiin, sillä luonnonkannan tilanne Kuolimossa on niin heikko, että näytekalojen keruuta ja koepyyntejä ei voida siellä järjestää.

5. Suppeat vaellukset, helppo pyydystettävyys

Puruvedeen ja Kuolimoon tehtyjen Carlin-merkintöjen ja istutuksen jälkeisten koekalastusten perusteella on saatu selville, että Saimaan nieriän vaellusalue on suppea. Kun istutuspaikka on syvänteiden välittömässä läheisyydessä, kuten Puruvedellä, pääosa istukkaista hakeutuu ja myös jää näihin lähisyvänteisiin pohjan tuntumaan (Kolari ym. 1997, Makkonen ja Nurmio 1997, tämä nide).

Vaikka istukkaat vaeltavatkin nopeasti syvänteitä pitkin useitakin kilometrejä muutamassa päivässä, jo 10-15 metrin kynnyksellä laajemmat vaellukset. Kuolimolla Carlin-merkkipalautuksista 80-90 % saatiin istutusselältä. Puruvedellä palautuksista tuli samoin yli 80 % noin kolmen kilometrin säteellä istutuspaikasta. Puruveden havaintojen mukaan nieriä on esimerkiksi taimeneen verrattuna helppo kalastettava, mutta toisaalta suppea oleskelualue mahdollistaa tehokkaan ja alueellisesti hyvin ohjatun kalastuksen säätelyn (Kolari ym. 1997, Makkonen ja Nurmio 1997, tämä nide).

6. Tuntematon arvokala

Saimaan nieriä on maamme arvokkaista lohikaloista ehkä kaikkein vähiten tutkittu, koska kaloja ei ole ollut tutkittavaksi. Emokalanviljelyn, poikaskasvatuksen ja istutusten ansiosta kannan säilyttämiseksi välttämättömiä tutkimuksia on voitu tehdä niin koe- kuin luonnonolosuhteissakin vasta aivan viime vuosina.

Saimaan nieriäemojen mädintuotanto näyttää muista petomaisista lohikaloista poiketen laskevan varsin selvästi kalojen ikääntyessä, mitä ei ole voitu ennen viljelykokeuksia ennakoida. Myös mätää tuottamattomien emokalojen osuus parvissa kasvaa kalojen iän myötä (Makkonen ym. 1997a, tämä nide). Lisäksi mädintuotannon säätely muilla lohikaloilla tunnetuilla menetelmillä on osoittautunut vaikeaksi (ks. Makkonen ym. 1997b, tämä nide). Poikasvaiheen jälkeen Saimaan nieriä näyttää olevan herkkä korkeille lämpötiloille. Syy liittyyneen punasolujen nopeasti alenevaan kykyyn ottaa happea kuljetettavakseen kudoksiin jo 12 °C:ta korkeammassa lämpötiloissa (Lecklin, julkaisematon aineisto). Emoviljelyn varmistamiseksi tarvitaan fysiologista ja muuta jopa yksilötason tutkimusta, jotta kukin emokalavuosisluokka tuottaisi mätää ja maitia mahdollisimman pitkään ja uusia emokalastoja tarvitsisi sisäsiitoksen välttämiseksi perustaa harvemmin, kuin nyt näyttäisi välttämättömältä. Arvokkaita lisätietoja tässä suhteessa voi antaa elektronisen yksilömerkin avulla tehty emokalojen kasvun, kuolevuuden, mädintuotannon ym. seuranta (Piironen 1997).

Istutusten tuloksellisuudesta Saimaan nieriän kotiuttamisen ja uusien kutupopulaatioiden luomisen suhteen ei vielä ole näyttöjä, nieriät ovat vielä pääosin liian nuoria lisääntyäkseen. Puruveden tutkimustuloksista (Kolari ym. 1997, Turunen ja Hirvonen 1997, tämä nide) ja muilta istutuskohteilta kertyneistä tiedoista on voitu päätellä, että istutukset tulee keskittää muutamiin kohteisiin useiksi peräkkäisiksi vuosiksi. Istutus- ja saalistuloksia tulee seurata eri menetelmin ja tulosten perusteella pyrkiä sellaisiin kalastusjärjestelyihin, joissa nieriän mahdollisuudet saavuttaa sukukypsyyttä olisi todennäköinen.

Asetuttuaan istutuksen jälkeen syönnökselle Saimaan nieriä ei viihdy juuri muualla kuin syvän ulappaveden alueella ja sielläkin pohjan läheisessä vesikerroksessa (Kolari ym. 1997, tämä nide). Avovesikaudella keväällä ja syksyllä viileän veden aikana nieriää tiedetään saatavan väli- ja pintavesistäkin uistelemalla, ja talvella syvänteiden reunamilta pilkillä, mutta tätä ei ole toistaiseksi tutkimuksen keinoin tarkemmin selvitetty (ks. Makkonen ja Nurmio 1997, tämä nide).

Verkkojen valikoivuustutkimuksissa osoitettiin nieriän helppo tavoitettavuus ja pyydettävyys, kuten myös se nieriän kannalta hankala ominaisuus, että pienetkin nieriät sotkeutuvat helposti hampaistaan harvoinhinkin verkkoihin (Turunen ja Hirvonen 1997, tämä nide). Toimivan kalastusjärjestelmän kehittämiseksi tarvitaan lisää tietoja ennen muuta sellaisista nieriäpopulaatioista, joissa kookkaiden kalojen pyydettävyys ja kutukäyttäytyminen voidaan selvittää.

Kutualueiden ominaisuuksia, mädin hautoutumista luonnossa, kuoriutuneiden poikasten käyttäytymistä ja vaelluksia sekä tähän elämänvaiheeseen liittyviä muita seikkoja tunnetaan aivan riittämättömästi istutuksilla aikaansaadun luonnossa lisääntyvän kannan perustamiseksi. Menetelmällisesti tämä elämänvaihe on myös vaikea tutkittava, mutta mahdollisesti uudet merkintämenetelmät, kuten ruskuaispussipoikasten tai jopa silmäpistemädin värimerkintä voi tarjota uusia mahdollisuuksia (Makkonen ja Pursiainen 1997, tämä nide).

Saimaan nieriän vaikutuksia kalayhteisössä ei tunneta juuri lainkaan, tosin muista nieriäkannoista saatavien kirjallisuustietojen perusteella voidaan tehdä joitakin johtopäätöksiä (ks. Kolari ym. 1997, tämä nide). Nieriän ja sen ravintokohteiden, muun muassa kuoreen, muikun sekä reliktiäyriäisten, keskinäiset vuorovaikutukset ja myös mahdollinen kilpailu ravinnosta ja tilasta taimenen kanssa tulee tuntea järkipärisen istutussuunnittelun ja myös kotiutusedellytysten arvioimiseksi.

7. Linjauksia Saimaan nieriän tulevaisuudesta

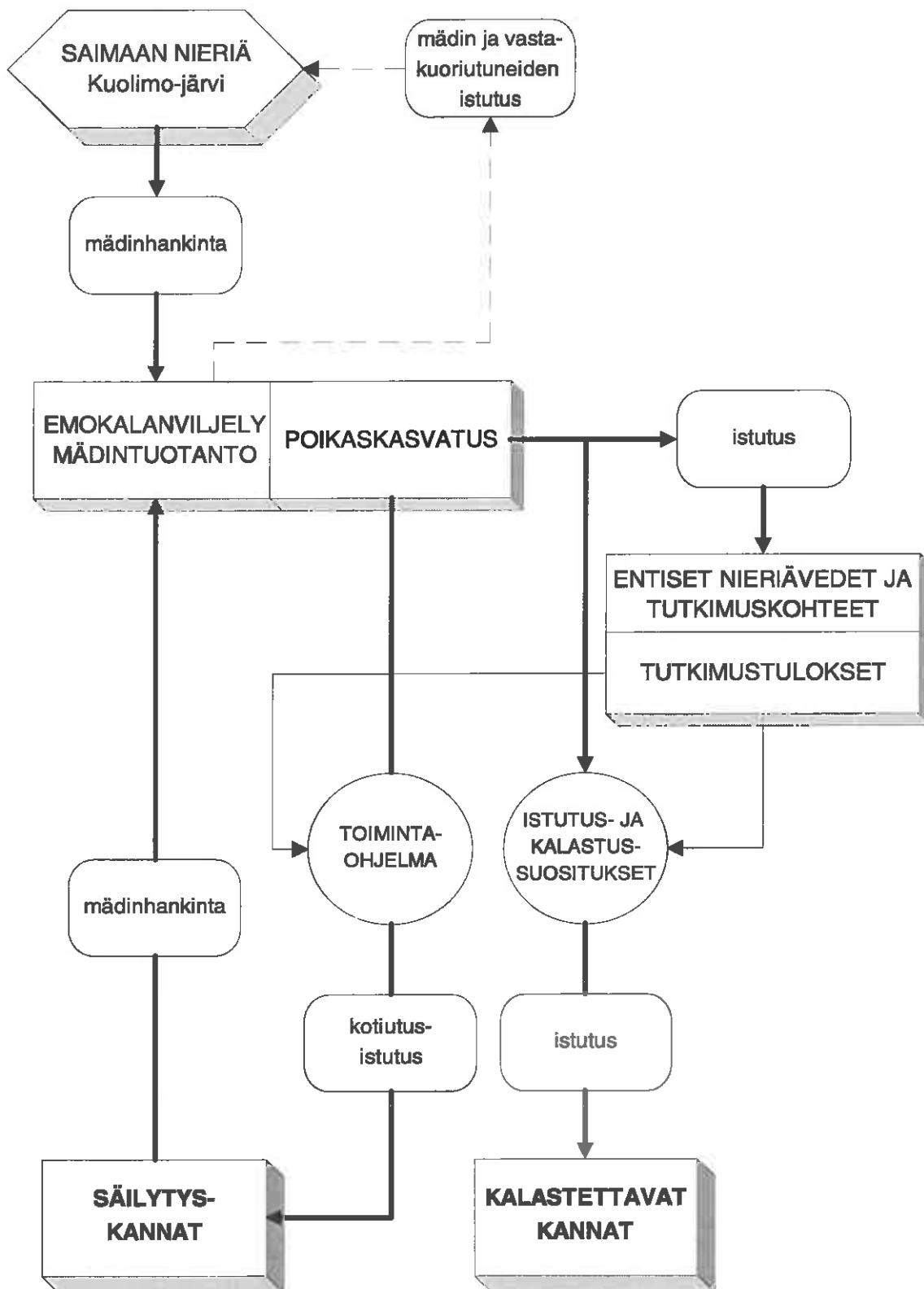
Tässä niteessä on jäljempänä olevissa raporteissa voitu selvittää muutamia, ehkä keskeisimpiä Saimaan nieriän säilymiseen liittyvistä seikoista. Moni asia vaatii kuitenkin lisätutkimuksia. Toimintamalli, jolla Saimaan nieriän tulevaisuus voidaan ajatella rakennettavaksi, on tiivistettynä esitetty kuvassa 1.

Saimaan nieriän suppea vaellusalue tarjoaa hyvät mahdollisuudet kotiutusistutuksille ja istutuspopulaation säilyttämiselle alueellisesti hyvin järjestetyllä kalastuksella, ennen muuta syvänteiden verkkokalastuksen järjestelyillä. Uistelun ja pilkinnän vaikutukset nieriäpopulaatioon tunnetaan riittämättömästi, joten ne on selvitettävä sopivissa kohteissa.

Kuolimossa erittäin harvalukuisen luonnonkannan säilyminen edellyttäneen varsin voimakkaita toimenpiteitä, pyyntirajoituksia, rauhoitusalueiden laajennuksia ja mahdollisesti jopa nieriäkannan täydellistä rauhoittamista ainakin yhden nieriäsukupolven (5-6 vuotta) ajaksi. Istutuksissa tulee pitäytyä erittäin varovaisiin linjauksiin ja käyttää mätiä tai vastakuoriutuneita poikasia, jotta luonnonvalinta voi vaikuttaa lähes koko elämänkaaren ajan istutuspopulaatiossa. Kun mäti ja pikkupoikasetkin voidaan merkitä kehitetyllä uudella menetelmällä, voidaan tulevissa mädinhankintapyyntyneissä luonnonkalat ja istutetut kalat erottaa toisistaan.

Istutusten avulla tulee pyrkiä entisissä nieriävesissä uusien kutupopulaatioiden aikaansaamiseen. Edellytyksenä on kalastuksen ohjaaminen siten, että riittävä määrä istukkaita saavuttaa sukukypsyyden, ja että sopivia kutupaikkoja on tarjolla. Istutuksissa on toistaiseksi käytettävä eri-ikäisiä ja -kokoisia poikasia, joista osa tulee merkitä. Kotiutuskohteiksi on valittava useita eri tyyppisiä järviä, joissa seurannan järjestäminen on mahdollista.

Kutupaikkojen ja -olosuhteiden selvittäminen edellyttää tarkempia tutkimuksia mm. kutupaikkauskollisuudesta, kutupohjan laadusta, mädin eloonjäännistä ja siihen vaikuttavista tekijöistä, vastakuoriutuneiden poikasten käyttäytymisestä ja levittäytymisstrategiasta.



Kuva 1. Saimaan nieriän pelastusoperaation vaiheet ja toimenpiteet.

Kalastettavien Saimaan nieriäkantojen muodostaminen istuttamalla näyttää nyt käytettävissä olevien istutustulosten perusteella jopa helpolta. Istukkaiden oikean koon ja iän, istutusmenetelmien, sopivien istutustiheyksien ja -paikkojen sekä ajankohtien tutkimustietoa ei ole vielä käytettävissä. Onkin välttämätöntä jatkaa tutkimusta Puruvedessä, käsitellä kaikki sieltä kertynyt aineisto, ja toisaalta kohdistaa erilaisia selvityksiä myös muihin istutuspopulaatioihin.

Suppea vaellusalue ja ilmeisen helppo kalastettavuus johtavat siihen, että istutus kalastusta varten on alueellisesti pidettävä erillään istutuksesta kotiutusta, s.o. säilyttämistä ja luonnon lisääntymistä varten. Viimemainituissa erityiskohteissa kalastussäännöt on laadittava nimenomaan nieriäkannan suojelua silmälläpitäen. Alueelliset ja ajalliset kalastussäännöt tulevat tässä kyseeseen ja mahdollisuudet mm. saimaannorpan ja Saimaan nieriän suojelun yhdistämiselle tulee selvittää.

Nieriän vaikutukset kalayhteisössä ovat suurelta osin tuntemattomia. Kun lisäksi luonnontilaisesta Saimaan nieriäpopulaatiosta ei ole olemassa runsaustietoja, kuten esimerkiksi järvitaimenen ja järvilohen poikastuotannosta Vuoksen vesistöalueella, on tutkimuksella selvitettävä kulloiseenkin olosuhteeseen sopiva istutusmäärä, jotta mm. ravintovarojen riittävyys nieriälle ja mahdolliset muuttuvat kilpailu- ja predaatiosuhteet voidaan arvioida.

Emokalanviljelyn ja mädintuotannon menetelmien ja käytäntöjen vakiinnuttaminen on ratkaisevaa Saimaan nieriän säilyttämisessä. Ilman viljelyä ei nykyisissä kalastusoloissa kannan olemassaoloa voida varmistaa. Tutkimuksen avulla on selvitettävä tarkemmin emokalojen olosuhdevaatimuksia ja poikastuotannossa optimoituja tuotantomenetelmiä tavoitteena parhaan mahdollisen tuloksen antava, oikean ikäinen ja kokoinen sekä kunnoltaan hyvä istutuspoikanen.

Kirjallisuus

- Kolari, I., Auvinen, H., Hirvonen, E., Turunen, T., Heikkinen, T. & Sikanen, A. 1997. Nieriän ja taimenen oleskelualueet Puruvedessä. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Makkonen, J. & Nurmio, T. 1997. Kuolimon nieriän kalastus ja nykytila. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Makkonen, J. & Pursiainen, M. 1997. Nieriän ruskuaispussipoikasten merkintä alitsariinipunainen S-väriaineella. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Makkonen, J., Piironen, J. & Pursiainen, M. 1997a. Saimaan nieriän emokalasto ja istutukset. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Makkonen, J., Piironen, J. & Forsman, L. 1997b. Valojakson vaikutus nieriän kutsyyn ja mädin ominaisuuksiin. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Nordqvist, O. 1903. Muutamia biologisia syitä maavesikaloiden nykyiseen leviämiseen Suomessa. Kalastuslehti 12, s. 115-113, 133-141.
- Piironen, J. 1995. Kalakantojen säilyttäminen ja emokalastojen geneettinen hoito. Teoksessa: Heinimaa, P. & Juntunen, K. (toim.). Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 96, s. 6-16.
- Piironen, J. 1997. Emokaloiden yksilöseuranta. Valtion kalanviljelyn XXI neuvottelupäivät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Esitelmämoniste, 7 s.
- Pylkkö, P., Pohjanvirta, T. & Pursiainen, M. 1996. Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmä-samentumat. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 109, 21 s.
- Seppovaara, O. 1969. Nieriä (*Salvelinus alpinus* L.) ja sen kalataloudellinen merkitys Suomessa. Suomen Kalatalous 37, 75 s.
- Turunen, T. & Hirvonen, E. 1997. Verkon solmuvälin ja langan paksuuden vaikutus nieriäsaaliisiin. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).

Kuolimon nieriän kalastus ja nykytila

Jarmo Makkonen ja Tauno Nurmio

Sisällys

1. JOHDANTO.....	13
2. TUTKIMUSALUE	14
2.1. Kuolimon ominaisuudet	14
2.2. Nieriäistutukset.....	15
3. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	16
3.1. Carlin-merkinnät.....	16
3.2. Kalastustiedustelut.....	17
3.3. Emokalanpyynnit ja koekalastukset	18
4. TULOKSET	19
4.1. Carlin-merkinnät.....	19
4.1.1. Palautusten ajallinen jakautuminen	19
4.1.2. Palautusprosentti, merkintäerien tuottama saalis ja nettosaalis	20
4.1.3. Eri kalastustapojen saalis, saaliskalojen koko ja saaliin ajallinen jakautuminen pyydyksittäin .	21
4.1.4. Kasvu	23
4.1.5. Liikkumisalue ja vaellukset	24
4.2. Kalastustiedustelut.....	25
4.2.1. Nieriäsaalis	25
4.2.2. Kokonaissaalis.....	27
4.2.3. Kalastuksen rakenne ja ajoittuminen.....	29
4.3. Emokalanpyynnit ja koekalastukset	31
4.3.1. Emokalanpyynti ja mädinhankinta	31
4.3.2. Koekalastus.....	32
5. TULOSTEN TARKASTELU	34
5.1. Nieriän istutustulos.....	34
5.1.1. Palautusprosentit ja kilomääräinen saalis.....	34
5.1.2. Saaliin jakautuminen eri vuosille	35
5.1.3. Eri kalastustapojen saalis ja sen ajallinen jakautuminen.....	36
5.1.4. Alamittaisten osuus saaliissa	37
5.2. Kasvu	37
5.3. Liikkumisalue ja vaellukset.....	38
6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	40
KIITOKSET	41
KIRJALLISUUS.....	42

1. Johdanto

Nieriä (*Salvelinus alpinus* L.) on jäänyt Vuoksen vesistöön jääkauden jälkeisten tapahtumien seurauksena. Sitä on tavattu laajalti Vuoksen vesistön suurissa järvi-altaisissa, mutta parhaita nieriävesiä ovat olleet Saimaan karuun kalliovyöhykkeeseen kuuluvat syvät ja kirkasvetiset järvet: Luonteri, Louhivesi, Yövesi, Ruokovesi, Lietvesi ja Kuolimo. Nykyisin Vuoksen vesistöalueen nieriäkannat ovat taantuneet erittäin uhanalaisiksi ja luonnonvaraista nieriää esiintyy ilmeisesti vain Kuolimossa sekä mahdollisesti Saimaan länsiosissa. Selviä syitä nieriäkannan taantumiseen ei tunneta, mutta liiallinen kalastus ja etenkin tehokas kutualueilla tapahtunut pyynti on harventanut voimakkaasti paikallisia nieriäkantoja. Eräänä mahdollisena syynä taantumiseen voidaan pitää myös vesistöjen rehevöitymistä (Seppovaara 1969a, 1969b, Koli 1990).

Kuolimon nieriäkannasta on aikaisempaa tietoa vähän. Kalastuskuntien edustajien mukaa kanta on heikentynyt 1960-luvulta lähtien. Auvisen ym. (1983) arvion mukaan Kuolimon nieriäsaalis oli vuonna 1979 vain 74 kg. Kalastuskunnat lähtivätkin 1970-luvulla tekemään rajoituksia, joilla turvattaisiin nieriän säilyminen Kuolimossa. Verkkopyynnille asetettiin rajoituksia silmäharvuuden ja pyyntiaikojen suhteen. Tiettyillä kutualueilla kiellettiin verkkokalastus kokonaan. Vuonna 1990 perustettiin järveen kalastuskuntien hakemuksesta kaksi rauhoituspiiriä nieriöiden esiintymisalueille. Vuonna 1982 tuli Vuoksen vesistöalueelle lisäksi voimaan kalastusasetuksen mukainen nieriää koskeva rauhoitusaika 11.9.-15.11.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos (nyk. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely) aloitti vuonna 1983 nieriän mädinhankintaan liittyvät emokalojen pyynnit Kuolimossa. Pyyntiä on jatkettu tästä lähtien vuosittain. Aikaisemmin Vuoksen vesistöalueella nieriän emokalanpyyntiä oli harjoitettu 1970-luvun alussa Etelä-Saimaalla Yövedellä Laukaan keskuskalanviljelylaitoksen (nyk. Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely) toimesta. Kuolimon mädinhankinnoista lähtöisin olevia poikasia on istutettu takaisin Kuolimoon vuodesta 1986 lähtien. Kaikilta istutetuilta kaloilta on poistettu rasvaevä ja osa niistä on Carlin- tai kuultomerkitty (VI-merkki) niiden erottamiseksi luonnonkantaa olevista kaloista.

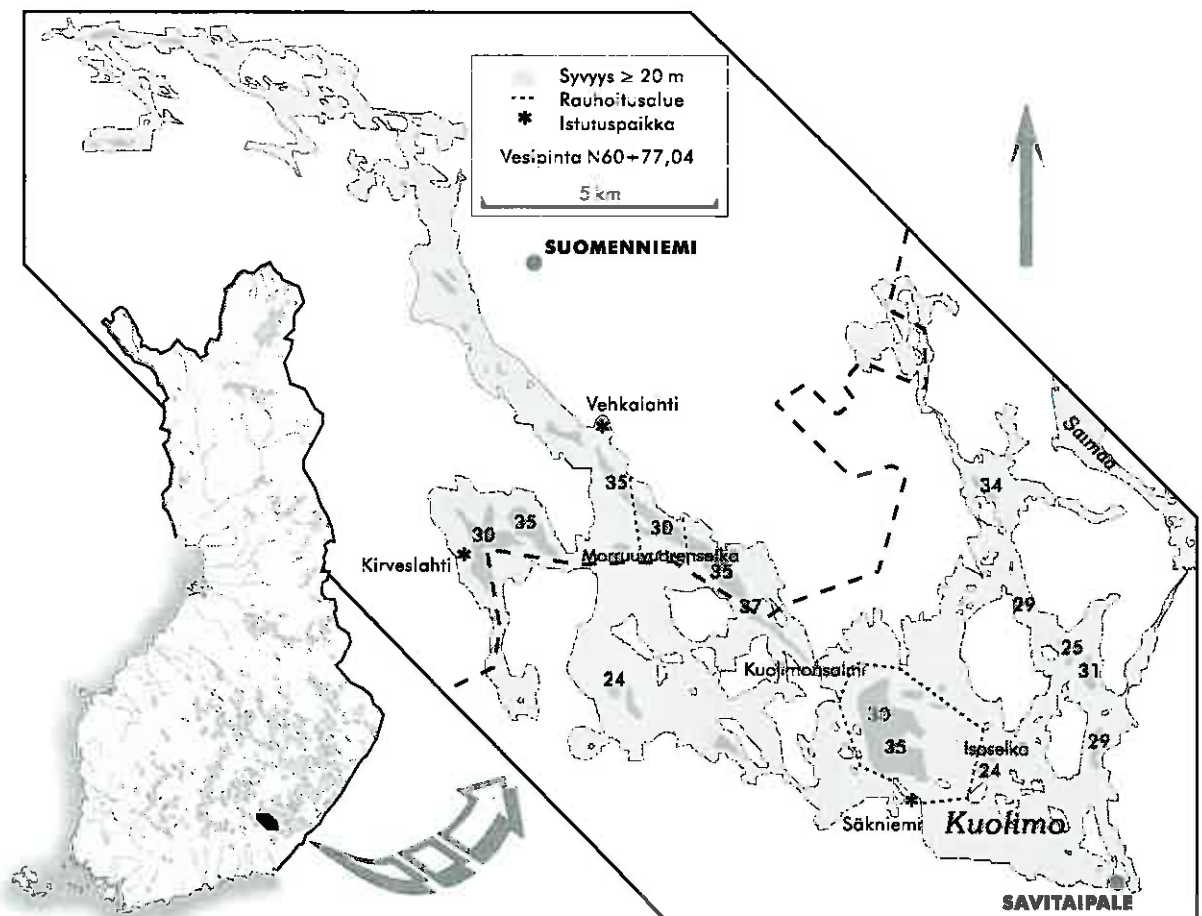
Tässä raportissa tarkastellaan Kuolimon nieriäkantaa, sen tilaa sekä kalastusta alueella tehtyjen Carlin-merkintöjen, kalastustiedustelujen ja mädinhankintaan liittyvien emokalanpyyntien sekä koekalastusten pohjalta.

2. Tutkimusalue

2.1. Kuolimon ominaisuudet

Kuolimo sijaitsee Kymen läänissä Savitaipaleen ja Suomenniemen kuntien alueella (61°15' pohj. lev., 27°30' it. pit.) (kuva 1). Järven pinta-ala on 7 918 ha ja se laskee Parta- ja Kärnänkoskien kautta Saimaaseen. Saaret ja salmet jakavat Kuolimon useisiin selkiin. Järvioltaan ja sen ympäristön kallioperä on rapakiveä ja graniittia. Rannat ovat osittain jyrkkiä kallioita ja kivikoita. Kuolimon suurin syvyys on 44 m ja keski-syvyys noin 7 m. Vesi on väriltään kirkasta näkösyvyyden vaihdellessa 4,5-7,5 m:n välillä (Seppovaara 1969b).

Kuolimon kalalajistoon kuuluu nieriän ohella mm. järvitaimen, siika, muikku, kuore, ahven, hauki, made, lahna, säyne, särki, kiiski, salakka (Seppovaara 1969b), kivisimpu ja lisäksi nahkiainen sekä nykyisin myös istutuksista peräisin olevat järvilohi ja kuha.



Kuva 1. Kuolimon sijainti ja nieriän istutuspaikat. Syvänealueet (20 m ja yli) rasteroitu ja niiden suurimmat syvyydet ilmoitettu lukuarvoina (m).

Vuonna 1979 suoritetussa selvityksessä arvioitiin Kuolimossa olevan 787 kalastavaa ruokakuntaa. Ruokakunnista kaikki harjoittivat pelkästään kotitarve- ja virkistyskalastusta. Kyseisen vuoden kokonaissaaliiksi arvioitiin 43 822 kg (5,2 kg/ha). Saaliista muikun osuus oli lähes puolet, ahvenen runsas viidennes, hauen ja särjen kummankin vajaa 10 % ja siian sekä mateen kummankin vajaa 5 %. Muiden lajien osuudet kokonaissaaliista jäivät alle 2 %:n. Pyyntipäivien lukumääräksi arvioitiin vuonna 1979 noin 35 000. Kalastusta harjoitettiin noin 8 500 pyydyksellä, eniten katiskoilla, ongilla, muikku- ja 34-40 mm:n solmuvälin verkoilla. Kalastus ajoittui pääasiassa avovesikauteen touko-lokakuulle, eniten pyyntipäiviä kertyi kesä-heinäkuussa (Auvinen ym. 1983).

Nykyisin alueella tapahtuva kalastus on edelleen lähinnä kotitarve- ja virkistyskalastusta. Ammatikseen kalastaa ainoastaan yksi henkilö. Kalastusta harjoitetaan lähinnä verkoilla, muikkuverkoista aina harvoin verkkoihin. Uistelukalastusta harrastavien määrä on lisääntynyt viime vuosina ja nuottakalastusta harjoittaa 5-7 nuottakuntaa.

2.2. Nieriäistutukset

Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely istutti Kuolimoon vuosina 1986-1996 lähes 11 000 Saimaan nieriää. Istukkaista pääosa (76 %) oli 2-vuotiaita, mutta joukossa oli myös 1- sekä 3-9-vuotiaita kaloja. Kaikki istutetut kalat rasvaeväleikattiin, jotta ne pystyttäisiin erottamaan luonnonkantaa olevista kaloista. Istutuspaikat sijaitsivat Kuolimonsalmen molemmin puolin sekä järven länsiosan Suomenniemen kunnan että itäosan Savitaipaleen kunnan alueilla (taulukko 1, kuva 1).

Taulukko 1. Kuolimoon tehdyt nieriäistutukset vuosina 1986-1996.

Istutuspm	Kuolimon osa- alue	Ikä	Pituus mm	Paino g	Kpl	Carlin- merkitty
19.5.86	länsiosa	1-v.	161	33	1 000	-
22./25.5.87	länsiosa, itäosa	2-v.	259	160	5 150	499
16.6.89	länsiosa, itäosa	4-v.	464	915	500	-
19.4.90	itäosa	4-v.	-	1 635	100	-
19.4.90	länsiosa	5-v.	-	1 240	399	-
13.5.92	länsiosa	2-v.	197	63	1 099	500
13.5.92	itäosa	2-v.	283	200	2 000	499
7.4.94	itäosa	9-v.	-	3 980	78	-
10.6.96	länsiosa, itäosa	3-v.*)	-	315	501	-
1986-1996	Yhteensä	1-v.			1 000	-
		2-v.			8 249	1 498
		≥3-v.			1 578	-
		Yht.			10 827	1 498

*) kuultomerkittyjä (VI-merkki) kaloja

3. Aineisto ja menetelmät

3.1. Carlin-merkinnät

Aineisto koostuu Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn vuosina 1987 ja 1992 istuttamien Kuolimon kantaa olevien Saimaan nieriöiden Carlin-merkintäerien istutus- ja palautustiedoista. Nieriöitä istutettiin kaikkiaan kolme merkintäerää, joissa oli yhteensä 1 498 merkittyä poikasta (taulukko 2). Kaikilta merkityiltä kaloilta poistettiin lisäksi rasvaevä.

Kalat kasvatettiin RKTL:n Saimaan tai Laukaan laitoksilla (taulukko 2) ja ne olivat Saimaan yksikön henkilökunnan merkitsemiä ja istuttamia. Carlin-merkinnät suoritettiin istutusta edeltävänä keväänä maaliskoukokuun aikana. Merkinnän yhteydessä käytettiin nukutusaineena trikaiinia (MS-222) ja poikaset siirrettiin istutuspaikalle autokuljetuksella. Kuljetuksissa kalamäärä vaihteli 70-100 kg:n välillä kalaa kuutiometrissä vettä.

Taulukko 2. Kuolimoon vuosina 1987 ja 1992 istutetut Carlin-merkityt nieriät (ks. myös kuva 1).

Istutus pvm	Istutuspaikka	Merkkisarja	Ikä	Pituus mm	Paino g	Istutus kpl	Kasvatus- paikka
22.5.87	Vehkalahti ja Säkniemi	HS0000-0499	2-v.	259,0	160,0	499	Saimaa
13.5.92a	Vehkalahti	MI6000-6499	2-v.	197,3	62,7	500	Saimaa
13.5.92b	Säkniemi	MI6500-6999	2-v.	282,9	191,9	499	Laukaa

Merkintöjen palautustiedot, joita 31.7.1996 oli yhteensä 179 kappaletta, saatiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta Helsingistä, jossa merkintäpöytäkirjojen ja palautustietojen perusteella oli tehty merkintäerä- ja kalakohtaiset tiedostot. Merkintäeräkohtaisessa tiedostossa oli kunkin erän kalojen istutusikä, -määrä, -paikka ja merkkisarjan koodi sekä palautettujen kalojen määrä, palautusprosentti, saalis kiloina tuhatta istukasta kohti ja keskimääräinen palautuspituus ja -paino kuudelle ensimmäiselle vuodelle. Kalakohtainen tiedosto sisälsi tiedot palautettujen kalojen merkin numerosta, istutus- ja palautuspaikasta sekä -ajasta, istutus- ja palautuskoosta sekä pyydyksestä, suomunäytteestä, merkitsijästä ja kalan mahdollisesta joutumisesta jonkin pedon saaliiksi.

Merkkipalautusaineiston perusteella arvioitiin nieriän kasvua Kuolimossa laskemalla keskimääräinen saaliskalan koko kunkin järvivuoden osalta käyttämällä tammi-toukokuulta tulleita palautustietoja. Palautusten vähäisen määrän, samoin kuin vaihtelevan mittaustarkkuuden vuoksi saatuja tuloksia voidaan pitää vain suuntaa-antavina.

Carlin-merkintä itsessään sisältää useita virhelähteitä, jotka tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Tuloksiin vaikuttavia virheitä ja eroja voi sattua merkintähetkellä mm. kalojen käsittelyssä, nukuttamisessa sekä istutushetkellä kalojen lastauksessa, kuljetuksessa ja itse istutuksessa (mm. Sormunen ym. 1976, Naarminen 1985, Makkonen ym. 1995, 1996). Virhelähteitä on joissakin tapauksissa pyritty korjauskertomilla oikaisemaan, mutta tässä niitä ei käytetty koska nieriälle niitä ei ole arvi-

oitu. Lisäksi kertoimet vaihtelevat laajoissa rajoissa (mm. taimen 1,7-9) ja ovat riippuvaisia istukkaiden koosta ja vesialueesta. Merkintämenetelmän on yksityiskohtaisesti kuvannut Naarminen (1985).

3.2. Kalastustiedustelut

Aineisto koostuu Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn vuosina 1988-1990, 1993 ja 1995 tekemistä viidestä kalastustiedustelusta Kuolimolla. Tiedustelu perustui kaikkina vuosina kahteen kierrokseen eli ensimmäisellä kerralla vastaamatta jättäneille lähetettiin tiedustelu uudelleen. Tiedusteluilla selvitettiin nieriäsaalis, istukkaiden osuus saaliissa sekä pyydykset, joilla nieriöitä saadaan. Nieriäsaaliin lisäksi arvioitiin muiden lajien saaliita, kalastuksen määrää, rakennetta ja ajoittumista.

Kalastustiedustelujen kehikot koottiin kalastuskuntien luvanmyyntitiedoista, joiden perusteella lähetettiin tiedustelu postitse yli 300:lle kalastusluvan lunastaneelle vuosittain. Luvanmyyntitietojen ongelmana olivat puutteelliset nimi- ja osoitetiedot sekä luvan lunastaneiden kalastus muilla kalastuskunnan vesillä kuin Kuolimossa. Tiedustelujen ulkopuolelle jäivät puuttuvien osoitetietojen lisäksi pelkästään pilkkimällä ja uistelemalla kalastaneet sekä alueen kunnissa asuvat pelkästään ongella kalastaneet. Kalastuskuntien ilmoitusten ja arvioinnin sekä tiedusteluvastausten perusteella arvioitiin kalastaneiden ruokakuntien määrät vuosittain (taulukko 3).

Tiedustelujen perusteella laskettiin saaliit ja pyyntiponnistus olettamalla, että kyselyn ulkopuolelle jääneet (puuttuvat osoitetiedot) sekä vastaamatta jättäneet kalastivat keskimäärin samalla tavalla kuin vastanneetkin. Kalastaneiden osuus näistä arvioitiin tiedustelujen vastausten perusteella. Näin ollen laajennuskertoimet olivat varsin suuria, mikä heikentää tiedustelujen luotettavuutta. Nuottakalastuksessa oletettiin kaikkien kalastajien olevan mukana kehikossa, eikä laajennuskertoimia käytetty (taulukko 3).

Kalastustiedustelun tulosten luotettavuus vaihtelee riippuen otoksen koosta ja edustavuudesta sekä mahdollisista vastaajien muistivirheistä. Täysin oikeaa tietoa saaliin määrästä tai pyyntiponnistuksista ei saalistiedustelulla saada, koska arviointi perustuu muistikuvii edellisvuoden saaliista (Vehanen 1994). Kalastustiedustelun luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat arvioineet mm. Hildén ym. (1985) ja Leinonen (1989). Tässä aineistossa tiedustelujen tulokset eri vuosilta ovat vertailukelpoisia keskenään, koska käytetyt menetelmät ovat olleet yhteneväiset.

Taulukko 3. Kalastustiedustelujen kehys.

	1988	1989	1990	1993	1995
Tiedustelu lähetetty kpl	305	303	315	313	354
Puuttuvat osoitetiedot kpl (arvio)	150	150	150	170	125
RUOKAKUNTIA YHTEENSÄ (arvio)	455	453	465	483	479
Tiedusteluun vastannut kpl	186	180	164	236	214
Tiedusteluun ei vastannut kpl	119	123	151	77	140
Vastaus-%	61,0	59,4	52,1	75,4	60,5
Vastanneista kalastanut %	73,1	75,0	87,8	75,4	80,4
Kalastanut kpl					
Tiedusteluun vastannut	136	135	144	178	172
Tiedusteluun ei vastannut (arvio)	87	92	133	58	113
Puuttuvat osoitetiedot (arvio)	110	113	132	128	100
KALASTANEITA YHTEENSÄ (arvio)	333	340	408	364	385

3.3. Emokalanpyynnit ja koekalastukset

Emokalanpyyntien osalta aineisto koostuu Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn vuosina 1983-1994 Kuolimolla suorittamien pyyntien tiedoista. Aineistosta laskettiin vuosittaiset luonnonkanta tai istutuksista peräisin olevat nieriämäärät, luonnonkannasta mätää tai maitia antaneet yksilöt sekä mätimäärä. Pyynneissä käytettiin alkuvuosina pelkästään verkkoja (solmuväli 55 mm tai suurempi), myöhemmin lisäksi kahta tai kolmea loukkua. Käytettyjen verkkojen määrät vaihtelivat suuresti eri vuosina. Emokalanpyyntien tueksi vuosina 1990-1991 ja 1995-1996 keväisin (toukokuun puoliväli-kesäkuun puoliväli) yhteistyössä paikallisten kalastajien kanssa järjestettyjen uistelukokeilujen tulokset on myöskin raportoitu tässä yhteydessä.

Koekalastusaineisto koostuu Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn vuoden 1994 syksyllä Kuolimossa verkoilla ja lohisiimoilla suorittamien kalastusten tuloksista. Koekalastuksilla saaduista nieriöistä mitattiin pituus (mm) ja paino (g), eroteltiin luonnonkannasta (rasvaevä ehjä) tai istutuksista peräisin olevat kalat sekä selvitettiin niiden ravinnonkäyttöä. Muiden lajien osalta laskettiin ainoastaan kappale- ja kilomääräiset saaliit. Eri päivien ja alueiden saalisvertailuksi verkkojen osalta laskettiin yhtä pyyntiyksikköä (py) kohti tunnissa saatu saalis (g/py^{-h}) seuraavasti:

$$\text{Saalis } g/py^{-h} = \text{saalis } g/vrk / (kpl \times py) \times h, \text{ missä}$$

kpl = pyynnissä olleiden verkkojen määrä/vrk

py = verkko 30 m/1,8 m: 1py, verkko 30 m/3 m: 1,5py, verkko 90 m/3 m: 4,5py

h = pyynnissäolotuntien määrä

Verkkopyynti ajoittui kolmeen jaksoon 29.8.-2.9., 20.-22.9. ja 26.-27.9. välisille ajoille ja siimapyynti ajanjaksolle 19.-22.9. Koekalastuksissa käytettiin 1,8 m tai 3,0 m korkeita ja 30 m pitkiä sekä 3,0 m korkeita ja 90 m pitkiä yleiskatsausverkkoja. Verkkojen solmuvälit vaihtelivat 12-75 mm:n välillä. Pyynnissä oli eri päivinä 1-25 verkkoa ja siimojen koukkumäärä oli 57 tai 63. Kalastustuntien määrä vaihteli verkoilla 2-21 tunnin (keskimäärin 14 h) ja siimoilla 3-17 tunnin (keskimäärin 11 h) välillä päivittäin. Kaikkiaan kalastustunteja kertyi koko jakson aikana verkoille 280 ja siimoille 65

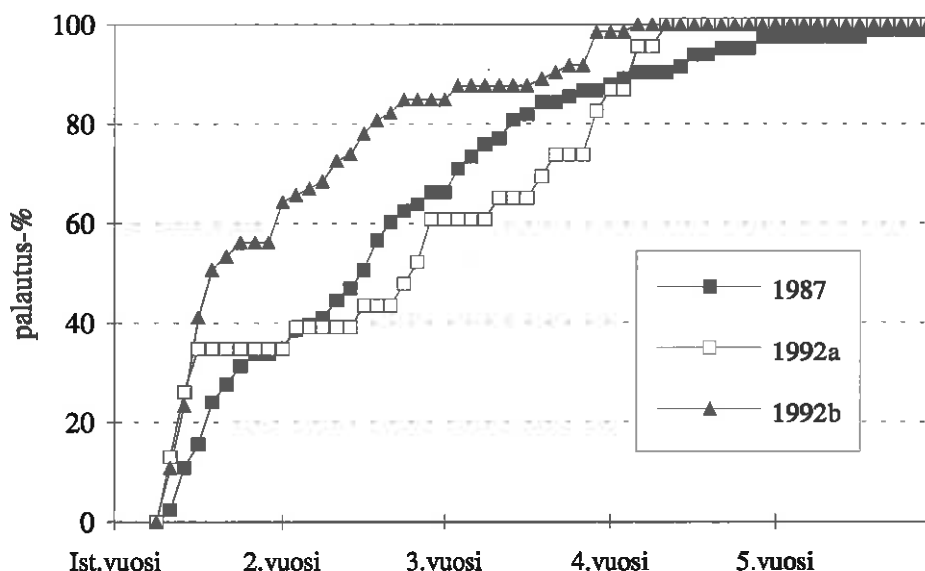
4. Tulokset

4.1. Carlin-merkinnät

4.1.1. Palautusten ajallinen jakautuminen

Suurin osa vuosina 1987 ja 1992 istutettujen kolmen nieriäerän 179 merkkipalautuksesta ajoittui kahdelle ensimmäiselle vuodelle. Istutusvuoden osuus vaihteli 34-56 %:n ja toisen vuoden 26-33 %:n välillä eri erissä. Kolmen ensimmäisen järvivuoden (istutushetkestä neljännen vuoden toukokuuhun) aikana saatiin kaikista eristä vähintään 90 % palautuksista. Yhtä vuoden 1987 erästä kahdeksantena vuotena saatua palautusta lukuunottamatta viimeiset palautukset saatiin viidentenä vuonna (kuva 2). Kaikkien palautusten voidaan olettaa tulleen, sillä vuoden 1992 eristäkään ei ole saatu palautuksia enää vuoden 1995 toukokuun jälkeen.

Istukkaiden koko vaikutti palautusten kertymiseen ja kalat tulivat saaliiksi sitä nopeammin, mitä isompia ne olivat istutettaessa. Istutuskooltaan suurimmassa erässä (1992b, keskipituus 283 mm) puolet palautuksista oli saatu jo istutusvuoden syyskuun alkuun mennessä, ja istutuskooltaan pienimmässä erässä (1992a, keskipituus 197 mm) vastaava määrä saavutettiin vasta toisen vuoden marraskuussa. Istutuskooltaan edellisten välissä olevasta erästä (1987, keskipituus 259 mm) puolet palautuksista saatiin toisen vuoden heinäkuuhun mennessä (kuva 2).



Kuva 2. Nieriän merkkipalautusten (n=179) kertymä istutusvuoden toukokuusta viidentennen vuoden loppuun. 1992a=Vehkalahden erä, 1992b=Säknlemen erä.

4.1.2. Palautusprosentti, merkintäerien tuottama saalis ja nettosaalis

Merkintäistutuksissa lasketaan arvio kunkin istutuserän tuottamalle saaliille (kg) suhteutettuna tuhatta istukasta kohti ja eloonjäännille (palautusprosentti). Tulosta voidaan tarkastella myös nettosaaliina kg/1000 istukasta kohti, joka saadaan vähentämällä istutettujen kalojen painosta saaliiksi saatujen kalojen paino. Tässä aineistossa lasketut tulokset perustuvat pelkästään merkkipalautustietoihin ilman korjauskertomia ja edustavat näinollen mininituloksia.

Kuolimoon istutettujen nieriän merkintäerien (n=3) keskimääräinen palautusprosentti oli 11,9 % ja saalis keskimäärin 68 kg tuhatta istukasta kohti. Kilomääräisestä saaliista istutusvuonna saatiin keskimäärin viidesosa, toisena vajaa kolmasosa, kolmantena neljäsosa, neljäntenä noin viidesosa ja sitä myöhemminä vuosina pari prosenttia (taulukot 4 ja 5). Nettosaalis jäi kaikissa erissä negatiiviseksi ja se oli keskimäärin -71 kg tuhatta istukasta kohti. Näin kaikista eristä saatiin kilomääräisesti vähemmän saalista kuin mitä oli istutettu (taulukko 4).

Nieriöistä yli 40 % pyydystettiin ensimmäisen järvivuoden aikana ja toisen järvivuoden loppuun mennessä pyydettyjen määrä nousi lähes 80 %:iin. Näin ollen saaliskalan koko oli suuresti riippuvainen istukkaan koosta ja koon kasvaessa sekä palautusprosentti että kilomääräinen saalis kasvoivat. Suurimpina istutetuista eristä (1987 ja 1992b) saatiinkin selvästi enemmän sekä palautuksia että saalista kuin pienimpinä istutetusta erästä (1992a). Vastaavasti istutuskoolla oli negatiivinen riippuvuus nettosaaliiseen, joka laski istukkaan koon kasvaessa (taulukko 4). Tilastollisesti riippuvuuksia ei voitu testata aineiston pienen koon vuoksi.

Taulukko 4. Nieriän merkintäerien keskipituudet, merkkipalautusten määrät, palautusprosentit, saaliit (kg/1 000 istukasta) ja nettosaaliit (kg/1000 istukasta). 1992a=Vehkalahten erä, 1992b=Säkniemen erä.

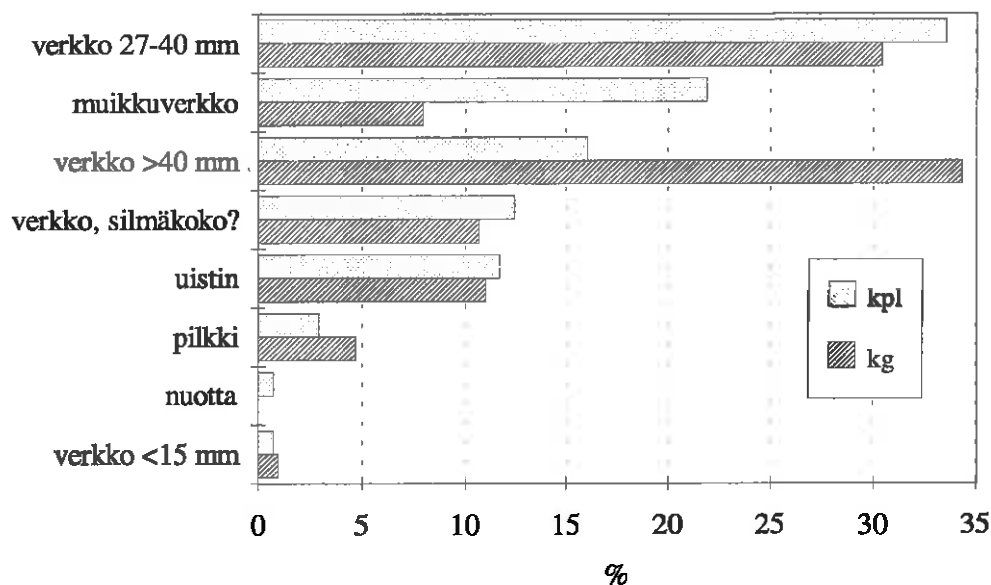
Erä	Keskipituus mm	Palautettu kpl	Palautus- %	Saalis kg/1000	Nettosaalis kg/1000
1987	259	83	16,6	105	-55
1992a	197	23	4,6	37	-26
1992b	283	73	14,6	61	-131
Yht./ka	246	179	11,9	68	-71

Taulukko 5. Nieriän merkintäerien saaliiden (kg/1000 istukasta) jakautuminen eri pyyntivuosille. 1992a=Vehkalahten erä, 1992b=Säkniemen erä.

Erä	1st.vuosi		2.vuosi		3.vuosi		4.vuosi		5.vuosi		>5.vuosi		Yht. kg
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
1987	17	16	28	27	25	24	30	29	2	2	3	3	105
1992a	3	8	10	27	12	32	12	32	0	0	0	0	37
1992b	21	34	22	36	15	25	3	5	0	0	0	0	61
Keskim.	14	21	20	29	17	25	15	22	1	1	1	1	68

4.1.3. Eri kalastustapojen saalis, saaliskalojen koko ja saaliin ajallinen jakautuminen pyydyksittäin

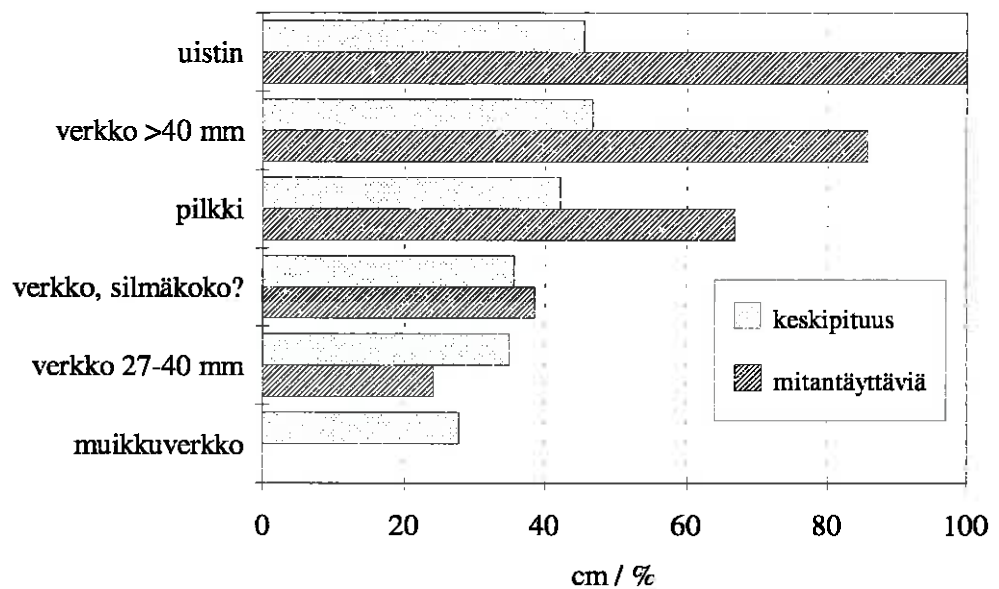
Merkittyinä istutetuista nieriöistä kalastettiin erilaisilla verkoilla noin 85 % ja uistimilla yli 10 %, muiden pyydysten osuuksien ollessa suurimmillaankin alle 5 %. Verkkoosaaliista saatiin eniten yksilömääräisesti 27-40 mm:n solmuvälin verkoilla ja kilomääräisesti yli 40 mm:n verkoilla. Muikkuverkkojen osuus kappalemääräisestä saaliista oli yli 20 %, mutta kilomääräinen osuus jäi alle 10 %:n. Yli 40 mm:n verkoilla tilanne oli päinvastainen, kilomääräisen saaliin osuus oli yli kaksinkertainen kappalemääräiseen saaliiseen verrattuna (kuva 3). Merkkipalautuksina saaduista nieriöistä puuttui tieto pyydyksestä 42 (23 % palautuksista) ja saaliskalan paino 67 kalasta (37 % palautuksista).



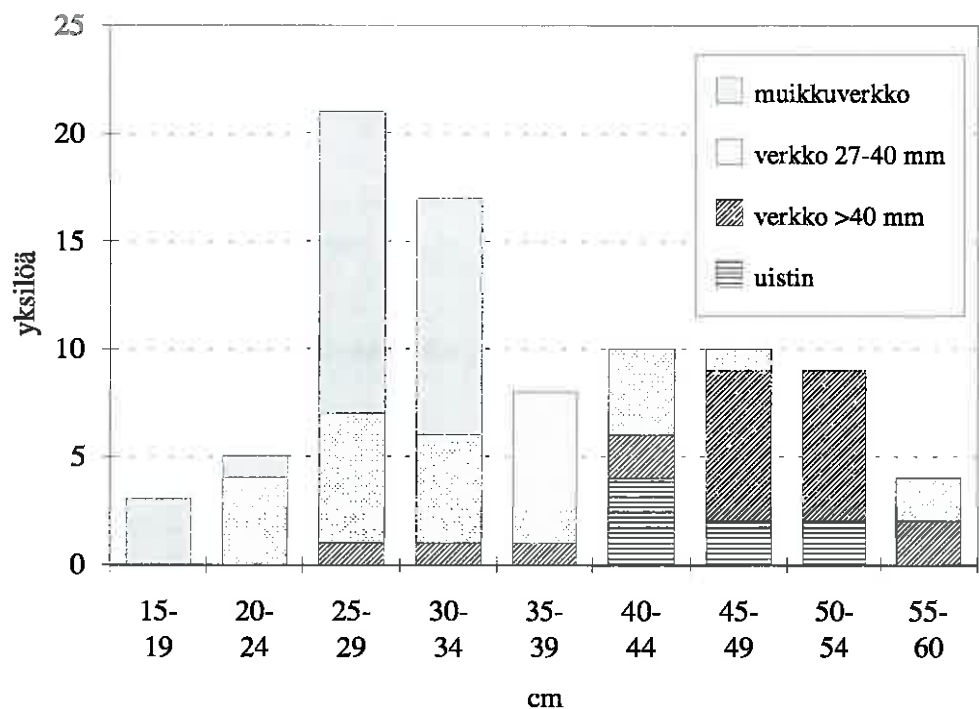
Kuva 3. Yksilö- (n=137) ja kilomääräisen (n=112) nieriäsaaliin jakautuminen pyydyksittäin.

Eri pyydyksillä saatujen nieriöiden keskipituuksissa (kuva 4) ja pituusjakaumissa (kuva 5) oli eroja. Muikkuverkoilla saatujen kalojen keskipituus oli 27 cm, 27-40 mm:n verkoissa 35 cm, yli 40 mm:n verkoissa 47 cm, pilkillä 42 cm ja uistimilla 45 cm. Verkoissa, joiden solmuväliä ei ollut ilmoitettu, saaliskalojen keskipituus oli 35 cm (kuva 4). Nuotalla ja alle 15 mm:n verkolla pyydettyjä kahta kalaa ei ollut mitattu. Koko aineiston kalojen saaliskoko oli keskimäärin 37 cm.

Nieriän alamittakoon (40 cm) täyttävien osuus kasvoi verkkojen solmuvälin kasvaessa. Muikkuverkoissa osuus oli 0 %, 27-40 mm:n verkoissa 24 % ja yli 40 mm:n verkoissa 86 %. Verkoissa, joiden solmuväliä ei ollut ilmoitettu, vastaava osuus oli 39 %. Pilkillä saaduista kaloista kaksikolmasosaa ja uistimella pyydettyistä kaikki olivat mitantäyttäviä (kuva 4). Kaikkiaan alamittakoon täyttäviä kaloja oli mitatuista 141 kalasta 56 kappaletta (40 %).



Kuva 4. Eri pyödyksillä saatujen nieriöiden keskipituus (cm) ja mitantäyttävien (≥ 40 cm) osuus merkkipalautusten perusteella (n=103).

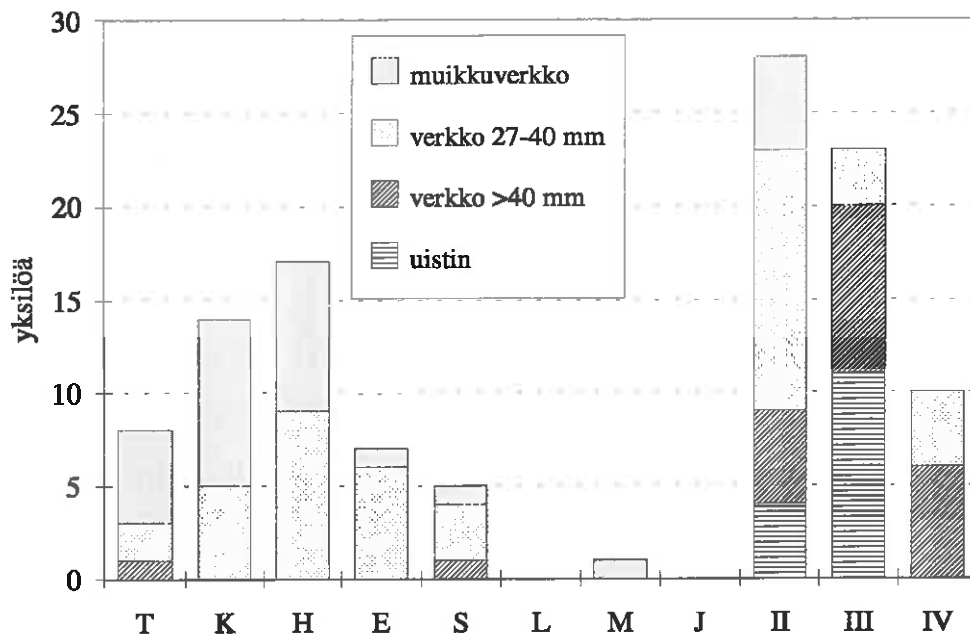


Kuva 5. Eri pyödyksien nieriäsaaliin pituusjakauma merkkipalautusten perusteella (n=87).

Vertailtaessa ajallisesti nieriäsaaliin jakautumista eri pyödyksityyppien kesken havaittiin selviä eroja. Muikkuverkkosaaliista (n=30) istutusvuoden osuus oli yli 80 % ja kalat saatiin pääosin välittömästi istutuksen jälkeen touko-heinäkuussa. Toisen vuoden jälkeen ei muikkuverkoilla saatu enää kaloja. 27-40 mm:n solmuvälin verkkosaaliista (n=46) istutusvuoden osuus oli yli puolet ja eniten saalista kertyi kesä-elokuussa. Toisen vuoden osuus oli vajaa kolmannes ja se jakautui tasaisesti koko vuodelle. Kolmantena ja neljäntenä vuonna saatiin vielä muutamia kaloja. Yli 40 mm:n verkoilla saaduista kaloista (n=22) istutusvuoden osuus jäi alle 10 %:n. Saalista

saatiin eniten toisen-neljännän vuoden aikana, kolmannen vuoden osuuden ollessa merkittävin (yli 40 %). Saalis jakautui näinä vuosina kaikille kuukausille, pääpainon ollessa kuitenkin syys-joulukuun välisenä aikana (kuva 6). Solmuväliltään tuntemattomien verkkojen saaliista istutusvuoden osuus oli vajaa kolmannes, toisen vuoden runsas puolet ja kolmannen vajaa 20 %. Saalis jakautui kaikille kuukausille.

Muiden pyydysten saaliin jakautuminen poikkesi verkoista siinä, että istutusvuonna ei näillä pyydyksillä saatu lainkaan kaloja. Uistinsaalis (n=15) tuli toisena sekä etenkin kolmantena vuonna (yli 70 %) ja eniten kaloja saatiin elokuussa ja marras-joulukuussa (kuva 6). Pilkkisaalis (n=4) saatiin toisen-neljännän vuoden tammimaaliskuussa ja nuotalla saatu yksi nieriä toisen vuoden tammikuussa.

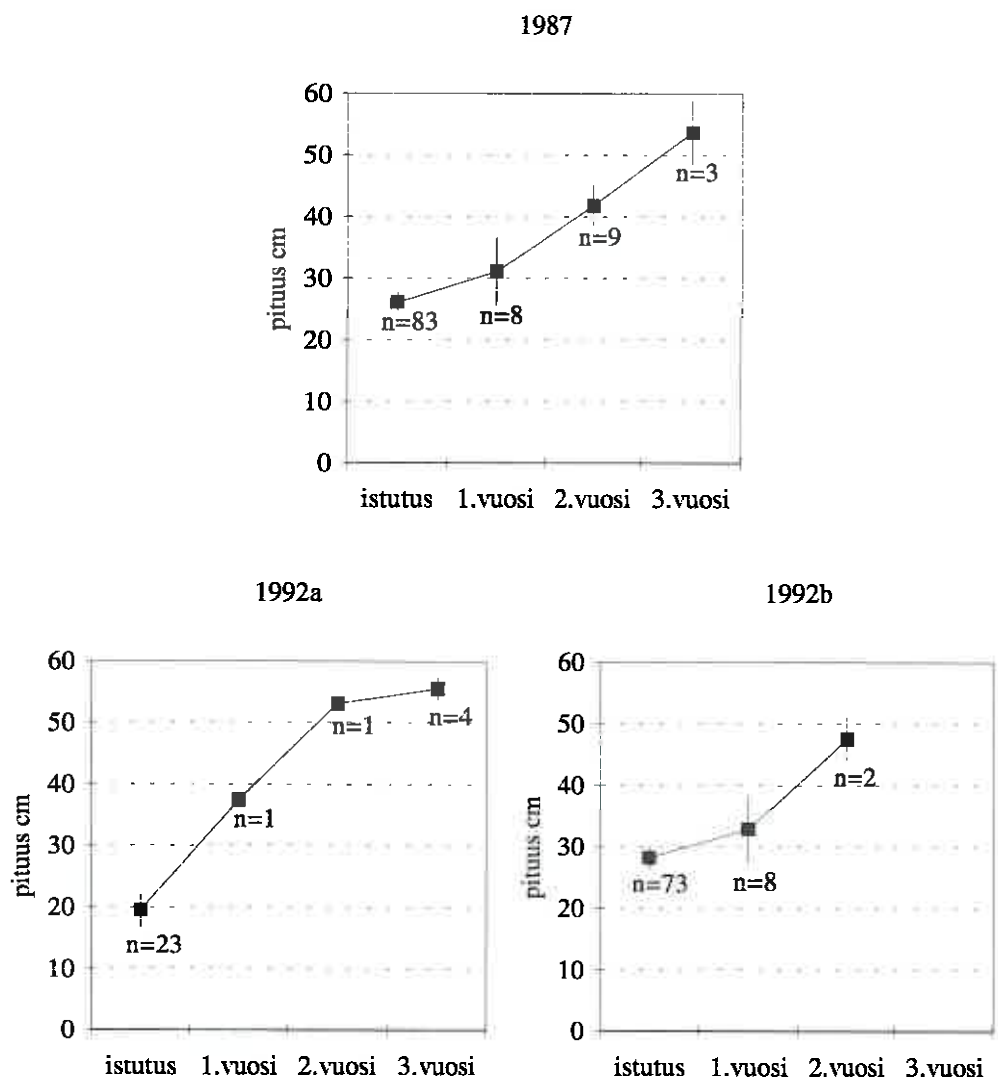


Kuva 6. Nieriäsaaliin (n=113) ajallinen jakautuminen pyydystyyypeittäin istutusvuoden touko-joulukuussa (T-J) ja toisena-neljäntenä vuonna (II-IV) istutuksesta merkkipalautusten perusteella.

4.1.4. Kasvu

Kuolimoon istutetut 2-vuotiaat nieriät saavuttivat 30 cm:n pituuden istutusvuoden lopulla tai seuraavan talven aikana (3-kesäisinä) ja Vuoksen vesistöalueella voimassa olevan kalastusasetuksen mukaisen alamitan (40 cm) seuraavan vuoden lopulla tai toisen talven aikana (4-kesäisinä) (kuva 7). Ensimmäiset yksilöt saavuttivat 40 cm:n pituuden kuitenkin jo istutusvuoden lokakuussa (v. 1987 erä) tai toisen vuoden heinäkuussa (v. 1992 erät). Keskipainoltaan nieriät olivat ensimmäisen järvivuoden jälkeen yli 300 g, toisen vuoden aikana paino nousi 600-1 100 g:aan ja kolmannen vuoden aikana keskimäärin 1 500 g:aan (taulukko 6).

Nieriän lisäkasvu oli ensimmäisenä vuonna 5-18 cm ja 170-190 g, toisena vuonna 11-16 cm ja 300-530 g ja kolmantena vuonna 2-12 cm ja 510-750 g. Kolmen järvivuoden aikana pituus kasvoi näinollen 28-36 cm ja painonlisäystä tuli 1 200-1 500 g.



Kuva 7. Nieriän merkintäerien keskipituus (cm±sd) istutettaessa ja ensimmäisen-kolmannen järvivuoden jälkeen sekä havaintojen lukumäärä (n).

Taulukko 6. Nieriän merkintäerien keskipaino (g±sd) istutettaessa ja ensimmäisen-kolmannen järvivuoden jälkeen sekä havaintojen lukumäärä (n).

Erä	Istutus		1.vuosi		2.vuosi		3.vuosi	
	g	n	g	n	g	n	g	n
1987	135±23	16	304±188	7	599±149	9	1 352±413	3
1992a	65±31	14	-	0	1 100	1	1 608±431	4
1992b	189±41	30	381±132	12	909±154	2	1 600	1
Keskim.	146±61	60	353±154	19	692±222	12	1 511±382	8

4.1.5. Liikkumisalue ja vaellukset

Vuonna 1987 istutetun merkintäerän kaloista osa istutettiin Kuolimonsalmen länsipuolelle (Vehkalahti) ja osa itäpuolelle (Säkniemi). Tietoja istukkaiden määrän ja kautumisesta kyseisten paikkojen kesken ei ole tiedossa, joten erästä pystyttiin selvittämään ainoastaan nieriöiden pysyvyys Kuolimossa. Palautuksista 80:ssä (kaikkiaan 83) oli ilmoitettu tarkka pyyntipaikka ja niiden perusteella ainoastaan yksi nieriä vael-

si Kuolimon ulkopuolelle Ala-Saimaalle (Tinaniemi), noin 15 km:n päähän istutuspaikoista. Kuolimon palautuksista Kuolimonsalmen länsipuolelta saatiin 36 (45 %), itäpuolelta 40 (51 %) ja Kuolimonsalmesta 3 (4 %).

Vuoden 1992 merkintäeristä toinen istutettiin Kuolimon länsiosaan ja toinen itäosaan. Näistä eristä selvitettiin paitsi pysyvyys Kuolimossa, myös pysyvyys istutusalueella. Saaduista 96 palautuksesta kaikki tulivat Kuolimosta. Tarkka pyyntipaikka oli ilmoitettu 88 palautuksessa ja niiden perusteella istukkaista 85 % pysyi siinä osassa järveä, minne ne oli istutettu (taulukko 7). Kummankin erän palautuksista valtaosa saatiin 0-3 km:n ja enintään 8 km:n päästä istutuspaikasta.

Taulukko 7. Vuonna 1992 istutettujen nieriän merkintäerien pysyvyys istutusalueella.

Erä	Istutusalue	Palautukset kpl			Pysyvyys-% istutusalueella
		istutusalue	toinen alue	yhteensä	
1992a	länsiosa	18	2	20	90,0
1992b	itäosa	57	11	68	83,8

Palautusten alueellista jakautumista eri pyyntivuosina tarkasteltiin vuonna 1992 istutettujen merkintäerien perusteella. Länsiosaan istutetuista kaloista saatiin istutusvuonna suurin osa joko istutuspaikalta tai 1 km:n päästä Tervahaudanlahdelta, toisena-kolmantena vuonna eniten saalista kertyi Morruvuorenselän alueelta 2-4 km istutuspaikalta ja neljäntenä vuonna istutuspaikalta tai Kuolimonsalmen itäpuolelta Iso-selältä (Härkäsaari) noin 8 km:n päästä. Itäosaan istutetuista kaloista suurin osa saatiin kaikkina vuosina Isoselän alueelta (mm. Lehtisensaari, Härkäsaari ja Ukonsaari) 0-3 km istutuspaikalta, joskin varsinkin istutusvuonna myös Kuolimonsalmen länsipuolelta Lyytikkälästä noin 7 km:n päästä. Eri vuosien saaliin jakautumisessa ei ollut havaittavissa selviä eroja.

4.2. Kalastustiedustelut

4.2.1. Nieriäsaalis

Laajennuskertoimia käyttäen, eli arvioimalla myös vastaamattomien ja tiedustelun ulkopuolelle jääneiden saaliit, nieriäsaalis oli vuosina 1988-1990 ja 1993 400-1 000 kg (0,05-0,13 kg/ha) ja 550-1 000 kappaletta, mutta vuonna 1995 vain 120 kg (0,02 kg/ha) ja alle 100 kappaletta (taulukko 8). Nuottakalastuksessa ei käytetty laajennuskertoimia, koska kaikkien nuottaajien oletettiin olevan tiedossa.

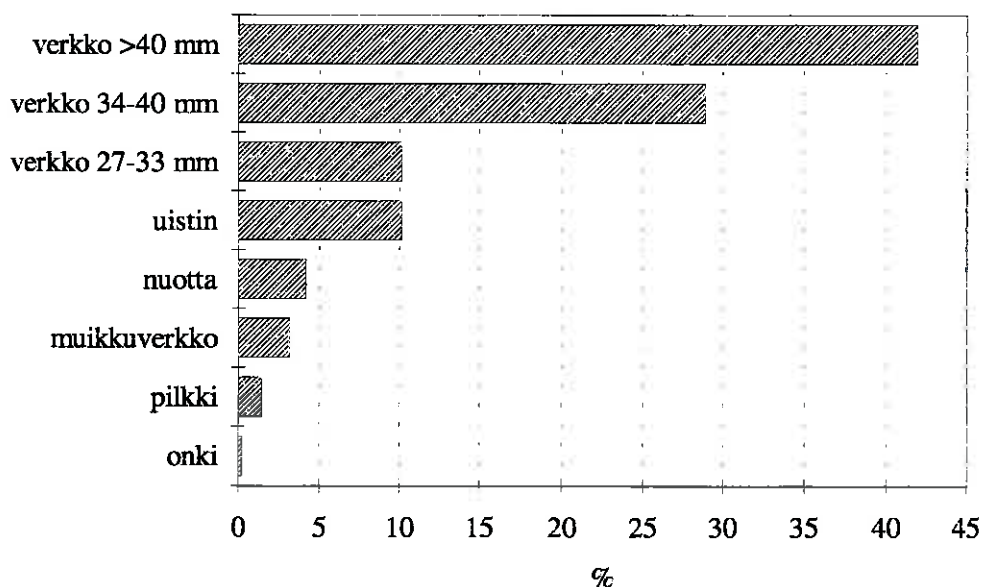
Nieriöitä saaliiksi saaneiden kalastajien määrä väheni vuosien myötä. Vuonna 1988 tiedusteluun vastanneista kalastaneista sai nieriöitä yli 40 % (59 henkilöä), vuonna 1989 runsas kolmasosa (48 henkilöä), vuosina 1990 ja 1993 vajaa kolmasosa (44/55 henkilöä ja vuonna 1995 vain joka kymmenes (19 henkilöä).

Tiedustelujen perusteella lähes koko nieriäsaalis (1 271 kg) saatiin verkoilla (84 %) ja uistimella (noin 10 %). Verkoista eniten saalista kertyi yli 40 mm:n solmuvälin verkoihin. Muiden pyydysten osuudet saaliista jäivät vähäisiksi (kuva 8). Nuotalla saatujen nieriöiden määrä oli todellisuudessa suurempi, sillä useat nuottaajat ilmoittivat laskeneensa takaisin alamittaisia nieriöitä, joita ei huomioitu laskelmissa. Lisäksi on huomioitava, että tiedustelujen ulkopuolelle jäi valtaosa pelkästään pilkillä kalastaneista.

Taulukko 8. Kuollimon nieriäsaalis viiden kalastustiedustelun perusteella.

Nieriäsaalis	1988		1989		1990		1993		1995	
	kg	kpl	kg	kpl	kg	kpl	kg	kpl	kg	kpl
Tiedustelu	336	418	303	276	366	294	211	279	55	38
Vastaamattomat ^{*)}	207	257	184	168	338	271	66	87	36	25
Puuttuvat osoitetiedot ^{*)}	261	325	227	207	336	270	146	193	32	22
Yhteensä ^{*)}	804	1000	714	650	1040	835	423	559	123	85

^{*)} arvio



Kuva 8. Kalastustiedusteluissa ilmoitetun nieriäsaaliin (yht. 1 271 kg) jakautuminen pyydyksittäin.

Eri tiedusteluvuosien välillä ilmeni selviä eroja kilomääräisen saaliin jakautumisessa pyydysten välillä. Yli 40 mm:n verkkojen osuus kokonaissaaliista oli yleensä alle 40 %, mutta vuosina 1990 ja 1995 lähes 60 %. 34-40 mm:n verkoilla saatiin kolmas-neljäsosa saaliista kaikkina vuosina. 27-33 mm:n verkkojen saalisosuus oli vuosina 1988-1989 yli 10 %, mutta jäi myöhempinä vuosina 5 %:iin tai sen alle. Muikkuverkko-saaliin osuus vaihteli vuosittain 1-7 %:n välillä. Uistinsaaliina saatiin vuonna 1988 lähes viidesosa, vuosina 1989-1990 alle 10 %, vuonna 1993 lähes 15 %, mutta vuonna 1995 ainoastaan 2 %. Nuottasaaliin osuus vaihteli 0-10 %:n ja pilkki- sekä onkisaaliin 0-3 %:n välillä.

Tiedusteluissa vastaajia pyydettiin erottamaan istutetut nieriät (rasvaeväleikatut) luonnonkantaa olevista kaloista. Kilomääräisistä nieriäsaaliista oli vastaajista keskimäärin 90 % (vaihtelu 85-97 %) eritellyt nieriät vuosina 1988-1990 ja 1993, loppujen ilmoittaessa vain koko nieriäsaaliinsa. Vuonna 1995 nieriöitä oli eritellyt ainoastaan puolet kalastajista. Luonnonkantaa olevien osuudet vuosittaisista nieriäsaaliista vaihtelivat 31-63 %:n välillä. Suhteellisesti eniten luonnonkantaa olevia kaloja saatiin vuonna 1995 (taulukko 9). Kappalemääräisestä nieriäsaaliista oli eritelty eri vuosina keskimäärin 80 % (vaihtelu 63-94 %) ja luonnonkantaa olevien osuudet vaihtelivat 35-58 %:n välillä. Suhteellisesti eniten luonnonkantaa olevia nieriöitä saatiin kappalemääräisesti vuonna 1995.

Saaliiksi saatujen luonnonkantaa olevien nieriöiden keskipainot vaihtelivat tiedusteluvuosittain 1 050-1 250 g:n välillä. Istukkaat olivat yleensä selvästi pienempiä, keskipainon jäädessä useimmiten alle 1 000 g:n. Vuonna 1990 istukkaiden keskipaino oli

kuitenkin poikkeuksellisen suuri ja istukkaiden keskimääräinen saaliskoko ylitti luonnonkantaan olevien kalojen koon (taulukko 9).

Taulukko 9. Kuolimon nieriäsaalis sekä luonnonkantaan ja istukkaita olevien kalojen osuudet ja keskipainot kalastustiedustelujen perusteella.

Vuosi	Saalis			Luonnonkanta			Istukkaat		
	kg	Eritelty kg	%	kg	%	g	kg	%	g
1988	336	284	84,5	153	53,9	1 254	131	46,1	624
1989	303	258	85,1	111	43,0	1 047	147	57,0	961
1990	366	355	97,0	109	30,7	1 124	246	69,3	1 390
1993	211	195	92,4	101	51,8	1 161	94	48,2	895
1995	55	27	49,1	17	63,0	1 214	10	37,0	1 000
Keskim.	254	224	81,6	98	48,5	1 160	126	51,5	974

4.2.2. Kokonaissaalis

Laajennuskertoimia käyttäen, eli arvioimalla myös vastaamattomien ja tiedustelun ulkopuolelle jääneiden saaliit, kaikkien lajien kokonaissaalis oli tiedusteluvuosina 30 000–41 000 kg:n (3,8–5,1 kg/ha) välillä (taulukko 10). Nuottakalastuksessa ei käytetty laajennuskertoimia, koska kaikkien nuottaajien oletettiin olevan tiedossa.

Kuolimon kilomääräisen kokonaissaaliin yli 10 tonnin vaihtelu eri tiedusteluvuosina johtui pääasiassa muikkukannan vaihtelusta. Muikkusaalis (laajennuskertoimin) oli suurimmillaan lähes 20 000 kg vuonna 1988 ja pienimmillään noin 12 000 kg vuonna 1990. Muikun suhteellinen osuus kokonaissaaliista oli vuosina 1988–1989 lähes 60 %, mutta jäi myöhemmin vuosina alle 50 %:iin (kuva 9, taulukko 11).

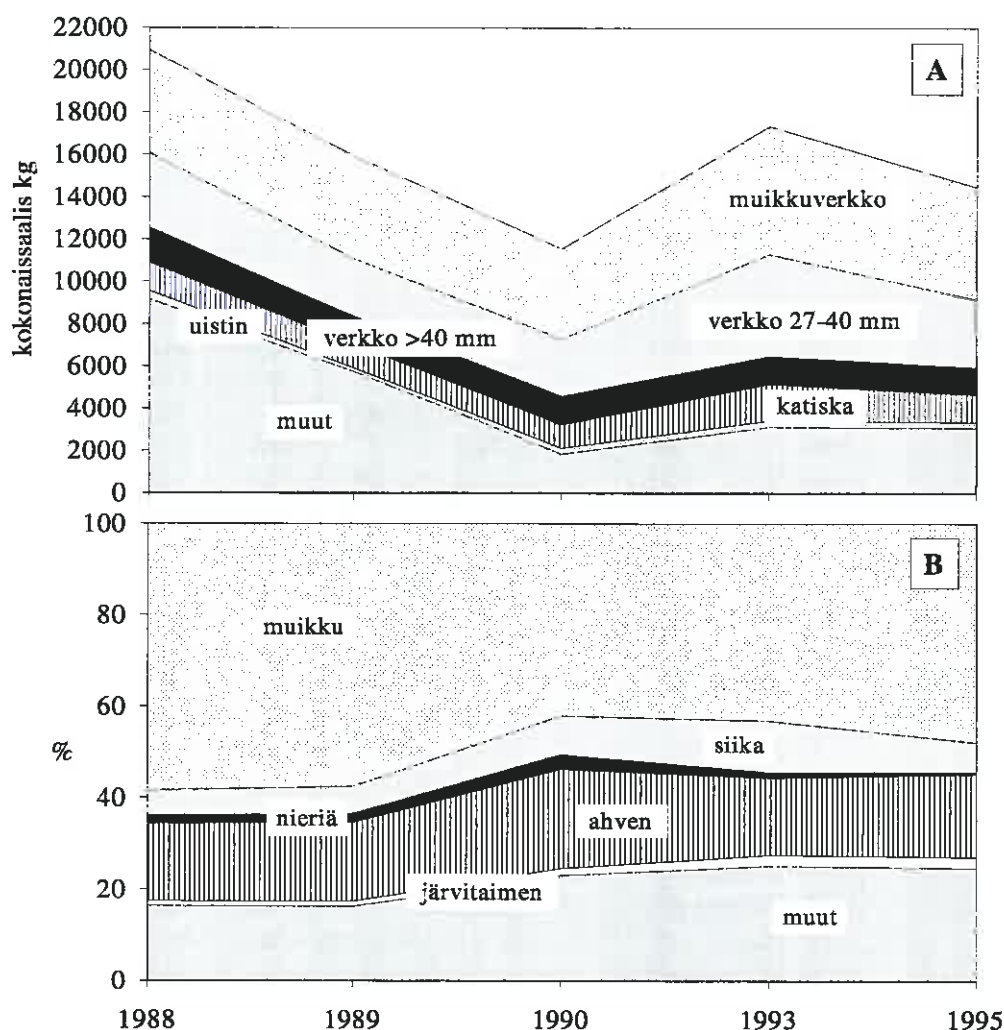
Muikun jälkeen kilomääräisesti merkittävin saaliskala oli ahven, jonka osuus kokonaissaaliista vaihteli 20 %:n molemmin puolin. Siian osuus saaliista oli keskimäärin vajaa 10 %, hauen sekä särjen kummankin runsas 5 % ja mateen vajaa 5 %. Muiden lajien osuudet kokonaissaaliista jäivät vähäisiksi (kuva 9, taulukko 11).

Tiedustelujen perusteella eri lajien saalis painottui selvästi eri pyydyksiin. Muikkusaalis saatiin käytännössä kokonaan joko muikkuverkoilla tai nuotalla, ahvensaalis pääasiassa katiskoilla ja 27–40 mm:n solmuvälin verkoilla ja siikasaalis 27–40 mm:n verkoilla (tästä valtaosa 34–40 mm:n verkoilla). Haukia pyydettiin eniten yli 33 mm:n verkoilla ja katiskoilla, särkiä 27–40 mm:n verkoilla ja katiskoilla sekä mateita yli 33 mm:n verkoilla. Nieriä- ja järvitaimensaalis saatiin suurimmalta osin yli 33 mm:n verkoilla ja uistimella, lahnasaalis yli 40 mm:n verkoilla ja säynesaalis yli 33 mm:n verkoilla. Kuoresaaliista pääosa tuli nuotalla, mutta myös muikkuverkoilla. Vuoden 1995 tiedustelun perusteella järvilohet kalastettiin pääosin uistimella sekä yli 40 mm:n verkoilla. Aikaisemmissa tiedusteluissa järvilohia ei ollut eritelty järvitaimenista.

Taulukko 10. Kuolimon kokonaissaalis viiden kalastustiedustelujen perusteella.

Kokonaissaalis (kg)	1988	1989	1990	1993	1995
Tiedustelu	20 918	15 935	11 538	17 347	14 477
Vastaamattomat ^{a)}	9 608	7 938	10 392	5 392	8 259
Puuttuvat osoitetiedot ^{a)}	10 222	9 019	9 520	10 632	7 001
Yhteensä ^{a)}	40 747	32 891	31 450	33 371	29 737

^{a)} arvio



Kuva 9. Kokonaissaaliin kehitys pyydystyypeittäin (A) sekä lajien suhteelliset saalisosuudet (B).

Taulukko 11. Kuolimon kalansaaliit lajeittain ja niiden saalisosuudet (%) eri tiedusteluvuosina.

Laji	1988 kg	%	1989 kg	%	1990 kg	%	1993 kg	%	1995 kg	%
Muikku	12207	58,4	9160	57,5	4847	42,0	7474	43,1	6921	47,8
Ahven	3554	17,0	2746	17,2	2502	21,7	2919	16,8	2625	18,1
Siika	1164	5,6	949	6,0	981	8,5	1954	11,3	956	6,6
Hauki	1078	5,2	824	5,2	846	7,3	1282	7,4	1099	7,6
Särki	918	4,4	634	4,0	632	5,5	1284	7,4	988	6,8
Made	805	3,8	518	3,3	470	4,1	702	4,0	549	3,8
Nieriä	336	1,6	303	1,9	366	3,2	211	1,2	55	0,4
Lahna	260	1,2	277	1,7	250	2,2	275	1,6	299	2,1
Taimen	217	1,0	179	1,1	181	1,6	415	2,4	341	2,4
Kuore	96	0,5	154	1,0	274	2,4	465	2,7	232	1,6
Säyne	271	1,3	176	1,1	178	1,5	325	1,9	211	1,5
Järvilohi ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	135	0,9
Muut	13	0,1	15	0,1	11	0,1	44	0,3	68	0,5
Yht.	20918	100,0	15935	100,0	11538	100,0	17347	100,0	14477	100,0
Yht.²⁾	40747		32891		31450		33371		29737	

¹⁾ vuosina 1988-1990 ja 1993 järvilohia ei eritelty taimenista

²⁾ arvio, jossa mukana vastaamattomat ja tiedustelun ulkopuolelle jääneet ruokakunnat

4.2.3. Kalastuksen rakenne ja ajoittuminen

Laajennuskertoimia käyttäen, eli ottamalla huomioon myös vastaamattomat ja tiedustelun ulkopuolelle jääneet, pyyntipäivien lukumäärät vaihtelivat tiedusteluvuosina 30 000-46 000 päivän ja pyydysten määrät 3 500-4 500 kappaleen välillä (taulukko 12). Nuottakalastuksessa ei käytetty laajennuskertoimia, koska kaikkien nuottaajien oletettiin olevan tiedossa.

Tiedustelujen perusteella eniten pyyntipäiviä kertyi katiskoille, mutta lukumääräisesti niitä oli tähän verrattuna selvästi vähemmän. Muikkuverkkojen osuus pyyntipäivistä oli runsas 15 % ja lukumääräisesti ne muodostivat merkittävimmän pyyntimuodon. Muiden verkkojen yhteenlaskettu osuus pyyntipäivistä oli 40 % tai hieman yli ja eniten pyyntipäiviä kertyi 34-40 mm:n solmuvälin verkoille. Muiden pyydysten pyyntipäivien määrät ja lukumäärät jäivät kaikkina vuosina alhaisiksi (kuva 10).

Muikkuverkkokalastus ajoittui kesä-lokakuuhun. Muilla verkoilla kalastettiin tasaisemmin ympäri vuoden, eniten tammi-maaliskuussa ja toisaalta lokakuussa. Vähiten yli 27 mm:n verkoilla kalastettiin huhtikuussa. Katiskapyynti ajoittui lähes kokonaan avovesikauteen touko-syyskuulle, touko-kesäkuun muodostaessa kalastushuipun (kuva 11). Muilla pyydyksillä ei pyynnin ajoittumista selvitetty.

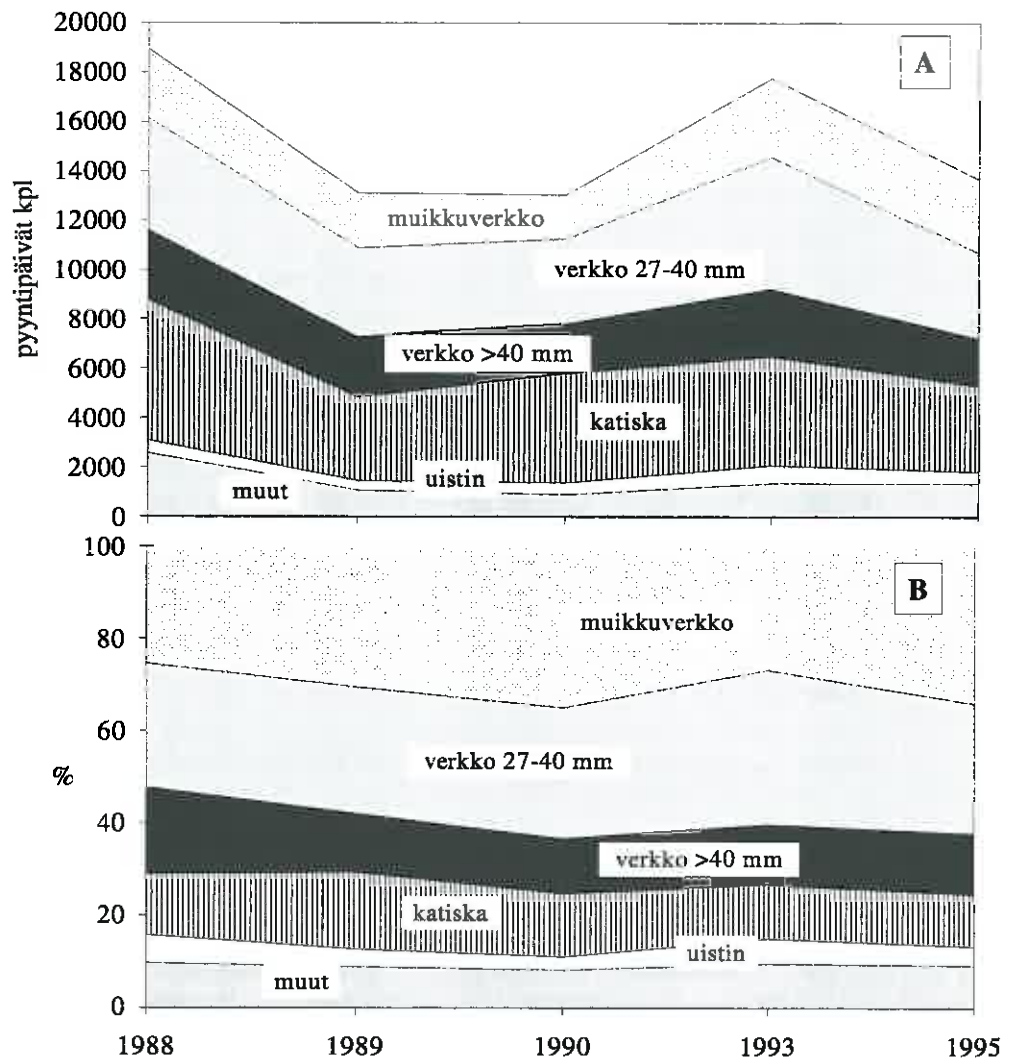
Tarkasteltaessa eri pyyntimuotoja harjoittaneiden osuuksia kalastaneista, havaittiin tiedustelujen perusteella muikkuverkkokalastuksen olevan selvästi yleisin pyyntimuoto. Muikkuverkoilla kalasti eri vuosina keskimäärin yli 80 % kalastaneista, vuonna 1988 lähes jokainen. Muista verkoista 27-33 mm:n solmuvälin verkoilla kalasti keskimäärin joka neljäs-viides, vuonna 1989 kuitenkin lähes puolet. 34-40 mm:n verkoilla kalasti keskimäärin vajaa kaksi-kolmasosaa ja yli 40 mm:n verkoilla 40 % kalastajista. Katiskapyyntiä harjoitti yli puolet, pilkkimistä joka viides ja onkimista joka neljäs (vuonna 1988 joka toinen) kalastaja. Uistimella kalasti joka kolmas tai neljäs, vuonna 1993 kuitenkin yli puolet kalastajista (taulukko 13). Rysä- ja nuottakalastusta sekä pitkäsiima- ja syöttikoukkupyyntiä harjoitti vuosittain 0-6 % kalastaneista.

Taulukko 12. Kuolimon pyyntipäivien ja pyydysten määrät tiedustelujen perusteella.

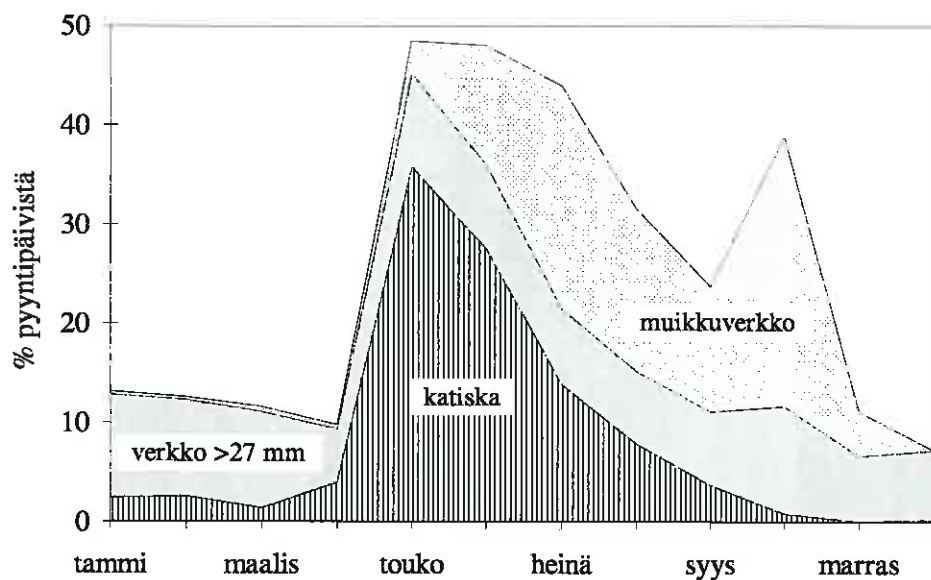
Pyyntipäiviä (kpl)	1988	1989	1990	1993	1995
Tiedustelu	18 942	13 140	13 077	17 790	13 658
Vastaamattomat ^{*)}	11 923	8 798	12 007	5 764	8 848
Puuttuvat osoitetiedot ^{*)}	15 076	10 806	11 917	12 721	7 830
Yhteensä ^{*)}	45 941	32 744	37 001	36 275	30 336

Pyydyksiä (kpl)	1988	1989	1990	1993	1995
Tiedustelu	1 855	1 447	1 401	2 072	1 575
Vastaamattomat ^{*)}	1 180	981	1 288	674	1 028
Puuttuvat osoitetiedot ^{*)}	1 492	1 205	1 279	1 486	910
Yhteensä ^{*)}	4 528	3 634	3 968	4 232	3 513

^{*)} arvio



Kuva 10. Pyyntipäivien kehitys pyydystyypeittäin (A) sekä pyydysten suhteelliset osuudet kokonaismääristä (B).



Kuva 11. Pyyntipäivien prosentuaalinen jakautuminen pyydystyypeittäin eri kuukausille tiedustelujen perusteella.

Taulukko 13. Eri pyydyksillä kalastaneiden osuudet (%) kalkista kalastaneista tiedusteluvuosittain.

Vuosi	Muik- kuverk- ko	27-33 mm verkko	34-40 mm verkko	Yli 40 mm verkko	Katiska	Pilkki	Onki	Uistin
1988	98	27	71	44	75	25	48	32
1989	90	46	56	41	64	19	28	24
1990	72	19	51	35	43	18	26	22
1993	81	23	74	41	57	23	22	51
1995	81	27	52	37	46	17	21	27
Keskim.	84	28	61	40	57	20	29	31

4.3. Emokalanpyynnit ja koekalastukset

4.3.1. Emokalanpyynti ja mädinhanhinta

Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn suorittamissa nieriän emokalanpyynneissä Kuolimosta saatiin vuosina 1983-1994 yhteensä 119 nieriää, joista luonnonkantaa olevien yksilöiden osuus oli noin 70 %. Luonnonkantaa olevista nieriöistä saatiin mätiä tai maitia noin 40 %:sta kaloista. Loput nieriät olivat nuoria tai martoja kaloja, mutta osa myös pyynnin yhteydessä kuolleita. Kunkin vuoden mäti pyrittiin hedelmöittämään luonnonkoiraiden maidilla, mutta eräinä vuosina jouduttiin käyttämään aikaisempina vuosina pakastettua maitia tai laitoskoiraita. Saatu mätimäärä oli näinä vuosina yhteensä noin 57 000 kappaletta (taulukko 14).

Kutevan nieriäkannan heikkoa tilaa kuvaa mm. se, että vuonna 1983 pyydystetyistä 20 nieriästä vain neljä oli sukukypsiä ja vuonna 1985 saatu naaras, joka lypsyt ja rasvaevän poiston jälkeen laskettiin takaisin Kuolimoona, oli ainoa seuraavan syksyn (1986) pyynnissä saatu yksilö. Pyyntipaikkakin oli lähes sama kuin edellisenä syksynä.

Taulukko 14. Kuolimosta emokalanpyynneistä saadut nieriät, mätiä tai maitia antaneet luonnonkalojen määrät (kpl) sekä mätimunien lukumäärä (vl=vastalypsetty, spa=silmäpisteaste).

Vuosi	Nieriöitä (kpl)		Mätiä/maitia luonnonk.		Mätiä (kpl)
	luonnonk.	istukas	naaras	koiras	
1983	20	-	-	-	-
1984	11	-	7	2	n. 20 000 (vl)
1985	2	-	1	1	5 850 (vl)
1986	1 ^{A)}	-	1	-	n. 500 (spa) ^{C)}
1987	1 ^{B)}	-	-	-	-
1988	2 ^{B)}	4	-	2	-
1989	6 ^{B)}	7	-	-	-
1990	10	18	2	0	3 647 (spa) ^{D)}
1991	9	3	2	0	1 929 (spa) ^{D)}
1992	5	-	4 ^{E)}	3 ^{E)}	3 943 (spa)
1993	18	-	6 ^{E)}	3 ^{E)}	21 000 (spa)
1994	-	2	-	-	-
Yht.	85	34	23	11(12)	n. 56 869

^{A)} sama naaras kuin v. 1985

^{C)} hedelmöitetty pakastetulla maidilla

^{E)} sis. Olavinlammesta saadun yksilön

^{B)} ei sukukypsiä

^{D)} hedelmöitetty laitoskoirilla

Emokalanpyynnin tueksi uistelemalla järjestetyt keväiset pyyntikokeilut onnistuivat vuosina 1990-1991 hyvin nieriöiden kokonaismäärän ollessa 70 kappaletta, painoltaan 200-1 500 g. Uistelijoiden määrä vuosina 1995 (9 henkeä) ja 1996 (12 henkeä) ja uistelu-aika oli suurempi kuin aiemmin, mutta saaliiksi saatiin ainoastaan yksi nieriä vuonna 1995.

Emokalanpyynnistä ja uistelemalla saatuja nieriöitä istutettiin vuosina 1990-1993 yhteensä 104 kappaletta kalastukselta rauhoitettuun Olavinlampeen Enonkoskelle. Pieneen lampeen tehtyjen istutusten tarkoituksena oli helpottaa nieriöiden saantia tulevina vuosina emokalastojen perustamista varten. Lampeen siirrettiin lisäksi keväällä 1990 Saimaan kalantutkimuksesta ja vesiviljelystä 70 kappaletta 5-vuotiaita, keskipainoltaan 800 g:n laitoskasvatettuja nieriöitä (taulukko 15).

Taulukko 15. Olavinlampeen istutetut/siirretyt nieriät.

Vuosi	Luonnonkanta emokalanpyynti	uistelu	Istukas/laitoskala emokalanpyynti	Saimaa
1990	4	42	1	70
1991	4	25	2	-
1992	7	-	-	-
1993	18	-	1	-
Yht.	33 ^{A)}	67 ^{A)}	4 ^{A)}	70 ^{B)}

^{A)} osa VI-merkitty ennen istutusta

^{B)} rasvaevälekattu ennen siirtoa

4.3.2. Koekalastus

Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn suorittamissa koekalastuksissa vuoden 1994 syksyllä saatiin verkoilla yhteensä 8 nieriää, joista kolme koirasta oli luonnonkantaa (rasvaevää ei poistettu) ja viidestä naaraasta kolme oli luonnonkantaa. Nieriöiden pituus vaihteli 32-65 cm:n (keskimäärin 52,5 cm) ja paino 280-2 230 g:n (keskimäärin 1 450 g) välillä (taulukko 18). Kaikki nieriät saatiin Kuolimon syvänteistä (Morova, Säkniemi, Kotasaari) 22-30 m:n syvyydestä. Lohisiimoilla ei saatu yhtään nieriää (taulukko 16).

Verkkopyynnin kokonaissaalis oli lähes 1 000 kalaa, joista noin puolet oli muikkuja. Kappalemääräisesti runsaita olivat myös ahven, kuore, kiiski ja siika. Kilomääräisestä kokonaissaaliista (85 kg) noin neljäsosa oli mateita, nieriöiden osuuden ollessa vajaa 15 %. Siimoilla saatiin saalista vain 10 kg ja se koostui järvilohista ja -taimenista sekä yhdestä säyneestä (taulukko 16).

Taulukko 16. Kuolimon koekalastussaalet vuonna 1994.

Laji	Verkkosaalis		Siimasaalis		Yhteensä	
	kpl	kg	kpl	kg	kpl	kg
Made	49	21,0	-	-	49	21,0
Ahven	144	14,1	-	-	144	14,1
Järvilohi	5	7,0	4	6,5	9	13,5
Siika	73	12,6	-	-	73	12,6
Nieriä	8	11,4	-	-	8	11,4
Muikku	n. 500	10,5	-	-	n. 500	10,5
Järvitaimen	4	6,4	2	1,3	6	7,7
Muut ^{*)}	192	2,4	1	2,4	193	4,8
Yhteensä	n. 975	85,4	7	10,2	n. 982	95,6

^{*)} kuore, kiiski, nahkiainen, simppe, säyne, särki

Verkkojen osalta eri päivien koekalastuksilla saadut kokonaissaaliit vaihtelivat 1,3-44,7 g:n (keskimäärin 18,2 g) välillä yhtä pyyntiyksikköä kohti tunnissa. Rauhoitusalueilla saaliit olivat suurempia kuin niiden ulkopuolisilla alueilla (taulukko 17). Saaliiksi saaduista kahdeksasta nieriästä ainoastaan yksi saatiin rauhoitusalueiden ulkopuolelta.

Kaikkiaan koekalastusten aikana käytettiin 201 verkkoa. Verkkojen koon mukaan suhteutettuna pyyntiyksikkötunteja kertyi 4 714. Tämän perusteella yhden nieriän saaminen vaatisi normaalimittaisella (30 m) verkolla joko 590 tunnin (1,8 m korkea verkko) tai 390 tunnin (3 m korkea verkko) kalastuksen. Vastaavasti 90 m pitkällä ja 3 m korkealla verkolla saataisiin yksi nieriä 130 tunnin kalastuksella.

Taulukko 17. Pyyntiyksikköä kohti laskettu kokonaissaalis (g/py^h) rauhoitusalueella ja sen ulkopuolella.

Rauhoitusalue			Ulkopuolinen alue		
aika	keskim. g	vaihteluväli	aika	keskim. g	vaihteluväli
29.8.-2.9.	19,3	7,0-44,4	1.-2.9.	5,7	5,7-5,7
20.-22.9.	27,0	10,7-44,7	21.-27.9.	14,4	1,3-35,4

Koekalastuksilla saatujen kahdeksan nieriän ravinto koostui pääasiassa muikusta. Muuta kalaravintoa (mukaanlukien sulanut ja tunnistamaton kalamassa) oli syönyt viisi ja yksi nieriä oli syönyt yhden kaksisiipisen (*Diptera* sp.). Syödyn ravinnon kokonaismäärä vaihteli 8-50 g:n ja ravinnon osuus kalan painosta 0,5-3,9 %:n välillä (taulukko 18). Nieriöistä viiden suolistosta löytyi yksi tai useampi lapamato (*Eubothrium crassum*).

Taulukko 18. Koekalastuksilla saatujen nieriöiden pituus ja paino, ravinto sekä ravinnon osuus kalan painosta.

Yksilön koko		RAVINTOKOhteet								Kalan painosta
		muikku		muut kalat		hyönteiset		yhteensä		%
mm	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	%
320	280	2	10,3	1	0,6	1	-	4	10,9	3,9
475	1 188	3	15,6	1	2,3	-	-	4	17,9	1,5
503	1 312	8	29,9	4	6,5	-	-	12	36,4	2,8
535	1 550	5	32,7	2	0,6	-	-	7	33,3	2,1
560	1 592	2	8,0	-	-	-	-	2	8,0	0,5
560	1 608	-	-	-	-	-	-	0	0,0	0,0
595	2 228	-	-	-	-	-	-	0	0,0	0,0
650	1 846	4	49,0	1	1,5	-	-	5	50,5	2,7
	%	70,6	92,7	26,5	7,3	2,9	-			

5. Tulosten tarkastelu

5.1. Nieriän istutustulos

Istutustuloksen arviointiin nieriällä, kuten muillakin lajeilla, merkintöjen ja kalastustiedustelujen perusteella liittyy monia virhetekijöitä. Keskeisimpiä ongelmia Carlin-merkinnöissä ovat palautusaktiivisuuden arviointi (mm. Toivonen ym. 1991), merkki-en aiheuttama mahdollinen lisäkuolleisuus (mm. Wetherall 1982) tai vaikutus kalojen kasvuun (mm. Isaksson ja Bergman 1978). Lisäksi merkki saattaa toimia houkuttimena petokaloille sekä kaloja syöville linnuille (Gönczi ym. 1986) tai osa merkeistä saattaa irrota kalasta (mm. Isaksson ja Bergman 1978). Kalastustiedusteluissa ongelmia ovat etenkin tiedustelujen ulkopuolelle jäävien sekä vastaamattomien saaliiden arvioinnit, mutta myös vastauksissa esiintyvät virheellisyudet (Hildén ym. 1985, Leinonen 1989). Istutusten tulosta arvioitaessa voidaan merkintäistutuksissa käyttää korjauskertomia, joilla pyritään arvioimaan edellä mainituista tekijöistä johtuvia virheitä. Korjauskertoimet vaihtelevat laajoissa rajoissa ja ovat riippuvaisia istukkaiden koosta ja vesialueesta (mm. Niva ja Juntunen 1993a, 1993b, Valkeajärvi 1993a, 1993b, Makkonen ym. 1995, 1996, Friman ym. 1997). Siitä syystä niitä ei voida yleistää tässä käytettäväksi.

5.1.1. Palautusprosentit ja kilomääräinen saalis

Kuolimoon vuosina 1987 ja 1992 istutetuista kolmesta nieriän merkintäerästä tuli yhteensä 179 palautusta, keskimääräisen palautusprosentin ollessa 11,9 %. Palautuksista pääosa saatiin kahden ensimmäisen vuoden aikana. Merkintäerät tuottivat saalista keskimäärin 68 kg tuhatta istukasta kohti. Kilomääräisesti saalista kertyi eniten toisena-neljäntenä vuonna (kuva 12).

Merkintäeristä laskettu nettosaalis, saalis vähennettynä istukkaiden painolla, oli vastaavasti keskimäärin -71 kg tuhatta istukasta kohti. Koska suurin osa kaloista saatiin kahden ensimmäisen vuoden aikana, oli saaliskalan koko riippuvainen istukkaan koosta. Koon kasvaessa kilomääräinen saalis kasvoi, mutta nettosaalis pieneni. Lasketut saalistuotot perustuvat pelkästään merkipalautustietoihin ilman korjauskertomia ja edustavat näin ollen minimitulosta.

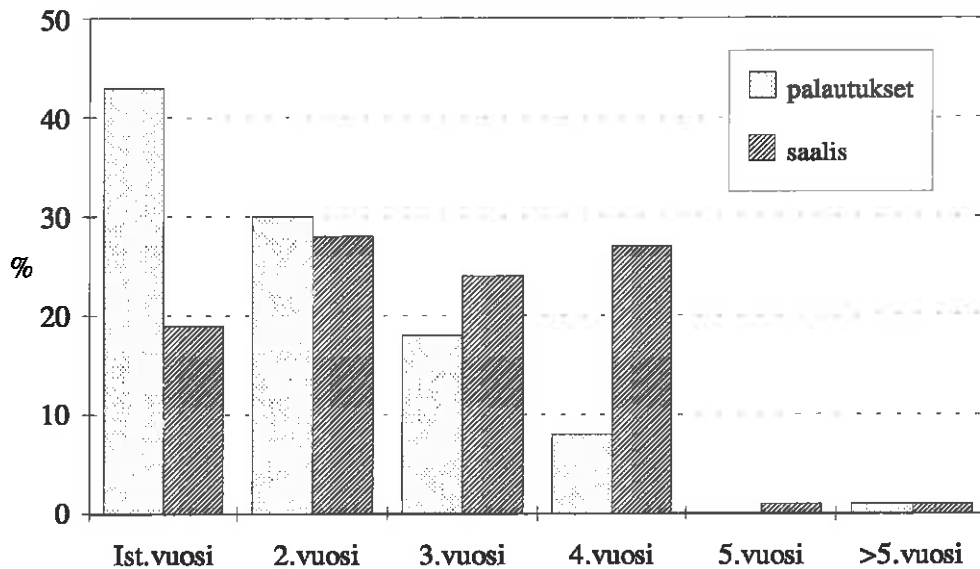
Kalastustiedustelujen perusteella (laajennuskertoimin) Kuolimon nieriäsaalis vaihteli vuosina 1988-1990, 1993 ja 1995 123-1 040 kg:n välillä. Istukkaiden osuus saaliista oli 37-69 %, joten istukassaalis vaihteli eri tiedusteluvuosina noin 45 kg:sta yli 700 kg:aan.

Vuonna 1979 arvioitiin Kuolimon nieriäsaaliiksi 74 kg eli 0,01 kg/ha (Auvinen ym. 1983).

Inarijärven nieriän Carlin-merkinnöistä vuosina 1965-1986 saatiin enemmän sekä palautuksia että saalista. Palautusprosentit vaihtelivat 8,4-60,6 %:n (keskiarvo 29,5 %) ja saalis tuhatta istukasta kohti 12-395 kg:n (keskimäärin 123 kg) välillä eri erissä. Palautuksista ensimmäisen järvivuoden osuus noin 30 % oli alhaisempi ja toisen lähes

35 % suurempi kuin Kuolimossa. Sen sijaan kolmannen yli 20 %:n ja neljännen vuoden noin 10 %:n osuudet vastasivat Kuolimosta saatuja tuloksia (Ahonen 1992).

Järvilohkeen ja -taimeneen verrattuna nieriä on selvästi kauemmin kalastuksen kohteena. Useissa merkintäistutuksissa on havaittu merkkipalautusten ajoittuvan sekä järvilohella että -taimeneella nieriää selvemmin ensimmäiselle järvivuodelle ja mm. Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979-1993 tehtyjen merkintöjen perusteella 2-vuotiaina istutetuista järvilohista saatiin ensimmäisenä järvivuonna noin 60 % ja järvitaimenista lähes 80 %. Toisen järvivuoden loppuun mennessä palautuksista oli saatu kummallakin lajilla vähintään 90 % (Makkonen 1996, Makkonen ym. 1995, 1996).



Kuva 12. Nieriän merkintäerien palautusten (n=179) ja saaliin (kg) prosentuaalinen jakautuminen eri pyyntivuosille.

5.1.2. Saaliin jakautuminen eri vuosille

Nieriäsaaliin jakautumista eri vuosille ja eri-ikäisille kaloille voitiin vertailla merkinnöistä ja tiedusteluista saatujen tulosten perusteella ainoastaan istukkaiden osalta. Vuoden 1987 kaksivuotiaiden merkintäerästä saatu korjaamaton saalis 105 kg/1000 istukasta jakautui seuraavasti: 2-vuotiaat 17 kg, 3-vuotiaat 28 kg, 4-vuotiaat 25 kg, 5-vuotiaat 30 kg ja yli 5-vuotiaat 5 kg. Vertailemalla näitä lukuja vuosien 1988-1990 laajentamattomista kalastustiedusteluista saatuihin, tuhatta istukasta kohti suhteutettuihin saaliisiin, havaitaan eri-ikäisten kalojen saaliiden vastaavan merkinnästä saatua tulosta. Vuoden 1986-1987 istutuksista (6 150 kpl) saatiin vuonna 1988 3-vuotiaina 25 kg/ 1000 istukasta, vuosien 1986-1987 ja 1989 istutuksista (6 650 kpl) vuonna 1989 4-vuotiaina 26 kg/1000 istukasta ja edellisten sekä vuoden 1990 istutuksista (7 149 kpl) vuonna 1990 4-5-vuotiaina 36 kg/1000 istukasta (taulukko 19).

Vastaavasti vuonna 1992 istutettujen kahden 2-vuotiaiden merkintäerän yhteenlaskettu korjaamaton saalis 98 kg jakautui seuraavasti: 2-vuotiaat 23 kg, 3-vuotiaat 32 kg, 4-vuotiaat 27 kg ja 5-vuotiaat 16 kg. Vuoden 1993 tiedustelussa istukassaaliin arvioitiin koostuvan pääosin vuoden 1992 istutuksista (3 099 kpl) peräisin olevista 3-vuotiaista, joskin aikaisempien istutusten yli 6-vuotiaita saattoi olla vielä mukana. Laajentamattomasta tiedustelusta saatiin 3-vuotiaiden saaliiksi 33 kg/1000 istukasta, mikä vastasi merkinnöistä saatua tulosta.

Inarijärven nieriämerkinnöistä vuosina 1965-1986 tuhatta istukasta kohden lasketusta saaliista ensimmäisen järvivuoden osuus oli vajaa 20 %, toisen yli 20 % ja kolmannen yli 25 % (Ahonen 1992) eli osuudet olivat samaa suuruusluokkaa kuin tässä aineistossa. Sen sijaan kolmannen järvivuoden jälkeinen saalis jakautui tasaisemmin eri vuosille (Ahonen 1992), kun se Kuolimossa tuli lähes kokonaan neljäntenä vuonna.

Taulukko 19. Vuoden 1987 merkintäerän korjaamattoman ja vuosien 1988-1990 kalastustiedusteluista ilman laajennuskertoimia saadun nieriäsaaliin (kg/1000 istukasta) jakautuminen eri ryhmiin.

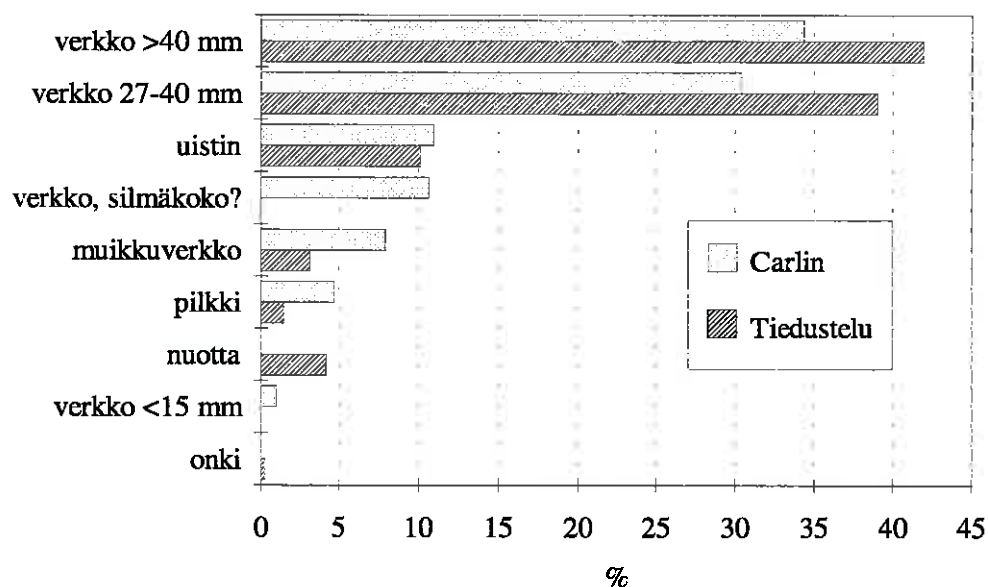
	2-vuotiaat		3-vuotiaat		4-vuotiaat		5-vuotiaat		>5-vuotiaat	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Carlin	17	16	28	27	25	24	30	29	5	5
Tiedustelut	ei tied.		25		26		36 ^{*)}		ei tied.	

^{*)} sisältää myös v. 1990 istutettuja 4-vuotiaita

5.1.3. Eri kalastustapojen saalis ja sen ajallinen jakautuminen

Kuolimon kilomääräinen nieriäsaalis saatiin pääasiassa verkoilla. Verkkojen osuus kokonaissaaliista oli sekä merkintöjen että tiedustelujen perusteella 84 %. Uistinsaaliin osuus noin 10 % oli myös sama merkintöjen ja tiedustelujen perusteella (kuva 13).

Ajallisesti nieriötä saatiin merkintöjen perusteella muikkuverkoilla pääosin touko-heinäkuussa ja muilla verkoilla ympäri vuoden, pääpainon ollessa kuitenkin tammi-helmikuussa ja touko-syyskuussa. Tiedustelujen perusteella kyseiset ajankohdat noudattivat varsin hyvin verkkopyynnin ajoittumista: muikkuverkoilla kalastettiin eniten kesä-lokakuussa ja muilla verkoilla ympäri vuoden, eniten tammi-maaliskuussa ja lokakuussa. Uistimella nieriötä saatiin merkintöjen perusteella eniten kesä-elokuussa ja marraskuussa.



Kuva 13. Merkkipalautuksina (68 kg) ja kalastustiedusteluista (1 271 kg) saattujen kilomääräisten nieriäsaaliiden prosentuaalinen jakautuminen pyydyksittäin.

Inarijärven nieriän Carlin-merkinnöistä saatiin vastaavanlaisia tuloksia ja valtaosa nieriöistä kalastettiin verkoilla, yli 40 mm:n solmuvälin verkkojen muodostaessa merkittävimmän ryhmän (Ahonen 1992). Useissa muillakin lohikaloilla tehdyissä merkintäistutuksissa on havaittu verkkojen olevan merkittävin kalastustapa ja mm. Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979-1993 tehtyjen järvilohi- ja järvitaimenmerkintöjen saaliista verkkojen osuus oli noin 70 % (Makkonen 1996, Makkonen ym. 1995, 1996). Inarijärvessä nieriän uistinsaalis sen sijaan jäi hyvin alhaiseksi (Ahonen 1992), kun taas järvilohia ja -taimenia kalastettiin uistimella noin viidennes (Makkonen 1996, Makkonen ym. 1995, 1996).

5.1.4. Alamittaisten osuus saaliissa

Merkinnöistä saatujen tulosten perusteella alamittaisia (alle 40 cm) nieriöitä saadaan pääasiassa solmuväliltään tiheillä, alle 40 mm:n verkoilla. Muikkuverkoilla saaduista nieriöistä kaikki olivat alamittaisia, 27-40 mm:n verkoissa alamittaisia oli 76 % ja solmuväliltään tuntemattomissa verkoissa 61 %. Sen sijaan yli 40 mm:n verkoilla sekä pilkillä saaduista nieriöistä valtaosa ja uistimella saaduista kaikki olivat mitantäyttäviä. Kaikkiaan alamittaisia nieriöitä oli saaliissa lähes kaksikolmasosaa ja keskimääräinen saaliskoko 37 cm.

Inarijärven Carlin-merkinnöissä nieriän keskimääräinen saaliskoko jäi 34 cm:iin ja vain yhtenä vuonna istutettujen kalojen palautuspituuden keskiarvo ylitti 40 cm (Ahonen 1992). Harmaanieriöiden keskimääräinen saaliskoko oli Inarijärvellä 38 cm ja istutettujen kalojen palautuspituuden keskiarvo oli vähintään 40 cm useammin (Ahonen ym. 1991).

Vuoksen vesistöalueelle tehtyjen järvilohen ja -taimenen Carlin-merkinnöissä saatiin nieriästä poikkeavia tuloksia. Muikkuverkolla saadut järvilohet ja -taimenet olivat kookkaampia, joskin alamittaisten osuus saaliista oli molemmilla lajeilla yli 80 %. Yli 40 mm:n solmuvälin verkoilla ja uistimella saadut kalat olivat pienempiä kuin nieriät. Btenkin alamittaisten järvilohien osuus yli 40 mm:n verkoissa oli suuri (yli 60 %) ja uistinsaaliistakin alamittaisia oli molemmilla lajeilla yli 40 %. Järvitaimenen keskimääräinen saaliskoko 39 cm ja alamittaisten osuus 54 % oli samaa luokkaa tässä aineistossa nieriällä saatujen tulosten kanssa (Makkonen ym. 1995, 1996).

5.2. Kasvu

Nieriöiden kasvua voitiin vertailla merkinnöistä ja tiedusteluista saatujen tulosten perusteella ainoastaan istukkaiden osalta. Vuoden 1987 kaksivuotiaiden merkintäerän nieriöiden istutuskoko oli 26 cm ja 135 g. 40 cm:n pituuden kalat saavuttivat ennen 4-vuotiaiksi tuloaan ja 5-vuotiaina nieriät olivat keskimäärin 54 cm ja 1 350 g. Kolmen järvivuoden aikainen lisäkasvu oli siten 28 cm ja 1 200 g. Kalastustiedustelujen perusteella arvioituna nieriäsaalis koostui vuonna 1988 pelkästään 3-vuotiaista, keskipainoltaan yli 600 g:n kaloista. Vuoden 1989 tiedustelussa istukkaat olivat 4-vuotiaita keskipainoltaan 960 g ja vuonna 1990 4-5-vuotiaita keskimäärin 1 390 g:n kaloja (taulukko 20).

Vastaavasti vuoden 1992 kahden merkintäerän 2-vuotiaat nieriät olivat istutettaessa keskimäärin 24 cm ja 128 g, 3-vuotiaina 36 cm ja 380 g ja 5-vuotiaiksi tullessaan noin 55 cm ja 1 600 g. Kolmen järvivuoden aikainen lisäkasvu oli yli 30 cm ja noin 1 500 g. Vuoden 1993 tiedustelussa istukassaaliin arvioitiin koostuvan pääosin vuoden 1992 istutusten 3-vuotiaista. Saaliissa oli todennäköisesti myös aikaisempien istutusten yli

6-vuotiaita kaloja, mikä selittänee merkintöihin verrattuna yli kaksinkertaisen 900 g:n keskipainon.

Edellä esitetyn mukaan kalastustiedusteluista saatu nieriäistukkaiden kasvunopeus olisi suurempi kuin merkintöjen perusteella. Palautusten vähäisen määrän ja vaihtelevan mittaustarkkuuden, niin merkinnöissä kuin tiedusteluissa, vuoksi kasvuarvioita voidaan pitää kuitenkin vain suuntaa-antavina.

Luonnonkannasta peräisin olevien nieriöiden kasvua ei pystytty arvioimaan aineiston perusteella. Luonnonkannan nieriät olivat kuitenkin kalastustiedustelujen perusteella yleensä suurempia kuin istukkaat, keskipainojen vaihdellessa eri vuosina 1 050-1 250 g:n välillä. Suurimmillaan kokoero oli vuonna 1988, jolloin luonnonkannan yksilöiden keskipaino oli kaksinkertainen istukkaisiin verrattuna. Vuonna 1990 istukkaiden keskipaino oli kuitenkin suurempi kuin luonnonkannalla. Kyseisen vuoden istukas-saalis koostui tällöin pelkästään kookkaista 4-5-vuotiaista kaloista.

Seppovaaran (1969b) esittämä nieriöiden kasvunopeus Kuolimossa oli hitaampaa kuin tämän aineiston perusteella. Nieriät saavuttivat 30 cm:n pituuden nelivuotiaina, 40 cm:n pituuden noin viisivuotiaina ja 60 cm:n pituuden kahdeksanvuotiaina. Kuolimossa nieriän kasvu oli hitaampaa kuin Saimaan alueella (Seppovaara 1969b). Inarijärven nieriän kasvu oli hitaampaa kuin Kuolimossa. Kaksivuotiaat istukkaat saavuttivat Inarijärven merkintöjen perusteella 30 cm:n pituuden noin 4-vuotiaina ja 40 cm:n pituuden 5-vuotiaina (Ahonen 1992) tai vasta 6-kesäisinä (Toivonen 1966).

Taulukko 20. Vuoden 1987 merkintäerän ja vuosien 1988-1990 kalastustiedustelujen perusteella arvioitu eri-ikäisten nieriöiden keskipaino.

	2-vuotiaat		3-vuotiaat		4-vuotiaat		5-vuotiaat	
	g	n	g	n	g	n	g	n
Carlin	135	16	300	7	600	9	1350	3
Tiedustelut	ei tied.		625	210	960	153	1390 ^{*)}	177

^{*)} sisältää myös v. 1990 istutettuja 4-vuotiaita

5.3. Liikkumisalue ja vaellukset

Vuosina 1987 ja 1992 istutetuista kolmesta merkintäerästä saatujen palautusten perusteella nieriöiden liikkumisalue oli suppea. Saaduista 168 palautuksesta, joissa oli ilmoitettu tarkka pyyntipaikka, ainoastaan yksi tuli Kuolimon ulkopuolelta. Tämäkin saatiin välittömästi Kärnän- ja Partakosken Kuolimosta erottaman Ala-Saimaan alueelta, noin 15 km istutuspaikalta. Liikkuminen myös järven sisällä oli vähäistä ja vuoden 1992 kahden merkintäerän palautuksista 85 % saatiin Kuolimonsalmen jakaman järven siitä osasta, mihin kalat oli istutettu. Valtaosa kaloista saatiin välittömästi istutuspaikalta tai sen läheisyydestä 0-3 km:n päästä, ja enimmilläänkin kalat vaelsivat ainoastaan 8 km:n päähän istutuspaikasta.

Nieriän suppeasta liikkumisalueesta johtuen pystyttäisiin pienilläkin ajallisilla ja paikallisilla kalastusjärjestelyillä vähentämään alamittaisten kalojen määrää saaliissa. Merkkipalautusaineiston mukaan pelkästään alle 40 mm:n solmuvälin verkkokalastuksen välttäminen istutuspaikan lähialueella (yli 10 m:n syvänteissä kolmen kilometrin säteellä) kahden istutuksen jälkeisen kuukauden aikana vähentäisi alamittaisten määrää 12 % ja vastaavalla rajoituksella neljän ensimmäisen kuukauden aikana 17 % (taulukko 21). Toisaalta pelkkien silmäkorajoitusten ei ole havaittu soveltuvan nieriän kalastuksen säätelyyn, sillä pienetkin nieriät jäävät helposti hampaistaan harvasilmäisiin verkkoihin (Turunen 1996).

Inarijärven nieriöiden palautuksista suurin osa saatiin noin 20 km:n säteellä istutuspaikoista (Ahonen 1992). Muista lohikaloista harmaanieriä näyttää vaeltavan suppeahkolla alueella, kuten nieriäkin (Ahonen ym. 1991), kun taas järvilohen ja -taimenen liikkumisalueet ovat laajoja (Makkonen 1996, Makkonen ym. 1995, 1996).

Taulukko 21. Merkkipalautuksina verkoilla, uistimella ja pilkillä saatujen nieriöiden (n=134) saaliin jakautuminen alamittaisten ja mitantäyttävien kalojen kesken nykytilanteessa ja laskennallinen jakautuminen kahdella istutusvuonna tehtävällä kalastusjärjestelyllä.

		Saalis 134 kpl	
		alamittaiset %	mitantäyttävät %
Nykytilanne		<u>60</u>	<u>40</u>
Vaihtoehto 1	a)	52	48
	b)	57	43
	yhteisvaikutus	<u>48</u>	<u>52</u>
Vaihtoehto 2	a)	51	49
	b)	56	44
	yhteisvaikutus	<u>43</u>	<u>57</u>

Vaihtoehto 1, istutusalueella kielletään touko-heinäkuussa

a) muikkuverkkokalastus, b) 27-40 mm:n verkkokalastus

Vaihtoehto 2, istutusalueella kielletään touko-syyskuussa

a) muikkuverkkokalastus, b) 27-40 mm:n verkkokalastus

6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän aineiston perusteella Kuolimossa olevan nieriäkannan tilaa voidaan pitää erittäin heikkona, eikä sen elpymisestä ole juurikaan merkkejä. Etenkin luonnonkannan kalojen ja sen myötä luonnonlisääntymisen vähäinen määrä on huolestuttavaa. Kannan säilyttämiseksi tehdyt kalastusrajoitukset ja rauhoitusalueet eivät näytä pystyvän turvaamaan kannan säilymistä elinkykyisenä.

Edellä esiteltyjen tulosten mukaan nieriä on tehokkaan kalastuksen kohteena Kuolimossa. Suurin osa luonnonkannan kaloista kalastetaan liian nuorina ja istukkaista liian pian istutuksen jälkeen kalojen ehtimättä kasvaa ja saavuttaa sukukypsyyttä. Ongelma näyttäisi keskittyvän verkkopyyntiin ja siinä pääasiassa muikku- ja 27-40 mm:n solmuvälin verkkoihin. Tosin tiedustelujen ulkopuolelle jäi valtaosa pilkkijöistä ja osa uistelijoista. Nieriäkannan lievä nousu istutusten ansiosta 1980-luvun lopulla lisäsi varsinkin pilkkimistä. Saaliina oli tällöin saatu useita kymmeniä pieniä nieriöitä, ja mm. eräs pilkkijä ilmoitti saaneensa 32 nieriää yhdessä päivässä.

On mahdollista, että pilkintä yhdessä muiden kalastusmuotojen kanssa oli niin tehokasta, että nousussa oleva nieriäkanta kalastettiin sen ehtimättä kasvaa ja lisääntyä. Kalastuskuntien tekemät kalastusjärjestelyt nieriäkannan säilyttämiseksi eivät rajoittaneet pilkkimistä. Toisaalta ratkaisut rauhoitusalueiden perustamiseksi tulivat nieriää ajatellen liian myöhään, koska 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa nousussa oleva kanta ei näyttäisi viimeisten tiedustelujen mukaan tuottaneen poikasia juuri lainkaan. Alkuvuosien tiedusteluissa oli lukuisia mainintoja alamittaisista takaisin laskeutuista nieriöistä, mutta vuoden 1995 tiedustelussa tällaiset maininnat puuttuivat.

Tässä työssä ei tutkittu nieriän vertikaali- eli syvyysuuntaista liikkumista. Koekalastuksissa kaikki nieriät saatiin kuitenkin Kuolimon syvänteistä 22-30 m:n syvyydestä. Myös merkkipalautuksista suuri osa tuli syvänealueilta. Nieriän on useissa tutkimuksissa havaittu elävän ulappa-alueella ja runsaimpina pohjanläheisissä vesikerroksissa, etenkin, jos taimenta esiintyy samassa järvestä (Langeland ym. 1991, L'Abée-Lund ym. 1993, Langeland ja L'Abée-Lund 1996, Kolari ym. 1997 tämä nide).

Nieriäkannan säilyttäminen Kuolimossa vaatii nykyisin voimassaolevien kalastusrajoitusten ylläpitämistä ja niiden tarkentamista tai laajentamista niin ajallisesti kuin paikallisestikin. Verkkokalastuksen lisäksi tulee harkita uistelun ja pilkinnän rajoittamista, niiden ohjaamista pois nieriöiden oleskelualueilta tai jopa täydellistä rauhoitusta. Rajoitusten ja uusien rauhoitusalueiden määrittämiseksi tulee selvittää tarkemmin nieriöiden oleskelualueita etenkin järven eri vesikerroksissa eri vuodenaikoina. Kalastusta koskevilla rajoituksilla tulee seuraavina vuosina pyrkiä siihen, että nieriöitä ei kalastettaisi lainkaan ennen kannan elpymistä. Kantaa voidaan ja tulee vahvistaa harkituin istutuksin, ei kuitenkaan ennen kuin kalastuksen järjestelyin pystytään turvaamaan alamittaisten nieriöiden säilyminen sukukypsiksi.

Eri kalastustapojen rajoituksilla ja rauhoitusalueilla nieriäkannan pelastamiseksi on vaikutuksia muiden kalalajien saaliisiin ja kalastukseen yleensä. Tällä puolestaan vaikutetaan koko Kuolimon kalatuotantoon, lupamyyntituloihin ja ainakin välillisesti muihinkin vesistön käyttöön liittyviin toimintoihin. Vaikutuksia tulisikin arvioida sekä kalabiologisin että taloustieteellisin menetelmin, jotta Kuolimon nieriäkannan pelastamiseksi tehtävät toimenpiteet osattaisiin arvottaa ja tarvittaessa korvata mahdollisista rajoituksista kärsiville.

Kiitokset

Tämä raportti on osa Kuolimon nieriäkannan hoito-ohjelmaa, joka käynnistettiin FT Jorma Pirosen johdolla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Saimaan kalantutkimuksessa ja vesiviljelyssä v. 1995. Hanke kuuluu Kymen maaseutuelinkeinopiirin ja Euroopan maatalouden ohjaus- ja tukirahaston (EMOTR) tavoiteohjelmaan 5b. Tekijät lausuvat parhaat kiitoksensa hankkeen rahoittajille, Kuolimon kalastusalueen ja kalastuskuntien toimihenkilöille sekä Kuolimon kalastajille tiedoista sekä avusta hankkeen eri vaiheissa.

Tekijät kiittävät lisäksi tutkimusmestareita Esa Hirvonen ja Asko Sikanen osallistumisesta mädinhankintapyynteihin ja koekalastuksiin. Kiitokset myös graafikko Pasi Jalaselle raportissa olevan Kuolimon kartan tekemisestä.

Kirjallisuus

- Ahonen, M. 1992. Inarijärveen vuosina 1965-1986 tehtyjen nieriän Carlin-merkkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 43, 38 s.
- Ahonen, M., Jääskö, O., Heinimaa, P., Pasanen, P. & Simola, O. 1991. Inarijärveen vuosina 1972-1985 tehtyjen harmaanieriän Carlin-merkkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 38, 53 s.
- Auvinen, H., Toivonen, J., Heikkinen, T. & Manninen, K. 1983. Kalastus Vuoksen vesistön eteläosissa vuonna 1979. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 7, 16 s.
- Friman, T., Kolari, I. & Toivonen, J. 1997. Merkitseekö menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 124, 24 s.
- Gönczi, A., Henricson, J. & Sjöberg, G. 1986. Fiskevård i älvmagasin. Sötvattenslaboratoriet. Slutrapport från FÅK, del 1, 115 p.
- Hildén, M., Lehtonen, H., Ikonen, E. & Salojärvi, K. 1985. Tutkimusmenetelmät kalataloudellisessa velvoitetarkkailussa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 33, s. 1-187
- Isaksson, A. & Bergman, P.K. 1978. An evaluation of two tagging methods and survival rates of different age and treatment groups of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. J. Agr. Res. Icel. 10 (2), p. 74-99.
- Kolari, I., Auvinen, H., Hirvonen, E., Turunen, T., Heikkinen, T. & Sikanen, A. 1997. Nieriän ja taimenen oleskelualueet Puruvedessä. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Koli, L. 1990. Suomen kalat. WSOY, Porvoo. 357 s.
- L'Abée-Lund, J.H., Langeland, A., Jonsson, B. & Ugedal, O. 1993. Spatial segregation by age and size in Arctic charr: a trade-off between feeding possibility and risk of predation. Journal of Animal Ecology 62, p. 160-168.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. Journal of Animal Ecology 60, p. 695-912.
- Langeland, A. & L'Abée-Lund, J.H. 1996. Habitat use, size and age structure in sympatric brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) stocks: resistance of populations to change following harvest. Ecology of Freshwater Fish 5, p. 49-58.
- Leinonen, K. 1989. Vastaamattomuuden vaikutus kalastuskyselyjen luotettavuuteen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 95, 78 s. + 3 liitettä.
- Makkonen, J. 1996. Järvilohi ja järvitaimen Vuoksen vesistön istutuksissa. Teoksessa: Makkonen, J. & Pursiainen, M. (toim.). Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 110, s. 81-87.

- Makkonen, J., Toivonen, J., Piironen, J., Pursiainen, M. & Mäkinen, K. 1995. Järvi-
lohen (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) säilyttäminen ja kalastus Vuoksen vesistöissä
Carlin-merkkintöjen perusteella. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuk-
sia - Fiskundersökningar 88, 65 s. + liite.
- Makkonen, J., Piironen, J., Pursiainen, M., Toivonen, J. & Kolari, I. 1996. Pyyntitavat
heikentävät järvitaimenen istutustulosta - Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979-1992
tehtyjen Carlin-merkkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatut-
kimuksia - Fiskundersökningar 108, 105 s. + liite.
- Naarminen, M. 1985. Lohi- ja taimenmerkkintöjen yhteydessä tapahtuvasta kalojen kä-
sittelystä, kuljetuksesta ja istutuksesta. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalan-
tutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 42, s. 29-62.
- Niva, T. & Juntunen, K. 1993a. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kitkajoen Jyrä-
vän yläpuolisella joki- ja järvi-alueella vuosina 1986-1990 Carlin- ja kuonomerkintä-
menetelmillä arvioituna. Suomen Kalatalous 59, s. 85-101.
- Niva, T. & Juntunen, K. 1993b. Vertaileva tutkimus Kitkajärviltä ja -joelta: Carlin- ja
kuonomerkintämenetelmä järvitaimenistutusten tuloksellisuuden mittarina. Suomen
Kalastuslehti 100 (1), s. 21-22.
- Seppovaara, O. 1969a. Nieriä (*Salvelinus alpinus* L.) ja sen kalataloudellinen merki-
tys Suomessa. Suomen Kalatalous 37, 75 s.
- Seppovaara, O. 1969b. Ison-Saimaan kalat ja kalastus. Suomen Kalatalous 38, 84 s.
- Sormunen, T., Kumm, P., Naarminen, M. & Jääskeläinen, T. 1976. Yhdistelmä ka-
lataloussäätiön suorittamien kalamerkkintöjen merkkipalautusten yhteydessä saaduista
saalistiedoista. Kalataloussäätiön monistettuja julkaisuja 55, 18 s. + 504 liitettä.
- Toivonen, J. 1966. Lausunto vedensäännöstelyn vaikutuksesta Inarijärven kalakantoi-
hin ja kalastukseen. Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Mo-
niste, 73 s.
- Toivonen, J., Kokko, U., Auvinen, S. & Auvinen, H. 1991. Tulokset merkittyjen jär-
vitaimenpoikasten istutuksista Suomessa vuosina 1970-1979. Riista- ja kalatalou-
den tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 15, 31 s. + 7 liitettä.
- Turunen, T. 1996. Kalastus istutuksia vai istutus kalastuksia varten? Teoksessa: Mak-
konen, J. & Pursiainen, M. (toim.). Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi.
Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 110, s. 91-98.
- Valkeajärvi, P. 1993a. Carlin-merkkien palauttamattomuudesta johtuva virhe ja sen
korjaaminen. Suomen Kalastuslehti 100 (1), s. 18-20.
- Valkeajärvi, P. 1993b. Taimenistutusten tuloksellisuus sekä istukkaiden vaellukset ja
kasvu Rautalammin reitillä. Suomen Kalatalous 59, s. 57-71.
- Vehanen, T. 1994. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Pohjois-Suomessa. Riista- ja
kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 77, 33 s. + 2 lii-
tettä.
- Wetherall, J.A. 1982. Analysis of double-tagging experiments. Fish Bulletin 80, p.
687-701.

Saimaan nieriän emokalasto ja istutukset

Jarmo Makkonen, Jorma Piironen ja Markku Pursiainen

Sisällys

1. JOHDANTO.....	47
2. EMOKALASTOJEN PERUSTAMINEN	48
3. EMOKALASTO JA MÄDINTUOTANTO	49
3.1. Mädituotannon ja emokalamäärän kehitys	49
3.2. Emokalojen koko	51
3.3. Vuosiluokittainen mädituotanto	52
4. ISTUTUKSET	54
KIRJALLISUUS.....	56

1. Johdanto

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely (aik. Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos) toimii Enonkoskella. Toimialue kattaa Vuoksen vesistöalueen ja siihen rajoittuvat itään laskevat vesistöt. Laitos ylläpitää toimialueensa viljeltävien arvokkaiden kalojen monimuotoisuutta sekä tuottaa vesiviljelyä ja istutuksia varten uhanalaisten kalalajien ja -kantojen sekä taloudellisesti arvokkaiden kalojen mätiiä ja poikasia kalataloudellisten tavoitteiden ja tarpeiden mukaan.

Uhanalaisen Saimaan nieriän osalta Saimaan vesiviljelyn tehtävänä on lajin monimuotoisuuden säilyttäminen viljelytoimenpitein, mädin ja poikasten tuotanto lajin säilyttämiseksi maamme eläimistössä, valtion sopimuskasvatustoiminnan hoitaminen, tautivapaan ja perinnöllisiltä ominaisuuksilta laadukkaan mädin ja pienpoikasten toimittaminen jatkokasvatukseen sekä istutuspoikasten kasvatus tutkimustoimintaa ja kantojen säilytystutuksia varten.

Raportissa tarkastellaan Saimaan vesiviljelyn Kuolimon kannan Saimaan nieriän emokalastojen perustamiseen liittyviä asioita sekä emokalastoissa ja mädintuotannossa tapahtuneita muutoksia vuosina 1989-1996. Tiedot on koottu laitoksella lypsyjen yhteydessä tehdyistä emokala- ja mätimittauksista sekä -tiedoista.

Toisaalta raportissa tarkastellaan Vuoksen vesistöalueen tehtyjä Saimaan nieriäistutuksia ja niissä tapahtuneita määrällisiä, ikään ja tarkoituksiin liittyviä muutoksia vuosina 1986-1996. Ennen vuotta 1986 tehdyt istutukset on myös raportoitu. Aineisto koostuu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen, valtion sopimuskasvatuksen ja muiden tahojen tekemistä Saimaan nieriäistutuksista.

2. Emokalastojen perustaminen

Saimaan nieriä otettiin ensimmäisen kerran laitosviljelyyn Laukaan keskuskalanviljelylaitokselle (nyk. Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely) vuonna 1972, jolloin emokalanpyynnistä Yöveden Lehtisenselältä pyydytyistä nieriöistä saatiin noin 3 200 mätimunaa. Vuonna 1974 emokalanpyyntiä suoritettiin samoilla alueilla ja tämä tuotti noin litran verran mätiiä (n. 7 000 mätimunaa). 1970-luvun lopulla näistä kaloista perustettiin toisen sukupolven emokalastoja. Saimaan nieriän viljely lopetettiin Laukaassa vuonna 1982, jolloin kaikki elossa olevat kalat istutettiin Päijänteeseen (Piironen 1990).

Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos aloitti Saimaan nieriän mädinhankinnan ja emokalanpyynnit Kuolimossa ja Ruokovedessä syksyllä 1983. Saaliiksi saatiin noin 20 nieriää, joista vain neljä oli sukukypsiä. Näistä kaksi oli naaraita, mutta mätiiä ei saatu hedelmöityksi, sillä koiraat saatiin paljon ennen naaraita eikä niiltä saatu enää sumputuksen jälkeen maitia. Seuraavana syksynä mädinhankintapyyntiä tehostettiin samoilla alueilla. Pyynnissä oli jatkuvasti 6 henkilöä, joilla oli käytössä 50 tutkimuslaitoksen verkkoa (solmuväli 55-75 mm) sekä paikallisten kalastajien omia verkkoja. Tehopyynnin ansiosta Kuolimosta saatiin 11 noin 2-6 kg painavaa nieriää, joista 10 oli naaraita. Mätiiä saatiin lypsetyksi 8 naaraalta yhteensä noin 20 000 mätimunaa. Mädin hedelmöitykseen käytettiin Kuolimosta saadun koiraan lisäksi Enonkoskelle edellisenä vuonna siirrettyä koirasta. Haudonnan aikana yhden naaraan mätii tuhoutui. Syksyn 1985 pyynneissä mätiiä saatiin ainoastaan yhdestä Kuolimon naaraasta (n. 4,3 kg) noin 1,3 litraa (n. 5 850 mätimunaa). Se hedelmöitettiin Ruokovedestä saadun koiraan (n. 4 kg) maidilla. Vuoden 1986 mädinhankintapyynneissä edellisvuonna saatu naaras tarttui verkkoon lähes samassa paikassa. Muita sukukypsiä kaloja ei saatu, joten mätii hedelmöitettiin vuonna 1983 pakastetulla maidilla. Hedelmöitystulos oli vaatimaton, sillä vain noin 10 % mädistä kehittyi silmäpisteasteelle (Piironen 1990, ks. myös Makkonen ja Nurmio 1997 tämä nide).

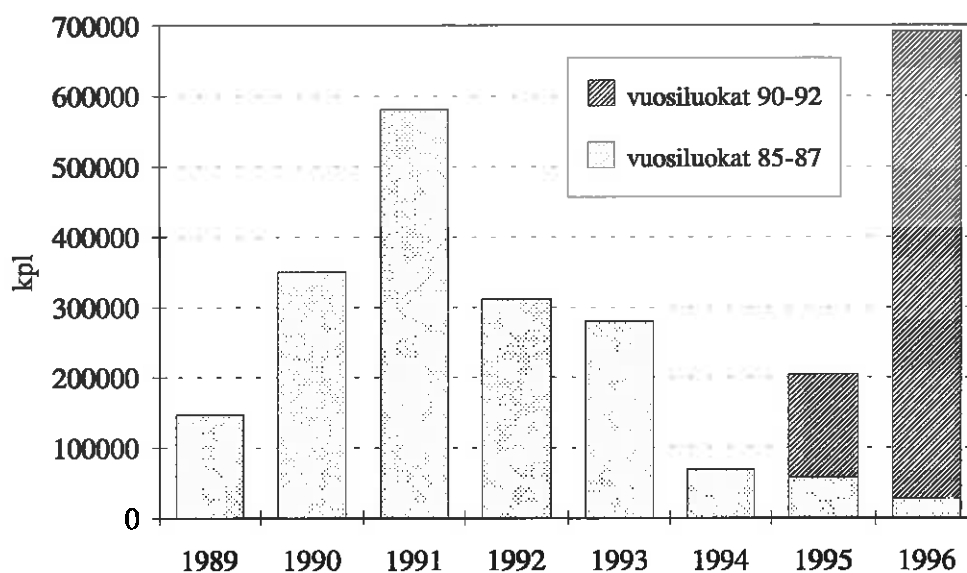
Pyyntiä jatkettiin tästä eteenpäin aina vuoteen 1994 asti. Jokasyksyisestä pyynnistä huolimatta luonnonkannan nieriöiden kokonaismäärä näinä 12 vuotena oli ainoastaan 85 kappaletta, joista emokalaston perustaksi käytettäviä sukukypsiä kaloja oli runsaat 30 yksilöä, niistäkin viimeinen saatiin vuonna 1993. Näistä saatiin kaikkiaan noin 57 000 mätimunaa (ks. Makkonen ja Nurmio 1997 tämä nide). Emokalanpyynneistä saaduista luonnonmädeistä on perustettu Saimaan vesiviljelyyn nieriän emokalastot seitsemänä vuonna vuodesta 1984 lähtien (vuosiluokat 1985-1987 ja 1991-1994). Näiden lisäksi laitokselle on perustettu toista sukupolvea olevia emokalastoja, joista ensimmäinen on vuosiluokan 1990 emoparvi.

Emokalanpyyntien tueksi järjestettiin Kuolimolla neljänä keväänä 1990-luvulla yhteistyössä paikallisten kalastajien kanssa pyyntikokeiluja uistelemalla. Tarkoituksena oli siirtää Kuolimon nuoria nieriöitä talteen kalastukselta rauhoitettuun lampeen, josta mätiiä voitaisiin saada vuosittain laitoksen emokalastojen perustaksi. Pyynti onnistui vuosina 1990-1991 hyvin nieriöiden kokonaismäärän ollessa 70 kappaletta. Vuosina 1995-1996 uistelijoiden määrä ja uisteluaika oli suurempi kuin aiemmin, mutta saaliiksi saatiin ainoastaan yksi luonnossa syntynyt nieriä. Emokalalampi ei myöskään ole tuottanut toivottua tulosta, sillä mädin saanto on ollut toistaiseksi vähäistä (ks. Makkonen ja Nurmio 1997 tämä nide).

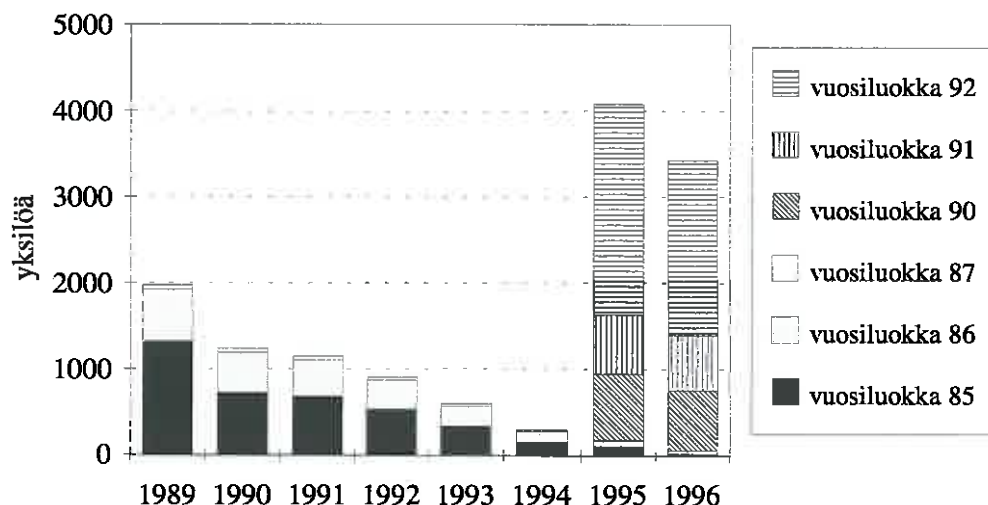
3. Emokalasto ja mädintuotanto

3.1. Mädintuotannon ja emokalamäärän kehitys

Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn Saimaan nieriän emokaloista saatiin mätää ensimmäisen kerran vuonna 1989 noin 150 000 kappaletta. Mäti oli peräisin vuosina 1984 ja 1985 Kuolimosta saatujen luonnonkannan naaraiden mädistä perustetuista emokalastoista. Laitoksen mädintuotanto perustuikin aina vuoteen 1995 asti lähes kokonaan näihin kahteen vuosiluokkaan. Suurimmillaan mädintuotanto oli vuonna 1991 lähes 600 000 vastalypsettyä mätimunaa, jolloin kyseisten vuosiluokkien emoparvet olivat parhaassa lisääntymisiässä ja niiden yksilömäärät suuria. Vuoden 1987 vuosiluokan luonnonkannan naaraat tuottivat mätää ensimmäisen kerran vuonna 1992. Tämän vuosiluokan kalojen määrä oli alusta alkaen hyvin pieni (v. 1992 36 yksilöä) ja sen merkitys mädintuotannossa jäi vähäiseksi. Vuosien 1988 ja 1989 vuosiluokkien puuttuminen vaikutti siihen, että mätituotanto pieneni vuoden 1991 huipun jälkeen nopeasti. Pohjalukema mädintuotannossa saavutettiin vuonna 1994, jolloin vastalypsetyn mädin määrä jäi noin 70 000 kappaleeseen. Tällöin vuosiluokkien 1985-1987 emokaloja oli jäljellä enää alle 300 yksilöä. Vuonna 1995 mädintuotanto nousi osan vuosina 1990-1992 syntyneistä kaloista tullessa sukukypsiksi ja tähänastinen mädintuotannon huippu saavutettiin seuraavana vuonna (kuvat 1 ja 2).



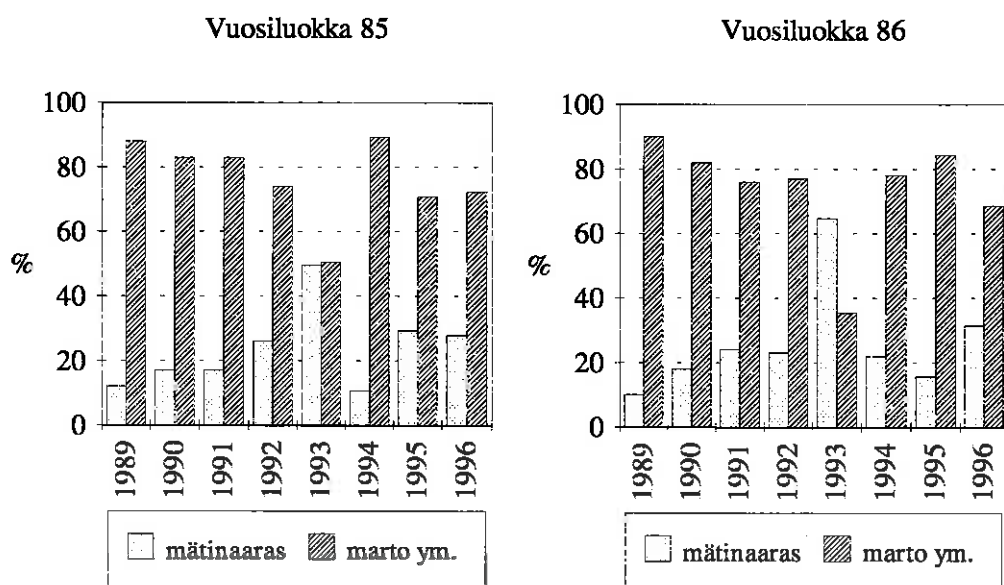
Kuva 1. Nieriän vastalypsetty mätimäärä vuosina 1989-1996.



Kuva 2. Nieriän emokalojen määrät eri vuosiluokissa vuosina 1989-1996.

Lypsyn yhteydessä mitattiin kunakin vuonna osalta nieriäemoista pituudet ja painot sekä naarailta mätimäärät. Vuosina 1989-1992 mitattujen kalojen osuudet emoparvien kokonaismäärästä vaihtelivat vuosiluokissa 1985-1986 11-33 %:n välillä. Mitattujen yksilöiden perusteella arvioituna näiden vuosiluokkien naaraista tuotti mätiä vuonna 1989 noin 10 % ja seuraavina vuosina 17-26 %. Loput naaraista olivat joko martoja tai alkuvuosina pääasiassa ei-sukukypsiä kaloja (kuva 3).

Vuodesta 1993 lähtien kyseisten vuosiluokkien emoparvista mitattiin 46-100 % yksilöistä. Kaikki yksilöt käytiin kuitenkin läpi joka vuosi. Vuoden 1993 syksyllä (24.-25.11.) merkittiin lisäksi vuosiluokasta 1985 koiraita, naaraita ja martoja nieriöitä kutakin 50 yksilöä yksilöllisellä merkillä (Euro ID) ja vuosiluokasta 1986 vastaavasti 48 koirasta, 41 naarasta ja 38 martoja kalaa. Näiden perusteella mätiä tuotti vuonna 1993 vuosiluokan 1985 naaraista noin puolet ja vuosiluokan 1986 naaraista vajaa kaksi kolmasosaa. Vuosina 1994-1996 martojen osuudet kasvoivat ja mätiä tuotti enimmilläänkin vajaa kolmasosa naaraista (kuva 3).



Kuva 3. Nieriän vuosiluokkien 1985 ja 1986 mätiä tuottaneiden naaraiden ja martojen (sis. ei-sukukypsät) osuudet vuosina 1989-1996.

Vuonna 1993 merkityiltä nieriöiltä tarkistettiin merkinnän yhteydessä niiden silmät ja niissä mahdollisesti esiintyvät vauriot. Vuosiluokan 1985 ja 1986 nieriöistä ainoastaan alle 10 % oli täysin terveysilmäisiä. Toisessa silmässä esiintyi vaurioita vanhemman vuosiluokan kaloista noin 40 %:lla ja nuoremman vuosiluokan kaloista vajaalla 30 %:lla. Kummankin vuosiluokan nieriöistä yli puolella oli molemmissa silmissä vaurioita (taulukko 1). Silmävauriot vaihtelivat lievestä samentumista aina mykiön puuttumiseen. Vaurion aiheuttajaa ei selvitetty tarkemmin, mutta samentumat olivat ilmeisesti *Diplostomum* sp.-imudon aiheuttamaa loiskaihia tai nieriöillä yleisesti todettua harmaakaihia (vrt. Pylkkö ym. 1996).

Taulukko 1. Terveysilmäisten ja silmävaurioisten (toinen tai molemmat silmät) nieriöiden määrät vuosiluokkien 1985 ja 1986 emokaloissa vuoden 1993 syksyllä.

	Koiras		Naaras		Marto		Yhteensä	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
VUOSILUOKKA 85								
terveysilmäisiä	7	14,0	3	6,0	3	6,0	13	8,7
toinen vaurioitunut	24	48,0	17	34,0	20	40,0	61	40,7
mol. vaurioituneet	19	38,0	30	60,0	27	54,0	76	50,6
VUOSILUOKKA 86								
terveysilmäisiä	3	6,3	4	9,8	5	13,2	12	9,5
toinen vaurioitunut	13	27,1	10	24,4	13	34,2	36	28,3
mol. vaurioituneet	32	66,6	27	65,8	20	52,6	79	62,2

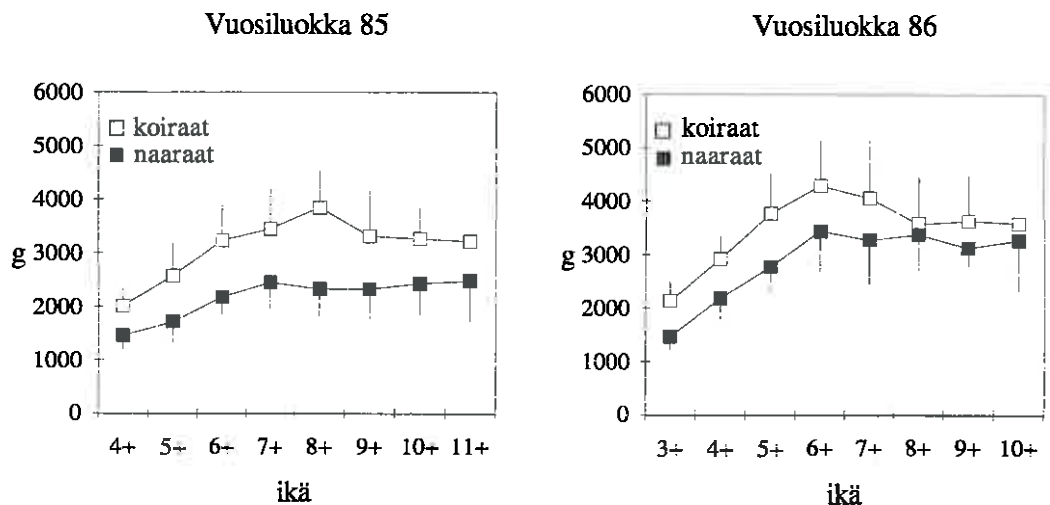
3.2. Emokalojen koko

Lypsyn yhteydessä mitattujen yksilöiden perusteella vuonna 1989 sukukypsiksi 5-kesäisinä tullessaan vuosiluokan 1985 koiraat (n=77) olivat keskimäärin 2 010 g:n (sd=315) ja naaraat (n=82) 1 455 g:n (sd=258) painoisia. Koiraiden koko kasvoi aina kahdeksaan ikävuoteen asti. Tämän jälkeen keskipaino on alentunut, mikä johtuu pääasiassa koiraiden määrän vähentämisestä. Naaraiden koko kasvoi seitsemänteen ikävuoteen asti, jonka jälkeen keskipaino on pysynyt lähes samana (kuva 4).

Vuosiluokan 1986 4-kesäiset koiraat (n=30) olivat vuonna 1989 sukukypsiksi tullessaan keskimäärin 2 130 g:n (sd=367) ja naaraat (n=31) 1 461 g:n (sd=233) painoisia. Molempien sukupuolten koko kasvoi kuudenteen ikävuoteen asti. Tämän jälkeen koiraiden keskipaino on alentunut ja naaraiden pysynyt lähes samana (kuva 4).

Vuosiluokan 1987 naaraat tulivat sukukypsiksi vasta 6-kesäisiä vuonna 1992. Naaraiden (n=3) koko oli tällöin selvästi suurempi kuin kahden vanhemman vuosiluokan eli keskipaino 2 479 g (sd=248). Tässä vuosiluokassa ei ollut enää koiraita kyseisenä vuonna.

Ensimmäiset vuosiluokan 1990 nieriät tulivat sukukypsiksi 6-kesäisinä vuonna 1995. Naaraiden (n=30) keskipaino oli tällöin 1 525 g (sd=284). Samana vuonna myös osa vuosiluokkien 1991 ja 1992 yksilöistä saavutti sukukypsyyden 4-5-kesäisinä. Naaraiden keskipaino oli tällöin vuosiluokassa 1991 (n=34) 1 490 g (sd=355) ja vuosiluokassa 1992 (n=6) 1 082 g (sd=182). Koiraiden keskipainot olivat vastaavasti vuosiluokassa 1991 (n=49) 2 190 g (sd=363) ja vuosiluokassa 1992 (n=34) 1 333 g (sd=337).

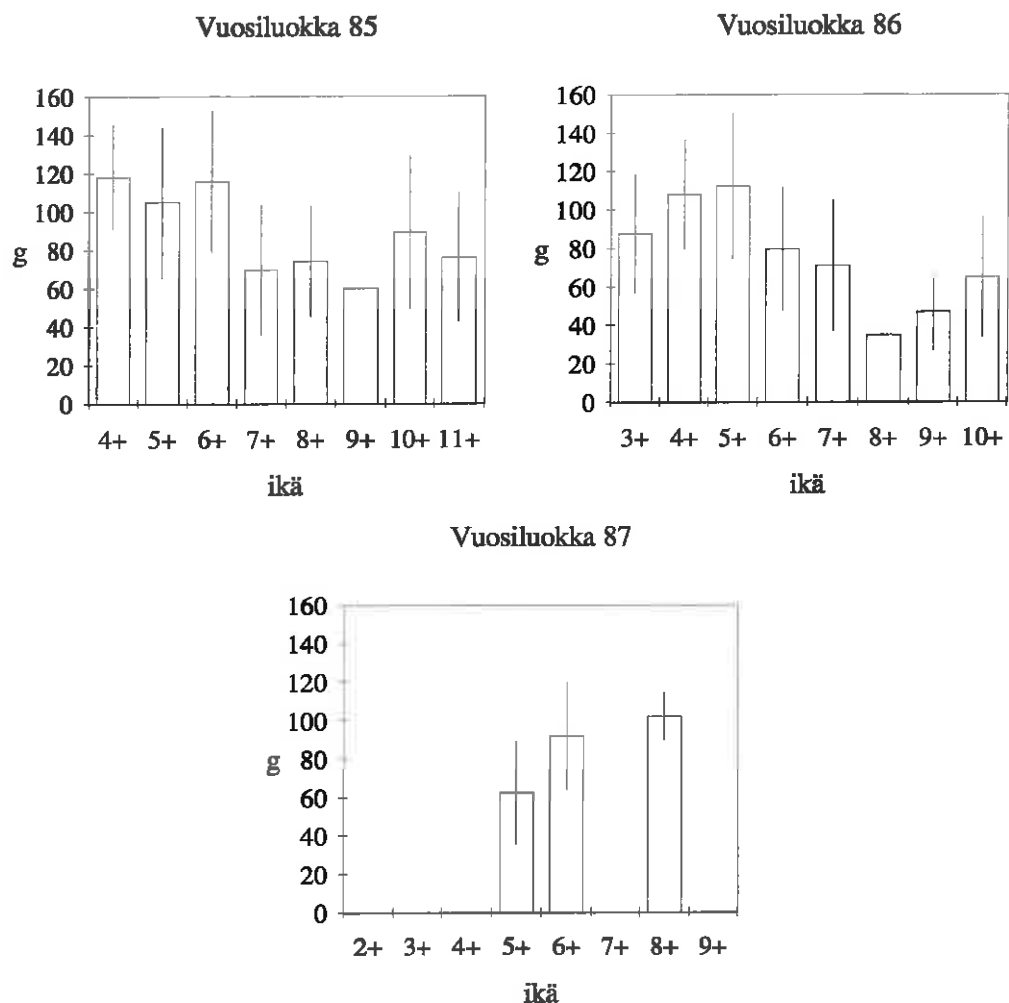


Kuva 4. Eri vuosiluokkien nieriäemojen keskipaino (g±sd) lypsyhetkellä.

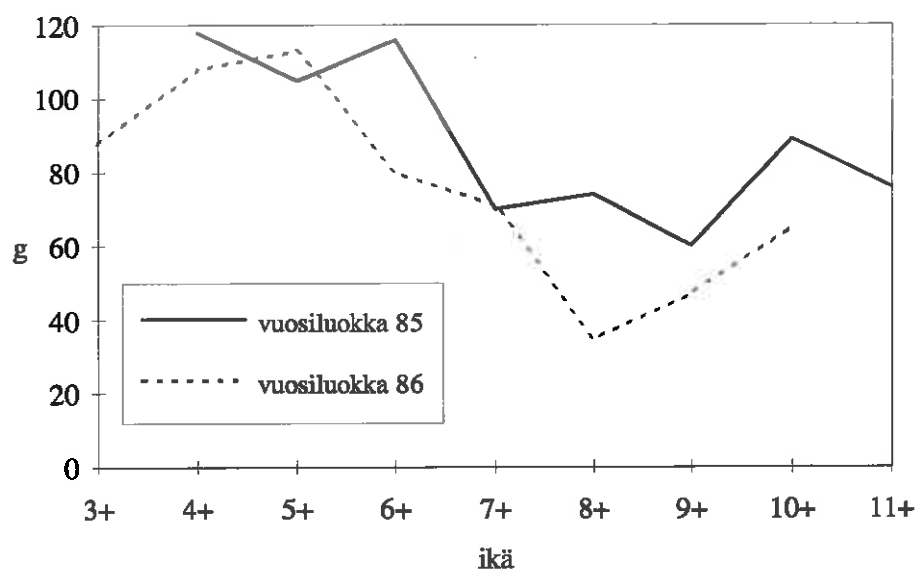
3.3. Vuosisluokittainen mädintuotanto

Lypsyn yhteydessä mitattujen yksilöiden perusteella nieriänaaraat tuottivat mätää eri vuosina keskimäärin 153-253 g vuosiluokassa 1985, 119-312 g vuosiluokassa 1986 ja 152-388 g vuosiluokassa 1987. Mätituotto oli suurimmillaan kahdessa vanhimmassa vuosiluokassa 6-7-kesäisinä vuonna 1991 ja vuosiluokassa 1987 9-kesäisinä vuonna 1995. Mädintuotannossa oli suurta vaihtelua yksilöiden, vuosiluokkien ja vuosien välillä. Vuonna 1990 ja 1991 syntyneet naaraat tuottivat mätää vuosina 1995-1996 keskimäärin 214-233 g. Vuosisluokassa 1992 naaraiden mätituotto oli selvästi vähäisempää, keskimääräisen tuoton ollessa vuonna 1995 121 g ja vuonna 1996 93 g.

Keskimääräinen mätituotto suhteutettuna naaraan painoon (naaraskiloa kohti) vaihteli eri vuosina ja eri vuosiluokissa 35-116 g:n välillä. Naaraskiloa kohti laskettu mätituotto oli suurimmillaan vuosiluokkien 1985 ja 1986 naarailla 5- tai 6-kesäisinä, mutta vuosiluokassa 1987 vasta 9-kesäisinä (kuva 5). Vuosisluokissa 1990 ja 1991 keskimääräinen mätituotto naaraskiloa kohti oli vuonna 1995 noin 130 g ja vuonna 1996 noin 115 g. Vuosisluokassa 1992 vastaavat tuotot olivat 100 g ja 69 g. Kuvassa 6 on lisäksi vertailtu vuosiluokkien 1985 ja 1986 keskimääräistä naaraskiloa kohti laskettua mädintuotantoa samanikäisten kalojen osalta.



Kuva 5. Eri vuosiluokkien eri ikäisten nieriänaaraiden tuottama keskimääräinen mätimäärä naaraskiloa (g/kg±sd) kohti.



Kuva 6. Eri vuosiluokkien eri-ikäisten nieriänaaraiden tuottama keskimääräinen mätimäärä (g) naaraskiloa kohti.

4. Istutukset

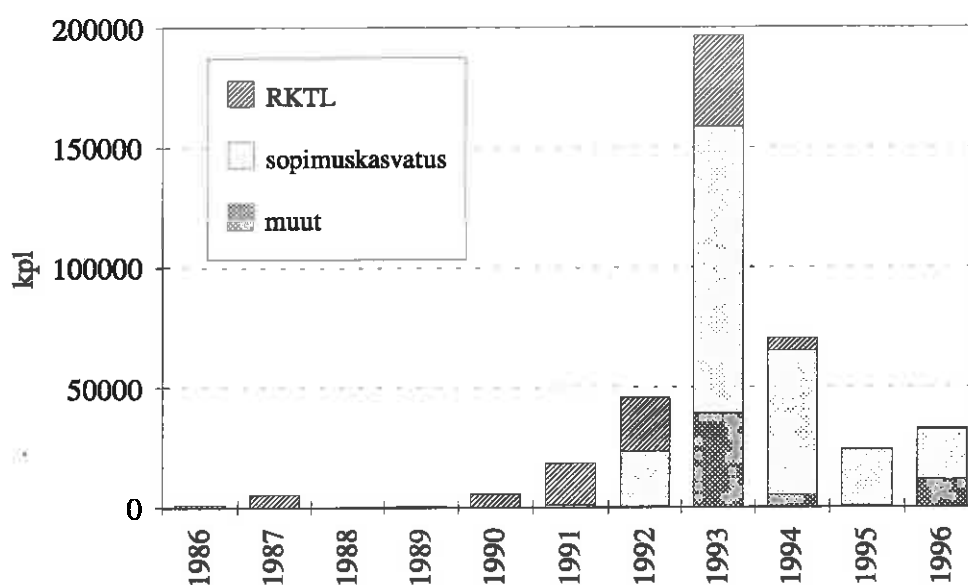
Vuoksen vesistöalueelle istutettiin Saimaan nieriöitä ensimmäisen kerran vuonna 1974. Istukkaat olivat Laukaan keskuskalanviljelylaitoksen (nyk. Laukaan kalantutkimus ja vesiviljely) vuoden 1972 emokalapyynnestä saatujen emokalojen mädistä peräisin olevia 2-vuotiaita. Istutusmäärä oli 500 kappaletta ja se tehtiin emokalojen pyyntipaikalle Yöveteen Etelä-Saimaalle. Seuraava Saimaan nieriäistutus tehtiin vuonna 1986. Tällöin Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos istutti vuonna 1985 luonnonmädistä perustamansa emoparven 1-vuotiaita kaloja Kuolimoon. Vuoteen 1991 asti nieriäistutukset perustuivat kokonaan vuosiluokkien 1985 ja 1986 emoparvien kaloilla tai niiden jälkeläisillä tehtyihin istutuksiin.

Vuodesta 1991 lähtien istutusten määrät alkoivat nousta ja huippu saavutettiin vuonna 1993, jolloin istutettiin lähes 200 000 nieriää, joista valtaosa 1-vuotiaina. Kyseisen vuoden istutusmäärä oli noin puolet kaikista tehdyistä istutuksista. Istutusmäärän kasvu 1990-luvun alussa johtui Saimaan vesiviljelyn nieriäemokalastojen mädintuotannon noususta. Keskeinen merkitys oli nieriän ottamisella mukaan ns. valtion sopimuskasvatustoimintaan vuonna 1990. Istutusten määrät vähenivät selvästi vuoden 1993 jälkeen. Syynä tähän oli ennen kaikkea vuonna 1994 nieriän mädintuotannon romahdaminen sekä myös 1-vuotiaiden istukkaiden käytön väheneminen (kuva 7 ja taulukko 2).

Vuosina 1986-1996 istutettiin Vuoksen vesistöalueelle kaikkiaan lähes 400 000 Saimaan nieriää. Istukkaiden iät vaihtelivat kevätistutusten osalta 1-vuotiaista aina 9-vuotiaisiin sekä viivästetyn istutuksen osalta 1-kesäisistä 3-kesäisiin. Yli puolet istukkaista oli 1-vuotiaita, joskin viime vuosina istutuksia on tehty pääasiassa 2-vuotiailla kaloilla (taulukko 2).

Saimaan nieriäistutuksia on tehty pääasiassa valtion rahoittamina ja Saimaan vesiviljelyssä tuotetusta mädistä peräisin olevilla kaloilla. Istutuksista noin neljäsosa tehtiin RKTL:n kalanviljelylaitoksilla (pääasiassa Enonkoski) kasvatetuilla nieriöillä. Sopimuskasvatustoiminnan osuus on muodostunut keskeisimmäksi osaksi nieriän istutustoimintaa sen alkamisesta lähtien ja sillä on tuotettu lähes kaksi-kolmasosaa kaikista istukkaista. Muiden toimesta, mm. kalastuskunnat ja -alueet sekä Metsähallitus, tehtyjen istutusten määrät ovat olleet vähäisiä (kuva 7).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tekemät Saimaan nieriäistutukset ovat liittyneet pääasiassa tutkimustoimintaan sekä kotiutusistutuksiin lajin luontaisille esiintymisalueille mm. Kuolimoon. Sopimuskasvatustoiminnan ensisijainen tavoite on ollut turvata uhanalaisen nieriän säilymistä hakemalla alueita, missä mädinhankinta ja luonnonlisääntyminen voisivat olla mahdollisia. Istutuksia on tehty etenkin Vuoksen vesistöalueen suuriin, syviin ja puhtaisiin järviin, kuten mm. Pieliseen, Puruveteen, Höytiäiseen ja Luontertiin, mutta myös eräisiin pienempiin järviin, joissa kalastuksen säättely suosii nieriää.



Kuva 7. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen, sopimuskasvatuksella tuotettujen ja muiden tekemät Saimaan nieriäistutukset Vuoksen vesistö-alueelle vuosina 1986-1996.

Taulukko 2. Eri ikäisten Saimaan nieriöiden istutusmäärät (kpl) Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1986-1996. Yli 2-vuotiaat sisältävät 3-kesäisiä ja 3-5- ja 9-vuotiaita kaloja.

	1-kes.	1-v.	2-kes.	2-v.	yli 2-v.	Yht.	%
1986	-	1 000	-	-	-	1 000	0,3
1987	-	-	-	5 150	-	5 150	1,3
1988	-	-	-	-	-	0	0,0
1989	-	-	-	-	500	500	0,1
1990	-	-	4 939	-	569	5 508	1,4
1991	8 147	5 339	4 749	-	-	18 235	4,6
1992	6 871	18 656	11 745	8 475	-	45 747	11,4
1993	5 090	146 256	10 487	34 307	395	196 535	49,2
1994	-	41 508	5 000	23 759	78	70 345	17,6
1995	-	2 475	-	20 874	600	23 949	6,0
1996	-	8 000	-	24 236	501	32 737	8,2
Yht.	20 108	223 234	36 920	116 801	2 643	399 706	100,0
%	5,0	55,8	9,2	29,2	0,7	100,0	

Kirjallisuus

Makkonen, J. & Nurmio, T. 1997. Kuolimon nieriän kalastus ja nykytila. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).

Piironen, J. 1990. Saimaan järvilohen ja nieriän viljely ja hoito. Suomen Kalatalous 56, s. 66-73.

Pyllkö, P., Pohjanvirta, T. & Pursiainen, M. 1996. Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmä-samentumat. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 109, 21 s.

Valojakson vaikutus nieriän kutusykliin ja mädin ominaisuuksiin

Jarmo Makkonen¹, Jorma Piironen¹ ja Leena Forsman²

¹Riistan- ja kalantutkimus, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely
Laasalantie 9, 58175 ENONKOSKI

²Riistan- ja kalantutkimus, Elinkeinokalatalouden tutkimus
PL 6, 00721 HELSINKI

Sisällys

1. JOHDANTO.....	59
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	60
2.1. Koejärjestelyt.....	60
2.2. Näytteenotot ja analyysit	62
3. TULOKSET	63
3.1. Nieriöiden koko, kasvu ja kuolleisuus kokeen aikana.....	63
3.1.1. Koko ja kasvu	63
3.1.2. Kuolleisuus	63
3.2. Valojakson vaikutus kutusykliin	64
3.2.1. Plasman kokonaiskalsium ja vitellogeniini	64
3.3. Valojakson vaikutus mädintuottoon	67
3.3.1. Lypsyn ajoittuminen	67
3.3.2. Mätimäärä.....	67
3.3.3. Mätimunien koko.....	68
4. TULOSTEN TARKASTELU	70
4.1. Nieriöiden koko ja kasvu	70
4.2. Valojakson vaikutus kutusykliin	70
4.3. Valojakson vaikutus mätimääriin ja mätimunien kokoon	71
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	73
KIRJALLISUUS.....	74

1. Johdanto

Kaloilla monet ulkoiset tekijät, kuten pitenevä päivä, lämpötila ja ravitsemus, vaikuttavat kasvun ohella myös sukurauhasten kypsymiseen ja lisääntymiseen. Kalan sisäiseen kuturytmiin voidaan vaikuttaa muuttamalla valorytmiä ja/tai lämpötilaa. Lämpötilamuutoksilla on mm. kirjolohen kutua voitu aikaistaa 3-4 viikkoa, mutta valojaksoa säätämällä joko aikaistaa tai viivastaa jopa useita kuukausia (Elliot ym. 1984, Davies ja Bromage 1991, Bromage ja Cumaranatunga 1988).

Pitenevä päivä aiheuttaa kalassa monivaiheisia hormonaalisia muutoksia. Väliaivojen pohjasta (hypothalamus) erittyvät vapauttajahormonit aikaansaavat mm. gonadotropiinin (GtH) vapautumisen aivolisäkkeestä (hypofyyysi). Gonadotropiini puolestaan käynnistää naaraan munarauhasten steroidisynteesin. Tuotetut steroidihormonit vaikuttavat sekä itse munarauhasiin että myös muihin sukurauhasten kehitykseen vaikuttaviin ns. toissijaisiin tekijöihin. Estrogeenin, lähinnä estradioli-17 β :n, vaikutuksesta maksa alkaa syntetisoida esiruskuaista eli vitellogeniiniä. Maksasta vitellogeniini siirtyy verenkierron kautta munarauhasiin ja etenkin munarauhasten vitellogeenisiin munasoluihin, joissa vitellogeniini muutetaan ruskuaisproteiineiksi (lipovitelliini ja fosfovittiini). Vitellogeneesi lakkaa, kun munasolu on saavuttanut täyden kokonsa (mm. van Bohemen ym. 1981, 1982, Copeland ym. 1986, Riazzi ja Fremont 1987).

Sukurauhasten kehitystä ja kutuajankohtaa voidaan seurata erilaisilla fysiologisilla parametreillä, joita ovat naarailla mm. veren sukihormonipitoisuudet, kokonaiskalsium ja fosfoproteiinin fosforin pitoisuudet, koirilla lähinnä sukihormonipitoisuudet. Fosfoproteiinin fosforia käytetään plasman vitellogeniinin spesifisenä indikaattorina (Wallace ja Jared 1968). Munasolujen kasvaessa ja ruskuaismäärän lisääntyessä myös fosfoproteiinin fosforin määrä plasmassa kasvaa. Plasmassa yksi kalsiumioni on sitoutunut jokaiseen fosfoproteiinin fosfaattiryhmään (Wallace 1970), joten plasman kalsiumpitoisuutta voidaan käyttää epäsuorasti vitellogeniinin määrän arvioimiseen.

Valojaksosäätely on laitosviljelyssä teknisesti helpoin tapa vaikuttaa emokalojen kutusykliin, vaikka myös hormonikäsittelyt ovat mahdollisia (Jansen 1993). Laitosolosuhteissa Saimaan nieriän kutu ajoittuu pitkälle aikavälille (5-7 viikkoa), mikä aiheuttaa käytännön vaikeuksia, mm. samojen emojen toistuvia käsittelyjä ja nukutuksia. Pahimmillaan v. 1990 lypsyissä samoja emoja jouduttiin nukuttamaan jopa 8-9 kertaa (noin 2 kertaa viikossa), mikä aiheuttaa ylimääräistä stressiä ja heikentää mädin laatua. Vastaavia nieriän emoviljelyn ongelmia on havaittu yleisesti myös Kanadassa (Delappio 1995). Viljelyolosuhteissa veden lämpötilan laskeminen riittävän alas ennen kutua näyttää olevan ratkaisevaa nieriän kudun ajoittumiselle (van Toever ja Boyer 1991) ja samalla sen on havaittu myös parantavan mädin laatua (Dixon 1993).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eri aikaan keväällä ja/tai syksyllä annettujen eripituisten pitkän päivän valojaksojen (20 tuntia valoa) vaikutusta nieriän kutusykliin ja sen ajoittumiseen. Tavoitteena oli löytää sopivan tehokas valoinduktio, joka lyhentäisi kutuaikaa. Lisääntymiskierron vaiheita ja mätimunien kehitystasetta selvitettiin veren plasmasta määritettyjen kokonaiskalsium- ja vitellogeniinipitoisuuksissa tapahtuvien muutosten avulla. Lisäksi selvitettiin valojaksosäätelyn vaikutuksia mätimunien tuotantomäärään ja kokoon sekä kalojen kasvuun.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Koejärjestelyt

Tutkimus tehtiin Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyssä (aik. Itä-Suomen keskuska-
lanviljelylaitos). Kokeeseen käytettiin vuonna 1985 syntyneitä kuusivuotiaita Kuoli-
mon kannan Saimaan nieriöitä. Koe aloitettiin 22.3.1991 siirtämällä 86 nieriää laitok-
sen emohalliin rakennettuun, muusta hallista mustalla, valoa läpäisemättömällä muo-
viseinällä eristettyyn valojakso-osastoon 63 m² betonialtaaseen. Kaloja oli kasvatettu
ennen siirtoa emohallin valaistuksessa (12 tuntia valoa ja 12 tuntia pimeää). Valojen
kirkastuminen täyteen tehoon ja himmeneminen taas pimeäksi tapahtui asteittain kah-
den tunnin aikana. Valoisana vuodenaikana valojakso oli kuitenkin käytännössä sama
kuin luonnossa vallitseva valorytmi ikkunoista tulevan valon vaikutuksesta.

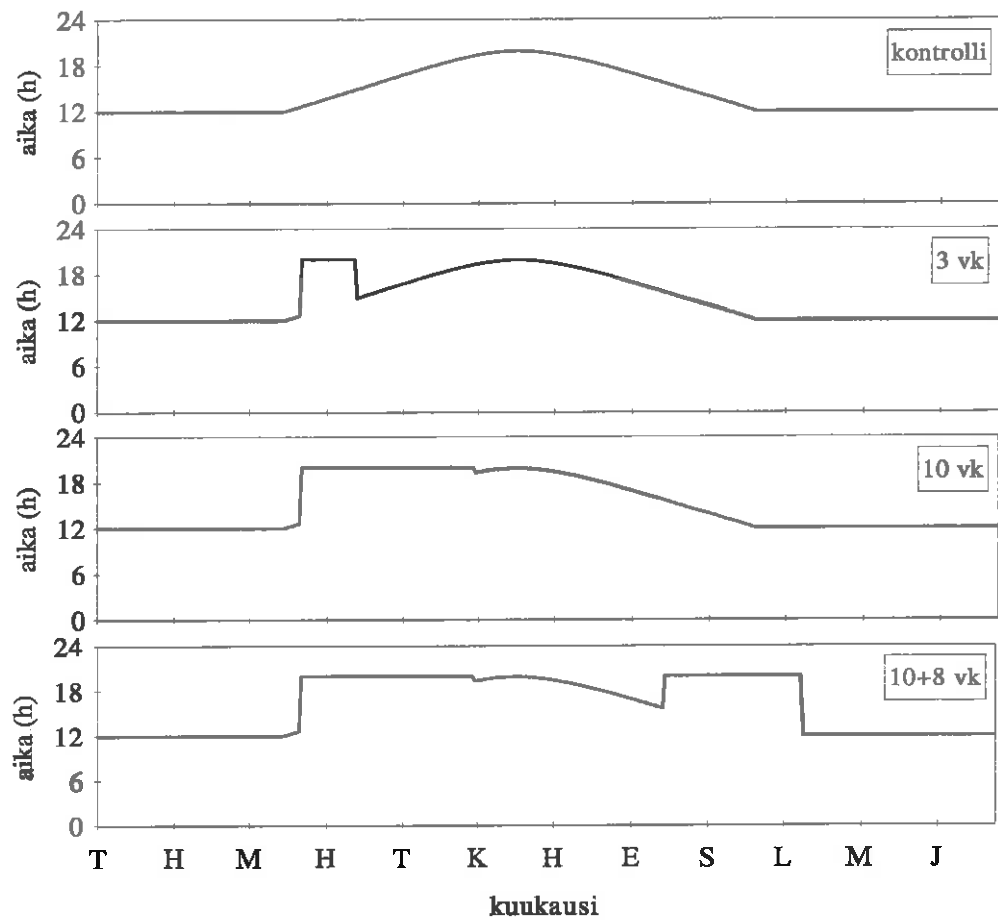
Varsinainen valojaksokoe aloitettiin 25.3.1991, jolloin valojakso-osaston altaasta siir-
rettiin 12 nieriää emohallin vastaavanlaiseen altaaseen rakennettuun aitaukseen
(=kontrolliryhmä). Näistä 10 yksilöä merkittiin yksilöllisellä kuultomerkillä (VI-
merkki) ensimmäisen näytteenottokerran yhteydessä huhtikuun puolivälissä. Kontrol-
liryhmän kaloja pidettiin koko ajan emohallin normaalivalaistuksessa (kuva 1).

Valojakso-osaston nieriöistä muodostettiin 25.3.1991 kolme viikkoa (=3 vk-ryhmä) ja
kymmenen viikkoa pitkän päivän valojaksossa pidettävät ryhmät (=10 vk-ryhmä).
Kontrolliryhmän tavoin merkittiin 3 vk-ryhmän kaloista 12 ja 10 vk-ryhmän kaloista
10 yksilöä kuultomerkeillä ensimmäisen näytteenottokerran yhteydessä. Valojakso-
osaston valaistus säädettiin kellokatkaisimen avulla pitkän päivän rytmiin eli 20 tuntia
valoa ja 4 tuntia pimeää (20V:4P) yhden tunnin nousulla ja laskulla. Ryhmien valoin-
duktion täytyessä kalat siirrettiin takaisin hallin normaalivalaistukseen. Tämä tapah-
tui 3 vk-ryhmän kaloilla 15.4.1991, jolloin ne siirrettiin samaan altaaseen kontrolli-
kalojen kanssa ja 10 vk-ryhmän kaloilla 3.6.1991, jolloin valojakso-osaston valaistus
muutettiin normaaliksi (kuva 1).

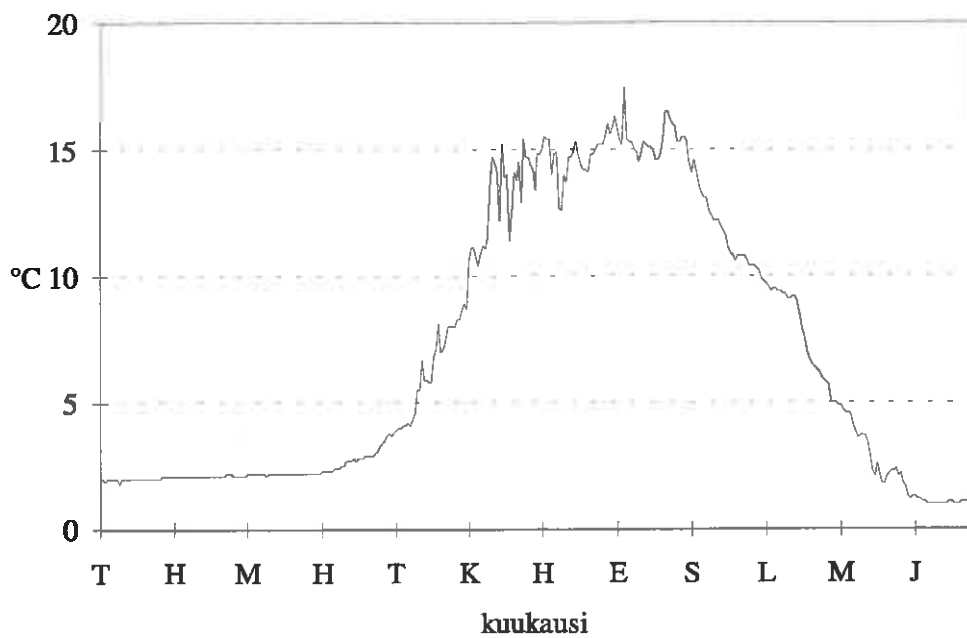
Kolmas valojaksoryhmä (=10+8 vk-ryhmä) perustettiin 20.8.1991, jolloin 12 merkit-
semätöntä 10 vk-ryhmän nieriää merkittiin kuultomerkeillä ja laitettiin uudestaan
kahdeksan viikkoa kestäväan pitkän päivän valojaksoon (20V:4P). Tällöin valojakso-
osaston valaistus säädettiin uudelleen pitkän päivän rytmiin ja 10 vk-ryhmän kalat
siirrettiin yhteen kontrolliryhmän kalojen kanssa. 10+8 vk-ryhmän kalojen valoinduk-
tion täytyessä 14.10.1991 muutettiin osaston valaistus jälleen normaaliksi (kuva 1).

Kokeen aikana kaloja ruokittiin käsin kerran päivässä 5 kertaa viikossa kaupallisilla
kuivarehuilla (EWOS). Veden lämpötila oli noin 2 °C tammikuusta huhtikuun alkuun.
Tämän jälkeen vesi alkoi lämmetä ja 5 °C:en lämpötila saavutettiin toukokuun puoli-
välissä. Kesäkuukausina veden lämpötila nousi satunnaisesti yli 17 °C:een, vaikka
lämpötila pyrittiin pitämään alle 16 °C:ssa sekoittamalla Ylä-Enonvedestä otettuun
tuloveteen heinäkuun alusta syyskuun alkupuolelle kylmempää Pahkajärven vettä.
Syksyllä veden lämpötila laski noin 5 °C:een loka-marraskuun vaihteessa (kuva 2).

Kokeen aikainen happipitoisuus tulovedessä oli 7,2-11,3 mg/l, hapen kyllästyspro-
sentti 66-100 %, pH 6,5-7,0, kiintoaine 0,1-1,5 mg/l ja sähkönjohtokyky 5,4-8,0
mS/m.



Kuva 1. Valoisan ajan pituus eri koeryhmissä.



Kuva 2. Veden lämpötila koealtaissa.

2.2. Näytteenotot ja analyysit

Koeryhmien merkityiltä kaloilta otettiin verinäytteitä kahden-kolmen viikon välein. Kontrolli- ja 3 vk-ryhmistä näytteitä otettiin kaikkiaan 14 kertaa 15.4.-29.10.1991, 10 vk-ryhmästä 11 kertaa 3.6.-29.10.1991 ja 10+8 vk-ryhmästä 7 kertaa 20.8.-11.11.1991 välisinä aikoina. Näytteenottojen yhteydessä kalat punnittiin.

Verinäytteet otettiin pyrstölaskimosta heparinisoituun injektioruiskuun (noin 0,8-1 ml/kerta) MS-222:lla nukutetuilta kaloilta. Verinäytteet sentrifugoitii välittömästi, jonka jälkeen plasma eroteltiin ja säilöttiin nestetyypen myöhempää analysointia varten. Näytteistä määritettiin kokonaiskalsium (Ca^{2+} mmol/ml) kolorimetristä menetelmää (Boehringer no. 204382) käyttäen sekä vitellogeniinipitoisuus (mg/ml) fosfoproteiinin fosforin avulla (Wallace ja Jared 1968, Wallace 1970).

Lypsyn yhteydessä punnittiin koeryhmän naaraiden mädin ja ovarionesteen painot (0,1 g:n tarkkuus). Kunkin naaraan mätimunien tuorepaino laskettiin 50 mätimunien otoksen perusteella. Kuivapaino laskettiin 60 °C:ssa vakiopainoon kuivattujen 5 mätimunien keskiarvon perusteella. Mätimunien halkaisija määritettiin 20 cm:n matkalle mahtuneiden turvonneiden mätimunien lukumäärän perusteella. Yksilöllinen fekunditeetti määritettiin lypsettyjen mätimunien kokonaismääränä kullekin naaraalle.

Koska emojen koossa oli merkitseviä eroja lypsyajankohtana (ANOVA, $p < 0,006$), käytettiin testeissä logaritimuunnettuja arvoja kalan painolle ja fekunditeetille. Koeryhmien fekunditeettien keskiarvojen eroja testattiin kovarianssianalyysillä (ANCOVA) kalan painon ollessa kovariaattina. Koosta riippumattomien muuttujien keskiarvojen eroja testattiin 1-suuntaisella varianssianalyysillä, jonka jälkeisissä parittaisissa vertailuissa käytettiin Tukeyn testiä.

3. Tulokset

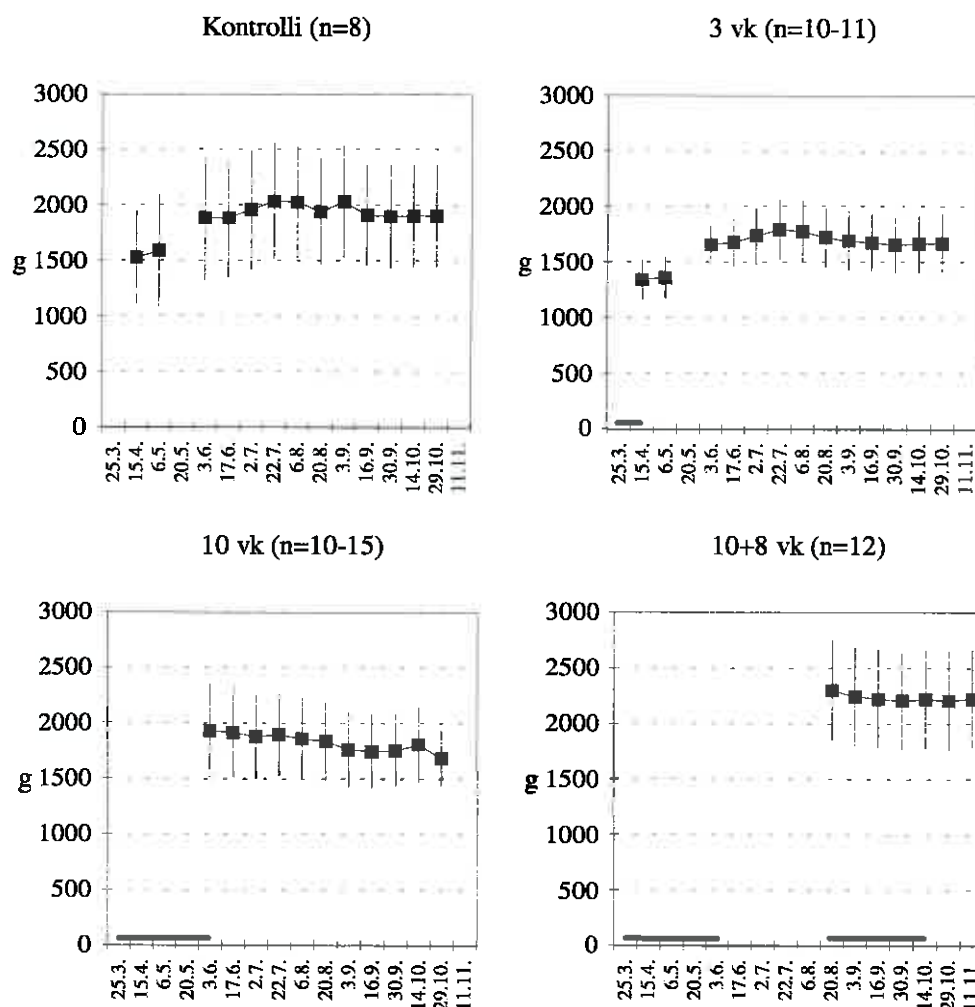
3.1. Nieriöiden koko, kasvu ja kuolleisuus kokeen aikana

3.1.1. Koko ja kasvu

Kontrolliryhmän nieriöiden keskipaino oli ensimmäisellä näytteenottokerralla huhtikuussa noin 1 500 g (vaihteluväli 1 000-2 050 g) ja 3 vk-ryhmässä hieman yli 1 300 g (vaihteluväli 1 100-1 700 g). Molemmissa ryhmissä kalojen painot nousivat heinäkuun lopulle-elokuun alkuun, jonka jälkeen painot alenivat syksyä kohti. 10 vk-ryhmässä kalojen keskipaino oli suurimmillaan ensimmäisellä näytteenottokerralla kesäkuun alussa hieman alle 2 000 g (vaihteluväli 1 350-2 500 g). Kalojen painot alenivat tämän jälkeen suurimmalla osalla yksilöistä jo kesäkuusta ja viimeisillä elokuusta lähtien. Ryhmässä 10+8 vk kalojen keskipaino oli suurimmillaan ensimmäisellä näytteenottokerralla elokuussa noin 2 300 g (vaihteluväli 1 525-3 090 g), jonka jälkeen kaikkien yksilöiden painot alkoivat aleta (kuva 3). Kalojen keskikoot koeryhmissä poikkesivat 20.8. alkaen ($F_{3,35}=4,177^*$) 10+8 vk:n emojen ollessa suurempia (Tukey, $p<0,05$) kuin ryhmien 3 vk ja 10 vk emot 29.10. saakka ($F_{3,32}=4,362^*$).

3.1.2. Kuolleisuus

Valojaksokokeessa olleista 49 kuultomerkitystä nieriästä kuoli kokeen aikana kaikkiaan kuusi yksilöä, yksi 3 vk-ryhmästä ja viisi 10 vk-ryhmästä. Näiden lisäksi kaksi kontrolliryhmän ja yksi 3 vk-ryhmän nieriää osoittautui syksyllä koiraksi, joita ei tulosten käsittelyssä ole huomioitu.



Kuva 3. Koeryhmien naaraiden keskipainot (g±sd) näytteenottoerkoittain. Valojakson (20V:4P) ajoittuminen on osoitettu kuvan alareunan janalla.

3.2. Valojakson vaikutus kutusykliin

3.2.1. Plasman kokonaiskalsium ja vitellogeniini

Plasman kokonaiskalsium- ja vitellogeniinipitoisuudet korreloivat erittäin merkittävästi kaikissa koeryhmissä: kontrolliryhmä $r=0,709^{***}$, $n=101$; 3 vk-ryhmä $r=0,548^{***}$, $n=136$; 10 vk-ryhmä $r=0,634^{***}$, $n=99$; 10+8 vk-ryhmä $r=0,760^{***}$, $n=65$ (kuva 4).

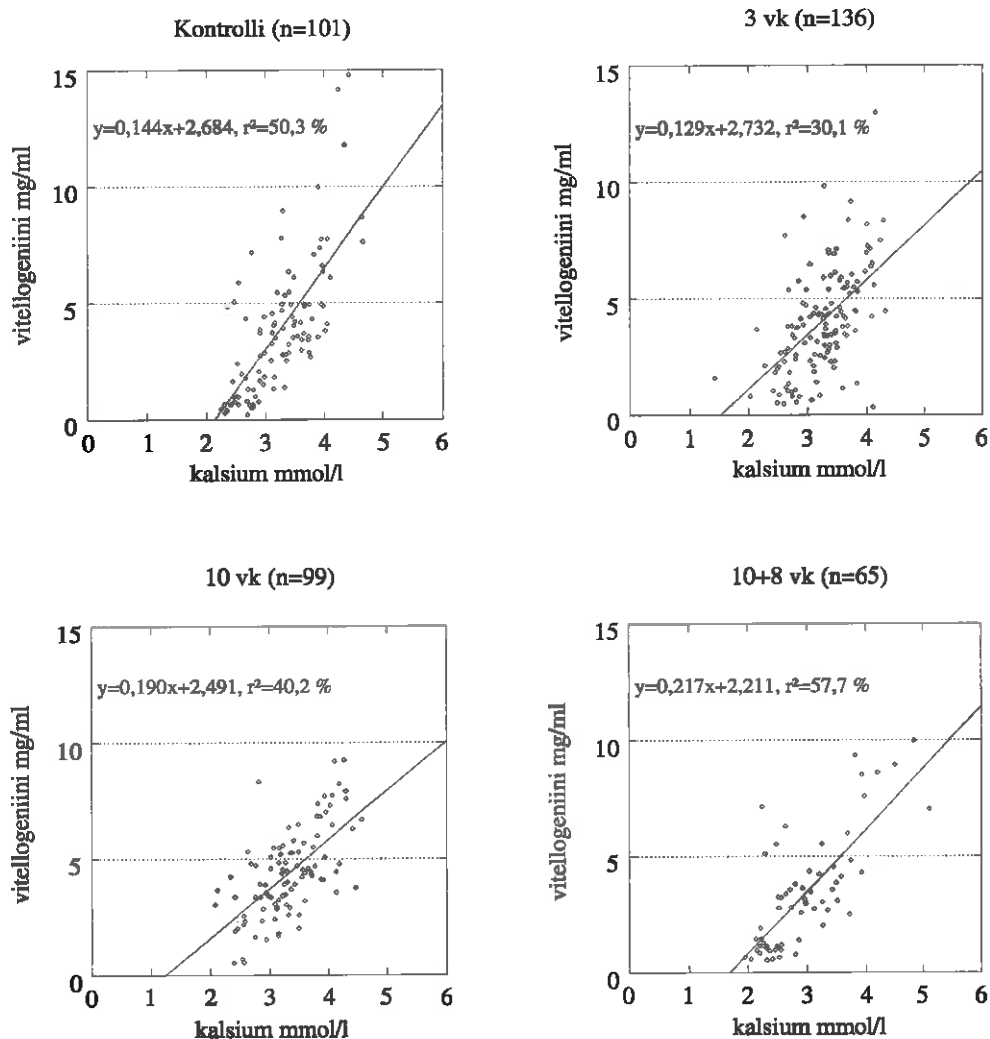
Kontrolli- ja 3 vk-ryhmässä plasman vitellogeniinin (mg/ml) vaihtelu noudatti koko kokeen ajan lähes samaa rytmiä. Kokeen alussa vitellogeniinipitoisuus oli alhaisimmillaan 1 mg/ml molemmiin puolin, nousten siitä kesäkuussa arvoon 4-5 mg/ml. Tämän jälkeen vitellogeniinin määrä laski, nousten uudelleen maksimiinsa syyskuussa (kuva 5).

10 vk-ryhmässä plasman vitellogeniinipitoisuudet ja niiden vaihtelut olivat lähes vastaavia kuin kontrolli- ja 3 vk-ryhmissä. Kesäkuussa vitellogeniinipitoisuus oli hieman korkeampi kuin kontrolli- ja 3 vk-ryhmissä. Tämän jälkeen vitellogeniinin määrä laski

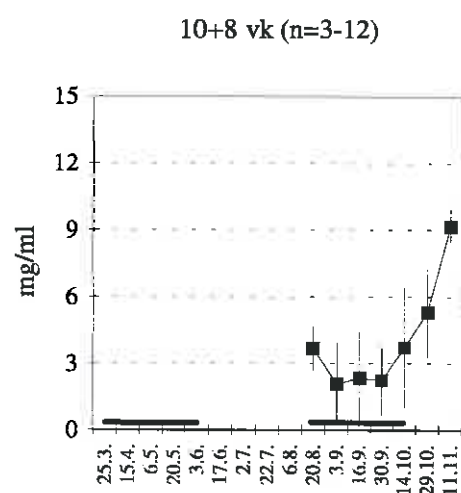
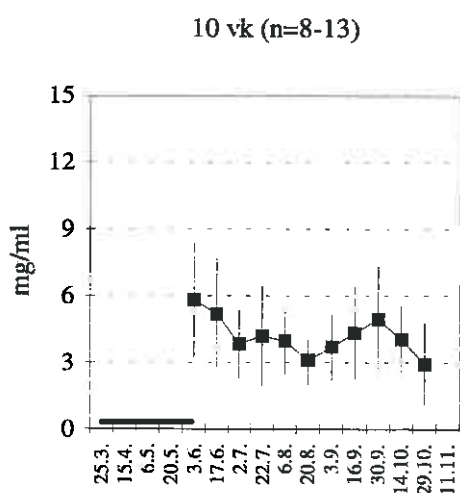
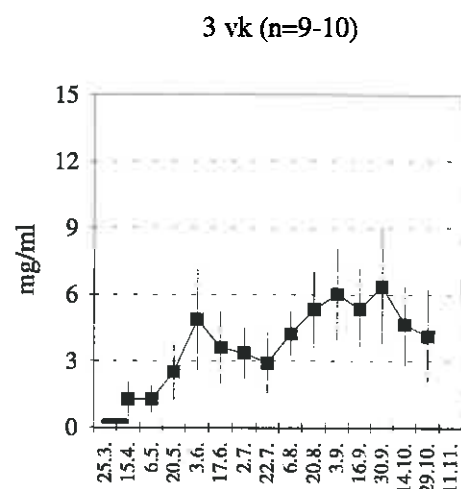
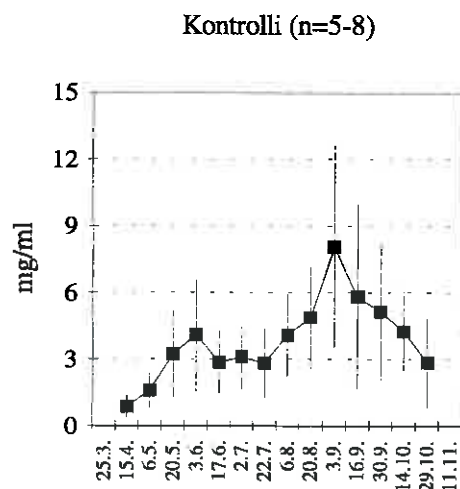
elokuun loppuun asti, mutta nousi uudestaan syyskuun loppuun mennessä. Pitoisuus jäi tällöin hieman alhaisemmiksi kuin kesäkuussa (kuva 5).

10+8 vk-ryhmässä plasman vitellogeniinipitoisuus oli elokuun lopulla samaa tasoa kuin 10 vk-ryhmässä. Tämän jälkeen vitellogeniinin määrä laski muita ryhmiä alemmaksi syyskuussa, nousi lokakuusta lähtien ja maksimipitoisuus saavutettiin vasta marraskuussa. Keskimääräinen vitellogeniinipitoisuus nousi tällöin muita ryhmiä korkeammaksi eli yli 9 mg/ml (kuva 5).

Plasman vitellogeniinipitoisuuksissa oli tilastollisesti merkitseviä ryhmien välisiä eroja vasta 20.8. ($F_{3,31}=6,455^{**}$), jolloin 10 vk-ryhmällä oli vähemmän vitellogeniiniä kuin kontrolli- ja 3 vk-ryhmillä (Tukey, $p<0,01$). Ryhmien väliset erot olivat koko syyskuun ajan merkitseviä (3.9. $F_{3,33}=9,364^{***}$, 16.9. $F_{3,34}=4,315^{*}$ ja 30.9. $F_{3,33}=5,564^{**}$). Syyskuun alussa 10 vk-ryhmällä oli kontrolliryhmää pienempi vitellogeniinipitoisuus (Tukey, $p<0,05$), mutta loppukuusta arvot eivät enää poikenneet. 10+8 vk-ryhmällä sen sijaan oli koko syyskuun ajan pienempi vitellogeniinipitoisuus kuin kontrolli- ja 3 vk-ryhmillä (Tukey, $p<0,05$) eron ollessa merkitsevä myös 10 vk-ryhmään verrattuna kuun lopussa (Tukey, $p<0,05$).



Kuva 4. Koeryhmien nieriöiden plasman kokonaiskalsiumpitoisuudet suhteessa plasman vitellogeniinipitoisuuksiin. r^2 =selitysaste, joka kuvaa kuinka suuri osa plasman vitellogeniinipitoisuuden vaihtelusta voidaan regressioyhtälön avulla selittää plasman kalsiumpitoisuudella.

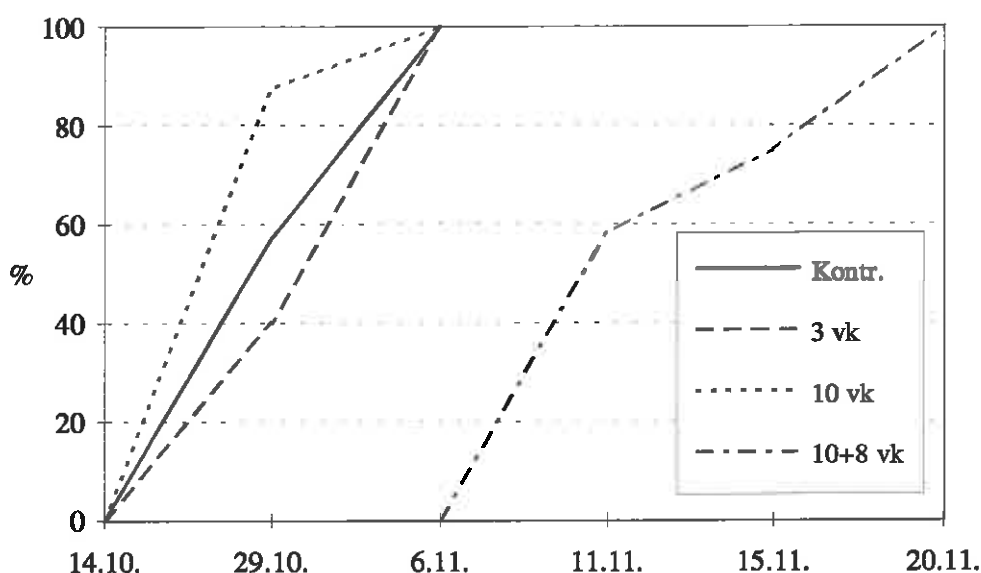


Kuva 5. Koeryhmien naaraiden plasman keskimääräiset vitellogeniinipitoisuudet (mg/ml $\pm$ sd) näytteenottokerroittain. Valojakson (20V:4P) ajoittuminen on osoitettu kuvan alareunan janalla.

3.3. Valojakson vaikutus mädintuottoon

3.3.1. Lypsyn ajoittuminen

Koeryhmien naaraista ensimmäiset saavuttivat kutuvaiheen 29.10. veden lämpötilan ollessa 6 °C. Tällöin mätiiä saatiin merkityistä kontrolli- ja 3 vk-ryhmien naaraista noin puolelta ja 10 vk-ryhmässä lähes kaikilta. Näissä ryhmissä kaikki naaraat kutivat 6.11. mennessä. Ryhmässä 10+8 vk kutuvaihe ajoittui muita ryhmiä myöhäisemmäksi ja ensimmäisiltä naarailta saatiin mätiiä vasta 11.11. veden lämpötilan ollessa 4,5 °C (kuva 6). Kutuvaiheessa elossaolevista nieriöistä yksi kontrolliryhmän ja kaksi 10 vk-ryhmän naarasta ei tuottanut mätiiä.



Kuva 6. Kutuvaiheen ajoittuminen koeryhmissä.

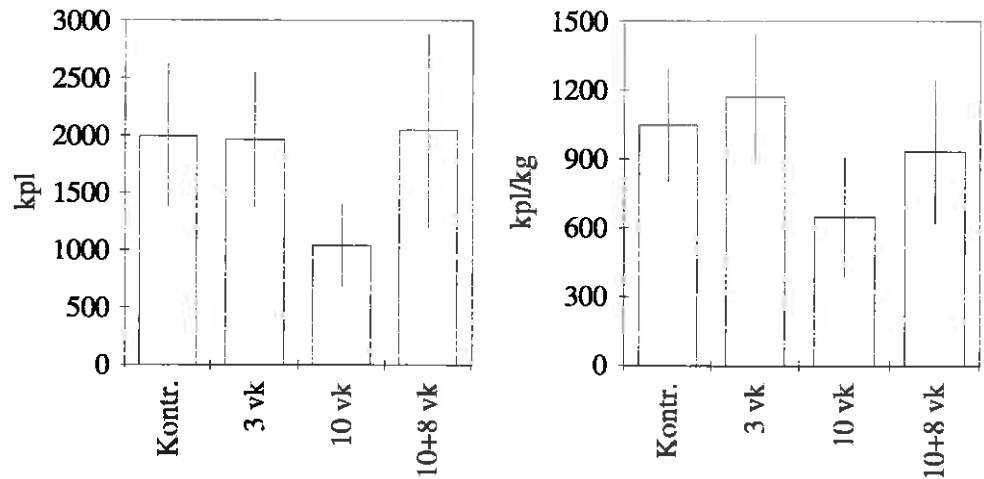
3.3.2. Mätimäärä

Mätiiä tuottaneiden naaraiden keskipaino oli lypsyn yhteydessä kontrolliryhmässä noin 1 900 g (vaihteluväli 1 560-2 510 g), 3 vk- ja 10 vk-ryhmässä lähes 1 700 g (vaihteluväli 1 250-2 100 g) ja 10+8 vk-ryhmässä yli 2 200 g (vaihteluväli 1 475-2 965 g) (ks. kuva 3). Koeryhmien naaraat erosivat kooltaan tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ($F_{3,30}=5,027^{**}$). Ryhmän 10+8 vk naaraat olivat merkitsevästi (Tukey, $p<0,05$) suurempia kuin 3 vk- ja 10 vk-ryhmien naaraat.

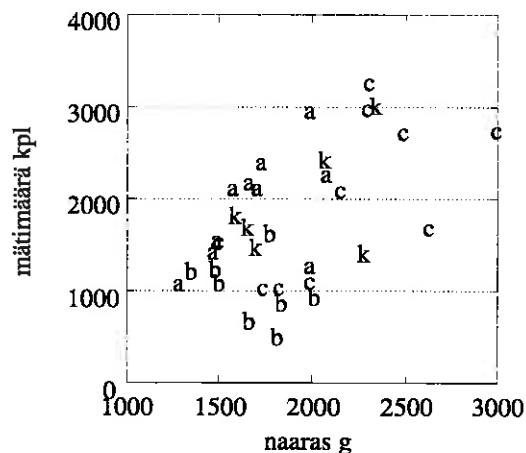
Ryhmien suhteellinen fekunditeetti (mätimunamäärä/kg) poikkesi tilastollisesti merkitsevästi (ANCOVA; $F_{3,30}=5,717^{**}$) 10 vk-ryhmän tuottaessa kontrolliryhmää ja 3 vk-ryhmää vähemmän mätimunia (Tukey, $p<0,05$) (kuva 7). Yksilölliset erot olivat suuria naaraiden tuottaman mätimäärän vaihdellessa 44-301 g:n ja 512-3 282 kappaaleen välillä (kuva 7).

Ovarionesteen määrä naarailla vaihteli 7-62 g:n välillä ollen noin 17-22 % lypsetyn mädin painosta. Sen määrä vaihteli satunnaisesti kontrolli- ja 10 vk-ryhmässä, mutta lisääntyi mätimäärän suhteessa 3 vk- ja 10+8 vk-ryhmässä. Ryhmien välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisia eroja mätimäärään suhteutetun ovarionesteen määriä.

Naaraan painolla ei havaittu missään ryhmässä olevan tilastollisesti merkitsevää ($p < 0,05$) vaikutusta mätimunien määrään, vaikka yhdistetyssä aineistossa tämä riippuvuus oli havaittavissa (kuva 8).



Kuva 7. Koeryhmien absoluuttinen ja suhteellinen fekunditeetti (mätimäärät $kpl \pm sd$ ja $kpl/kg \pm sd$).



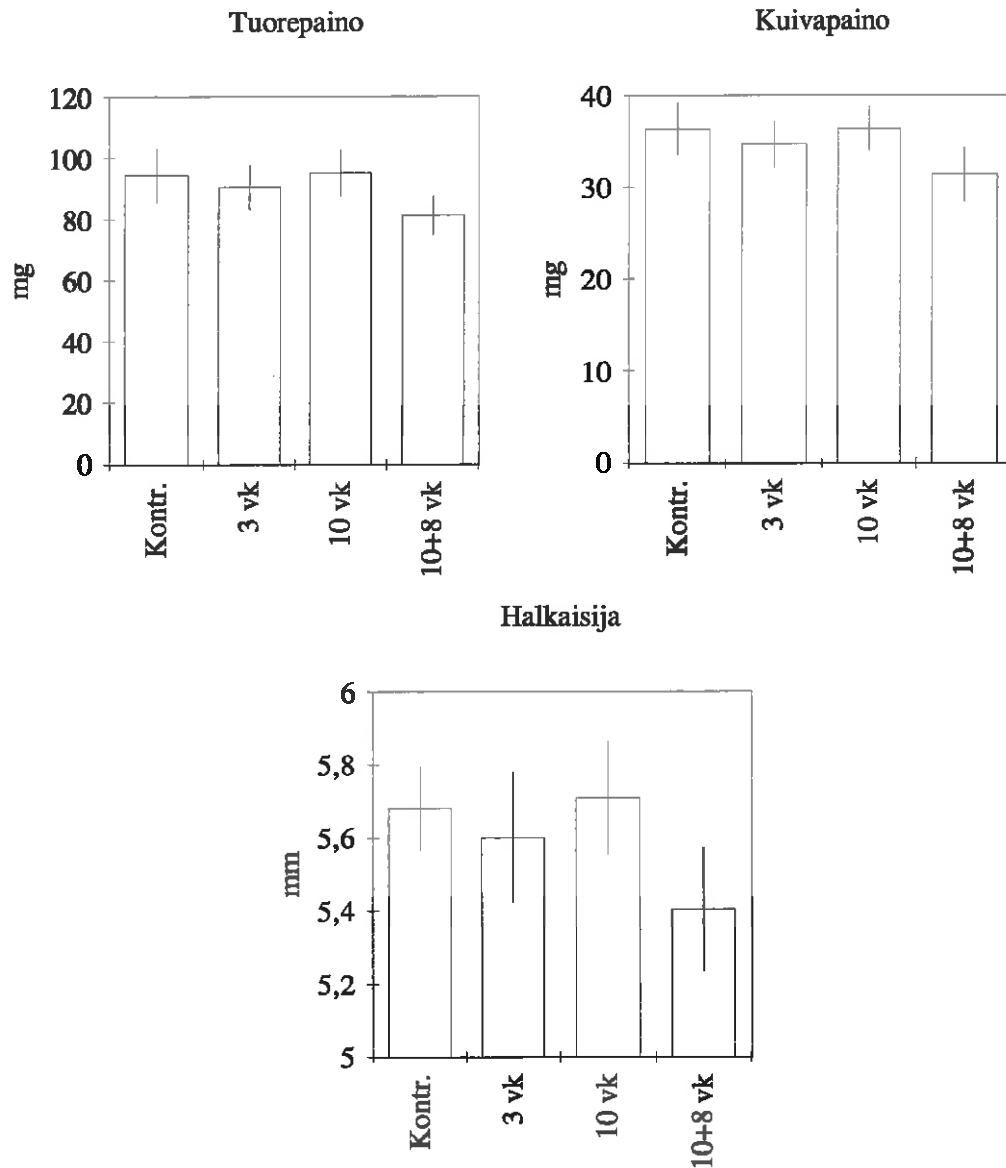
Kuva 8. Mätimäärä suhteessa naaraan painoon eri koeryhmissä (k=kontrolliryhmä, a=3 vk-ryhmä, b=10 vk-ryhmä, c=10+8 vk-ryhmä).

3.3.3. Mätimunien koko

Mätimunien tuorepaino vaihteli 71-112 mg:n ja kuivapaino 27-41 mg:n välillä. Keskimääräinen mätimunien tuorepaino oli yli 90 mg kaikissa muissa paitsi 10+8 vk-ryhmässä, jossa paino jäi noin 80 mg:aan. Vastaavasti mätimunien keskimääräinen kuivapaino oli kaikissa ryhmissä yli 30 mg jääden alhaisimmaksi 10+8 vk-ryhmässä (kuva 9). Sekä mätimunien tuore- ($F_{3,30}=7,563^{***}$) että kuivapainot ($F_{3,30}=6,617^{***}$) poikkesivat erittäin merkitsevästi ryhmien välillä. Ryhmän 10+8 vk mätimunien koko (tuore- ja kuivapaino) oli merkitsevästi pienempi kuin muiden ryhmien (Tukey, $p < 0,05$) lukuunottamatta tilastollisesti suuntaa-antavaa (Tukey, $p < 0,089$ kuivapainon eroa 3 vk-ryhmään).

Mätimunien halkaisijat vaihtelivat 5,13-5,88 mm:n välillä. Keskimääräisesti suurimpia mätimunat olivat kontrolli- ja 10 vk-ryhmissä (5,70 mm) ja pienimpiä 10+8 vk-ryhmässä (noin 5,40 mm) (kuva 9). Tilastollisesti mätimunien halkaisijat erosivat merkitsevästi koeryhmien välillä ($F_{3,30}=6,743^{***}$) ryhmän 10+8 vk mätimunien ollessa merkitsevästi pienempiä kuin kontrolli- ja 10 vk- (Tukey, $p<0,01$), mutta vain suuntaa-antavasti pienempiä kuin 3 vk-ryhmässä (Tukey, $p<0,053$).

Naaraan painolla ei havaittu missään ryhmässä olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta mätimunien kokoon.



Kuva 9. Koeryhmien mädin keskimääräiset tuore- ja kuivapainot (mg $\pm$ sd) sekä mätimunien halkaisijat (Ømm $\pm$ sd).

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Nieriöiden koko ja kasvu

Kokeen alussa normaalivalaistuksessa (kontrolliryhmä) pidettyjen nieriöiden keskipaino oli noin 1 500 g ja keväisen pitkän päivän valojakson (3 vk-ryhmä) saaneilla kaloilla hieman yli 1 300 g. Molemmissa ryhmissä kalojen kasvuvaihe ajoittui heinäkuun lopulle-elokuun alkuun, jonka jälkeen kasvu pysähtyi ja painot alkoivat pienentyä kaikilla yksilöillä. Keväällä pidemmän pitkän päivän valojakson (10 vk-ryhmä) saaneilla kaloilla keskipaino oli suurimmillaan kesäkuun alussa ensimmäisellä näytteenotokerralla hieman alle 2 000 g. Kalojen painot alenivat tämän jälkeen suurimmalla osalla yksilöistä jo kesäkuusta lähtien. Sen sijaan syksyllä toisen pitkän päivän valojakson saaneilla (10+8 vk-ryhmä) nieriöillä keskipaino oli suurimmillaan elokuussa ensimmäisellä näytteenotokerralla (noin 2 300 g), mutta painot alenivat kaikilla yksilöillä tasaisesti pitkän päivän jakson aikana (kuva 3).

Kaikissa ryhmissä tapahtunut naaraiden painojen aleneminen syksyä ja kutuvaihetta kohti mentäessä on normaali ilmiö. Vastaava painon putoaminen on havaittu myös mm. norjalaisissa nieriäkokeissa (Jobling ym. 1995). Kutuajan lähestyessä myös emojen ruokahaluttomuus lisääntyy ja syöminen voi loppua kokonaan, jolloin mätimunien kypsyminen ja muut kutuun valmistautumiseen liittyvät fysiologiset muutokset tapahtuvat elimistöön varastoiduilla raaka-aineilla ja energialla. Myös veden lämpötilalla on havaittu olevan vaikutusta ruokahaluttomuuden ajoittumiseen, sillä norjalaisissa kokeissa emonieriöiden ruokahaluttomuus alkoi sitä aiemmin mitä korkeampi oli veden lämpötila (Jobling ym. 1995).

Keväinen kymmenen viikon pitkän päivän valojakso aikaisti mädintuotantoon valmistautumista, mikä ilmeni naaraiden painojen alenemisena yli kuukautta aikaisemmin verrattuna normaalivalaistuksessa ja kolme viikkoa pitkän päivän valojaksossa olleisiin kaloihin. Sensijaan 10+8 vk-ryhmän kalojen muissa valojaksoissa olleita koe-ryhmiä suurempi koko ei selity valojakson vaikutuksella, koska kokoerot olivat ollessa jo 10+8 vk-ryhmää perustettaessa (20.8.) eivätkä tämän ryhmän kalat kasvaneet syyskesän pitkän päivän jakson aikana (kuva 3). Kokoeroihin on voinut vaikuttaa 3 vk- ja 10 vk-ryhmien suurempi stressi, koska näitä ryhmiä siirrettiin useammin ja niitä myös käsiteltiin 10+8 vk-ryhmän kaloja useammin. Kontrolliryhmän kaloja pidettiin kuitenkin samassa tilassa 3 vk- ja 10 vk-ryhmän kalojen kanssa eikä näiden ryhmien keskikokojen välillä ollut tilastollisia eroja, joten kysymyksessä lienee pienistä kalamääristä aiheutunut sattuma.

4.2. Valojakson vaikutus kutusykliin

Kevään kolme viikkoa kestänyt pitkän päivän valojakso ei ollut riittävä muuttamaan kutusykliä, sillä tämän ryhmän kudun ajoittuminen ei poikennut normaalivalaistuksessa olleista nieriöistä. Kutu ajoittui molemmissa ryhmissä loka-marraskuun vaihteeseen. Sen sijaan kymmenen viikkoa kestänyt pitkän päivän valojakso keväällä aikaisti kutua, jolloin lähes kaikki naaraat kutivat jo lokakuun lopulla. Kahdeksan viikon pit-

kän päivän valojakso syksyllä, keväällä annetun 10 viikon lisäksi, siirsi kutemista noin kaksi viikkoa muita ryhmiä myöhäisemmäksi. Samanlaisia havaintoja on tehty myös mm. kirjolohella (Bromage ja Cumaranatunga 1988).

Gilletin (1994) nieriällä tekemissä valomanipuloinneissa pitkässä päivässä (17V:7P) pitäminen kesästä alkaen viivästytti kutemista 6 viikkoa normaalivalaistukseen verrattuna ja kutuvaihe kesti 2,5 kuukautta, mikäli valojaksoa jatkettiin kutuun saakka. Lopettamalla pitkän päivän valojakso joulukuussa lyhentyi kutuvaihe normaalia vastaavaksi eli kuukauden pituiseksi. Pitkän päivän valojakso tammi- tai huhtikuun alusta kesäkuun lopulle ja sen jälkeen lyhyen päivän valojakso (7V:17P) aikaisti kutua 2-3 kuukautta. Valojakson ajoittamisella on merkitystä myös kirjolohella, sillä ne ovuloiivat normaalia aikaisemmin, jos ne on siirretty lyhyeen päivään ennen kesäpäivänseisausta ja normaalia myöhemmin, jos ne ovat koko kevään ja kesän lyhyen päivän valojaksossa (Bromage ym. 1984).

Kaikissa ryhmissä kutuaika oli normaaleja laitosolosuhteissa kasvatettuja nieriöitä selvästi lyhyempi eli runsaan viikon pituinen, paitsi 10+8 vk-ryhmässä, jonka kutu kesti noin kaksi viikkoa (kuva 7). Tämä aiheutunee osaltaan siitä, että kokeessa oli vähän ja vain yhdestä ikäluokasta valikoituja kaloja.

Koeryhmien nieriöillä havaittuja plasman kokonaiskalsium- ja vitellogeniinipitoisuuksien muutoksia ja niiden rytmiä voidaan pitää osittain tyypillisinä syyskutuistille lohikaloille. Normaalissa valorytmissä pidettyjen lohien plasman kokonaiskalsiumin määrä on minimissään keväällä, nousee syksyä kohti ja saavuttaa huipun syyslokakuun vaihteessa hieman ennen kutua (Matty 1985, Johnston ym. 1990). Vastaava rytmi on osoitettu lohella myös vitellogeniinin (So ym. 1985) sekä kirjolohella näiden molempien kutusykliä ilmentävien tekijöiden suhteen (Whitehead ym. 1978, van Bohemen ym. 1981, Scott ja Sumpter 1983, Elliott ym. 1984, Copeland ym. 1986, Riazi ja Fremont 1988).

Kuitenkin poikkeuksina normaalista syyskutuisten lohikalojen rytmistä voidaan pitää tässä kokeessa kesäkuun suuria kokonaiskalsium- ja vitellogeniinipitoisuuksia sekä syksyn huipun ajoittumista selvästi ennen kutua kaikissa muissa paitsi 10+8 viikkoa pitkässä valojaksossa olleilla nieriöillä. Syksyn pitkän päivän valojakso esti nieriöiden vitellogeneesiä (kuvat 4 ja 5) aiheuttaen samalla voimistuneen vitellogeniinin synteesin valojakson palauduttua normaaliksi. Forsman ym. (julkaisematon aineisto) havaitsivat kuitenkin vastaavanlaisen kaksihuippuisen valojaksoinduktion aiheuttaman rytmiikan taimenen vitellogeneesissä Saimaan vesiviljelyn olosuhteissa.

Kaikissa koeryhmissä havaittu plasman kokonaiskalsiumin ja vitellogeniinin välinen erittäin merkitsevä riippuvuus tukee useilla lajeilla aiemmissa tutkimuksissa tehtyjä havaintoja (mm. Elliott ym. 1984, Johnston ym. 1987, Nagler ym. 1987, Tyler ja Sumpter 1990), vaikkakaan ko. riippuvuus ei ollut Saimaan nieriöillä yhtä selvä. Myös yksilötasolla mitatut kokonaiskalsium- ja vitellogeniinipitoisuuksien suuret erot ovat tavallisia monilla lajeilla.

4.3. Valojakson vaikutus mätimääriin ja mätimunien kokoon

Valojaksoilla oli vaikutuksia nieriöiden mätimääriin ja mädin ominaisuuksiin. 10 vk-ryhmässä suhteellinen fekunditeetti (tuotettujen munien määrä/kg) oli pienempi kuin kontrolli- ja 3 vk-ryhmässä (kuva 8). Toisaalta pitkässä päivässä sekä keväällä että syksyllä olleet nieriät tuottivat painoonsa suhteutettuna suurin piirtein lukumääräisesti yhtä paljon mätimunia kuin kontrolli- ja 3 vk-ryhmät, mutta mätimunat olivat kooltaan selvästi pienempiä kuin muissa ryhmissä.

Kirjolohilla on valojaksokokeissa havaittu normaalia aiemmin kuteneiden kalojen mätimunien olevan usein pienempiä ja normaalia myöhemmin kutevilla suurempia kuin kontrollikaloilla (Springate ja Bromage 1985). On mahdollista, että keväällä pitkän päivän valoinduktion saaneet nieriät (10 vk-ryhmä) pystyivät kypsyttämään vain osan mätimunistaan, ehkä ns. previtellogeneettiset oosyytit, jolloin niiden tuottama mätimäärä jäi pienemmäksi kuin kontrolliryhmässä. Syksyllä pitkän valojakson nieriöillä ei ollut riittävästi aikaa kasvattaa mätimuniaan, koska pitkä valojakso lopetettiin vasta lokakuussa, lähellä kalojen normaalia kutuaikaa.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Nieriöille keväällä annettu kolmen viikon pitkän päivän valojakso ei vaikuttanut lisääntymiskiertoon ja kutu ajoittui normaalivalaistuksessa pidettyjen yksilöiden kanssa samaan aikaan. Keväinen kymmenen viikon pituinen pitkän päivän valojakso sen sijaan aikaisti kutua, mutta aiheutti samalla fekunditeetin laskun. Samanlainen kevään pitkä valojakso yhdistettynä syksyiseen kahdeksan viikkoa kestäneeseen pitkän päivän valojaksoon siirsi kutua noin kaksi viikkoa muita ryhmiä myöhäisemmäksi pidentäen samalla kestoa. Syksyn pitkä valojakso esti vitellogeneesin, minkä seurauksena mätimunien koko jäi selvästi muita ryhmiä pienemmäksi, mutta fekunditeettiin sillä ei ollut vaikutusta.

Kutuaika oli kaikissa ryhmissä varsin lyhyt eli viikosta kahteen viikkoon, joten valojaksokäsittelyn vaikutusta kutuajan lyhentymiseen ei pystytty osoittamaan.

Kirjallisuus

- Bromage, N.R. & Cumaranatunga, R., 1988. Egg production in the rainbow trout. In: Muir, J.F. ja Roberts, J.R. (ed.), Recent advances in aquaculture. Timber Press, Lonto. p. 599-667.
- Bromage, N.R., Elliot, J.A., Springate, J. & Whitehead, C. 1984. The effects of constant photoperiods on the timing of spawning in the rainbow trout. *Aquaculture* 43, p. 213-223.
- Copeland, P.A., Sumpter, J.P., Walker, T.K. & Croft, M. 1986. Vitellogenin levels in male and female rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) at various stages of the reproductive cycle. *Comp. Biochem. Physiol.* 83B (2), p. 487-493.
- Davies, B. & Bromage, N.R. 1991. The effect of fluctuating seasonal and constant temperatures on the photoperiodic advancement of reproduction in female rainbow trout. *Proceedings of the Fourth International Symposium on the Reproductive Physiology of Fish*. University of East Anglia, Norwich, U.K., 7-12 July 1991, p. 154-156.
- Delappio, J. 1995. Arctic Charr Culture in Atlantic Canada. In: Boghen, A.D. (ed.), Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. Université de Moncton, Moncton, New Brunswick, Canada, p. 85-106.
- Dixon, S. 1993. A case study of Arctic char production in Prince Edward Island. *Proceedings of the first Canadian Arctic Charr Culture Conference*. *Bull. Aqu. Ass. Canada*, 93-2, p. 18-19.
- Elliott, J.A.K., Bromage, N.R. & Springate, J.R.C. 1984. Changes in reproductive function of three strains of rainbow trout exposed to constant and seasonally-changing light cycles. *Aquaculture* 43, p. 23-34.
- Gillet, C. 1991. Egg production in an Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) brood stock: effects of temperature on the timing of spawning and quality of eggs. *Aquat. Living Resour.* 4, p. 109-116.
- Gillet, C. 1994. Egg production in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) broodstocks: effects of photoperiod on the timing of ovulation and egg quality. *Canadian Journal of Zoology* 72, p. 334-338.
- Jansen, M.E. 1993. Induction of ovulation in arctic char held under unchanging temperature and photoperiod. *The Progressive Fish-Culturist* 55, p. 32-34.
- Jobling, M., Johnsen, H.K., Pettersen, G.W. & Henderson, R.J. 1995. Effect of temperature on reproductive development in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *J. therm. Biol.* 20, 1/2, p. 157-165.
- Johnston, C.E., Gray, R.W., McLennan, A. & Paterson, A. 1987. Effects of photoperiod, temperature, and diet on the reconditioning response, blood chemistry, and gonad maturation of Atlantic salmon kelts (*Salmo salar*) held in fresh water. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 44, p. 702-711.
- Johnston, C.E., Farmer, S.R., Gray, R.W. & Hambrook, M. 1990. Reconditioning and reproductive responses of Atlantic salmon kelts (*Salmo salar*) to photoperiod and temperature manipulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47, p. 701-710.

- Matty, A.J. 1985. Fish endocrinology. Billing & Sons Limited, Worcester, Great Britain. 267 p.
- Nagler, J.J., Ruby, S.M., Idler, D.R. & So, Y.P. 1987. Serum phosphoprotein phosphorous and calcium levels as reproductive indicators of vitellogenin in highly vitellogenic mature females and estradiol-injected immature rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Canadian Journal of Zoology 65, p. 2421-2425.
- Riazi, A. & Fremont, L. 1988. Serum vitellogenin and yolk proteolipid complex composition in relation to ovarian growth in rainbow trout *Salmo gairdneri* (Rich.). Comp. Biochem. Physiol. 89B (3), p. 525-529.
- Scott, A.P. & Sumpter, J.P. 1983. A comparison of the female reproductive cycles of autumn-spawning and winter-spawning strains of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). General and Comparative Endocrinology 52, p. 79-85.
- So, Y.P., Idler, D.R. & Hwang, S.J. 1985. Plasma vitellogenin in the landlocked salmon *Salmo salar* Ouananiche: Isolation, homologous radioimmunoassay and immunological crossreactivity with vitellogenin from other teleost. Comp. Biochem. Physiol. 81B, p. 63-71.
- Springate, J.R.C. & Bromage, N.R. 1985. Effects of egg size on early growth and survival in rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). Aquaculture 47, p. 163-172.
- Tyler, C.R. & Sumpter, J.P. 1990. The development of a radioimmunoassay for carp, *Cyprinus carpio*, vitellogenin. Fish Physiology and Biochemistry 8, p. 129-140.
- van Bohemen, Ch. G., Lambert, J.G.H. & Peute, J. 1981. Annual changes in plasma and liver in relation to vitellogenesis in the female rainbow trout, *Salmo gairdneri*. General and Comparative Endocrinology 44, p. 94-107.
- van Bohemen, Ch. G., Lambert, J.G., Goos, H.J.Th. & van Oordt, P.G.W.J. 1982. Estrone ja estradiol participation during exogenous vitellogenesis in the female rainbow trout (*Salmo gairdneri*). General and Comparative Endocrinology 46, p. 81-92.
- van Toever, W. & Boyer, J. 1991. Commercial Arctic Charr Aquaculture - Phase 1. Report to Atlantic Fisheries Adjustment Program.
- Wallace, R.A. & Jared, D.W. 1968. Studies on amphibian yolk. VII. Serum phosphoprotein synthesis by vitellogenic females and estrogen-treated males *Xenopus laevis*. Can. J. Biochem. vol. 46, p. 953-959.
- Wallace, R.A. 1970. Studies on amphibian yolk. IX. *Xenopus* vitellogenin. Biochim. Biophys. Acta 215, p. 176-183.
- Whitehead, C., Bromage, N.R. & Forster, J.R.M. 1978. Seasonal changes in reproductive functions of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Fish Biology 12, p. 601-608.

Nieriän ja taimenen oleskelualueet Puruvedessä

Irma Kolari, Heikki Auvinen, Esa Hirvonen, Timo Turunen, Tapani Heikkinen ja Asko Sikanen

Sisällys

1. JOHDANTO.....	79
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	80
2.1. Tutkimusalue	80
2.2. Koekalastukset ja aineiston käsittely.....	82
3. TULOKSET	85
3.1. Nieriän ja taimenen esiintyminen eri habitaateilla.....	85
3.2. Nieriän ja taimenen esiintyminen ulapan eri vesikerroksissa	87
3.3. Nieriän ja taimenen esiintyminen ulapan eri syvyisillä pohja-alueilla.....	88
3.4. Istutettujen nieriöiden liikkeet ja pyyntialueet	89
4. TULOSTEN TARKASTELU	92
4.1. Nieriän ja taimenen oleskelualue ja siihen vaikuttavat tekijät	92
4.2. Nieriän levittäytyminen ja palautusten jakautuminen	94
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	96
KIITOKSET	96
KIRJALLISUUS.....	97
LIITE 1. PURUVEDEN KOEKALASTUKSISSA VUOSINA 1992-1996 KÄYTETYT PYYDYKSET	100

1. Johdanto

Vuoksen vesistössä elävän nieriän (*Salvelinus alpinus* (L.)) luonnonkannat ovat taantuneet viime vuosisadalta lähtien ja nykyisin kanta on erittäin uhanalainen. Sen säilyttämiseksi on ryhdytty kehittämään viljely- ja istutustoimintaa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely (aikaisemmin Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos ja kalastuskoeasema) ylläpitää Kuolimosta peräisin olevasta luonnonmädistä kasvatettua nieriän emokalastoa, jonka jälkeläisiä on istutettu joihinkin vesistöalueen järviin vuodesta 1986. Vuoksen vesistön nieriän biologiaa tunnetaan huonosti ja monia seikkoja, kuten esimerkiksi nieriän oleskelualueiden valintaa, on syytä selvittää, jotta istutuksilla ja kalastuksen järjestämisellä voidaan varmistaa lajin säilyminen ja istutusten tuloksellisuus.

Järvitaimenta (*Salmo trutta m. lacustris* (L.)) istutetaan petomaisista lohikaloista sisävesiimme eniten. Myös Vuoksen vesistössä taimen on nykyään käytännössä istutusten varassa, vaikka onkin aikoinaan lisääntynyt lukuisissa vesistöalueen koskissa (Seppovaara 1969, Mäkinen 1972). Taimenistutusten tuloksellisuuteen vaikuttavia tekijöitä tunnetaan jokseenkin hyvin (Mutenia ja Salonen 1991, Ahonen 1993, Huusko ym. 1994, Vehanen 1995, Makkonen ym. 1996, Friman ym. 1997), mutta esimerkiksi kilpailua elinalueista ja ravinnosta nieriän kanssa ei ole meidän oloissamme tutkittu.

Nuorten lohikalojen kuolleisuus istutusvesissä on suurta. Istutukseen liittyvän käsittelyn ja kuljetuksen aiheuttaman rasituksen lisäksi syyksi on arveltu mm. sitä, että vastaistutettujen kalojen käyttäytyminen poikkeaisi luonnonpoikasten käyttäytymisestä. Laitoskalathan ovat yleensä altaissa tottuneet saamaan ruokansa ylhäältäpäin, minkä vuoksi niiden on arveltu jäävän järvissäkin pintavesiin syötävää etsiskelemään (O'Grady 1983, Johnsen ja Ugedal 1989). Altaissa ne eivät ole myöskään oppineet pelkäämään luonnonympäristössä vaanivia petoja. Näin ollen ne olisivat alttiita jäämään sekä petojen saaliiksi (Berejikian 1995, Healey ja Reinhardt 1995) että pintavesien kalanpyydyksiin (Makkonen ym. 1996). Istutettujen kalojen käyttäytymisen ja oleskelualueiden valinnan tuntemus on tarpeen ennenkaikkea verkkokalastuksen järjestelyn kannalta, koska se tulee todennäköisesti ratkaisemaan nieriäistutusten tuloksellisuuden.

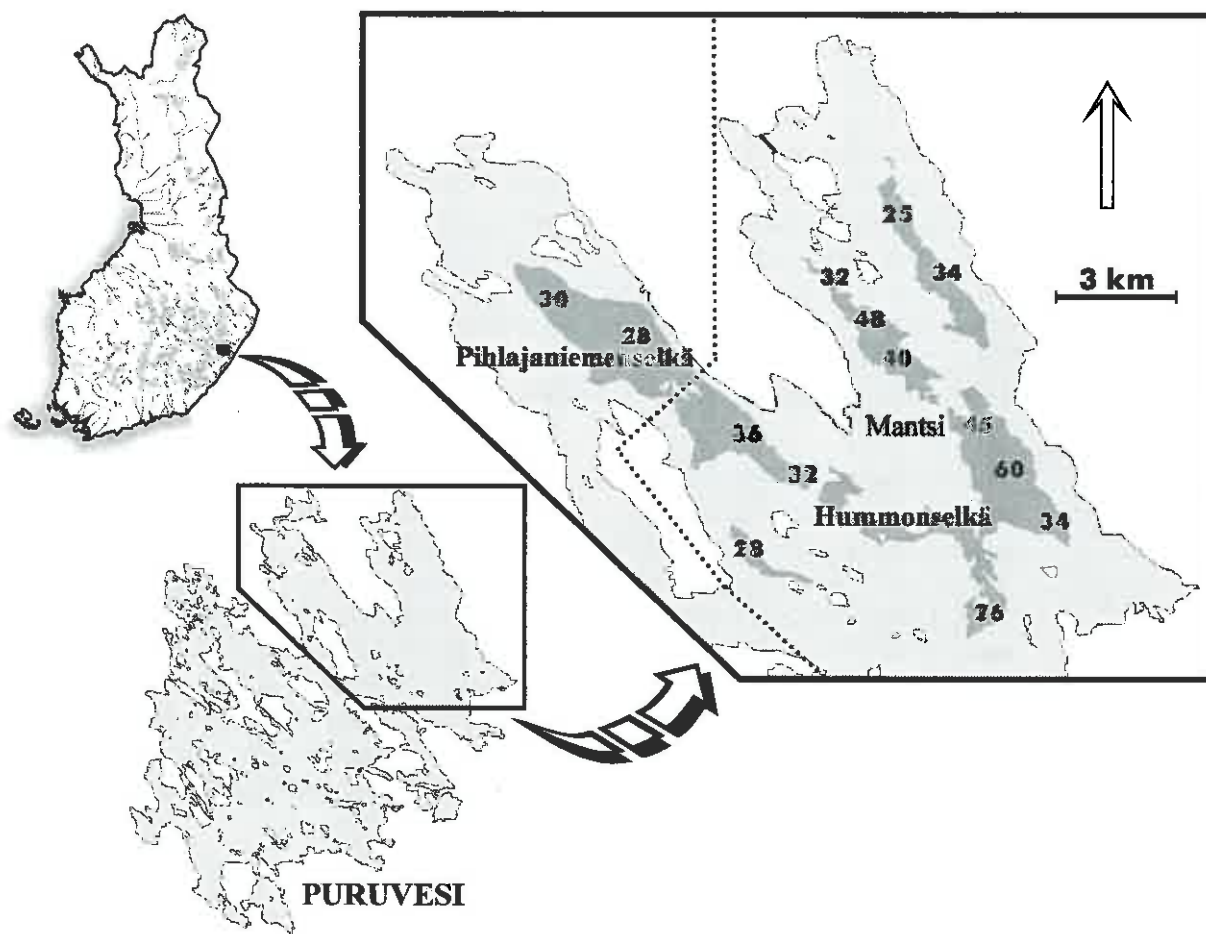
Nieriän oleskelualueiden valintaa on tutkittu runsaasti varsinkin Norjassa ja Ruotsissa. Usein tutkimuksissa on selvitetty nieriän ja järvitaimenen vuorovaikutussuhteita niin elinalueen kuin ravinnon valinnassakin (Svärdson 1976, Hindar ja Jonsson 1982, Hegge ym. 1989, Klementsén ym. 1989, Langeland ym. 1991, L'Abée-Lund ym. 1993, Langeland ja L'Abée-Lund 1996). Useimmiten tutkimukset ovat kohdistuneet pienehköihin vesistöihin ja pienikokoisiin, eläinplanktonia ja pohjaeläimiä syöviin nieriöihin, jotka yleensä esiintyvät yhdessä selkärangattomia syövien, pienikokoisiksi jäävien taimenten kanssa. Vuoksen vesistössä sekä nieriä että taimen sen sijaan käyttävät kalaravintoa, kasvavat nopeasti ja saavuttavat suuren koon (Seppovaara 1969). Harvoissa tutkimuksissa on selvitetty lajien oleskelualueita talviaikana (Hindar ja Jonsson 1982, Langeland ym. 1991, Knudsen ym. 1996).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää eri tutkimushankkeissa kerättyjen koekalastusaineistojen avulla istutettujen nieriöiden ja taimenten oleskelualueita Puruveden Hummonselällä, joka on ollut yksi Saimaan nieriän tärkeimmistä istutuskohdeista. Työssä tarkastellaan myös nieriän levittäytymistä heti istutuksen jälkeen Carlinmerkkipalautusten ja koepyyntien tulosten perusteella.

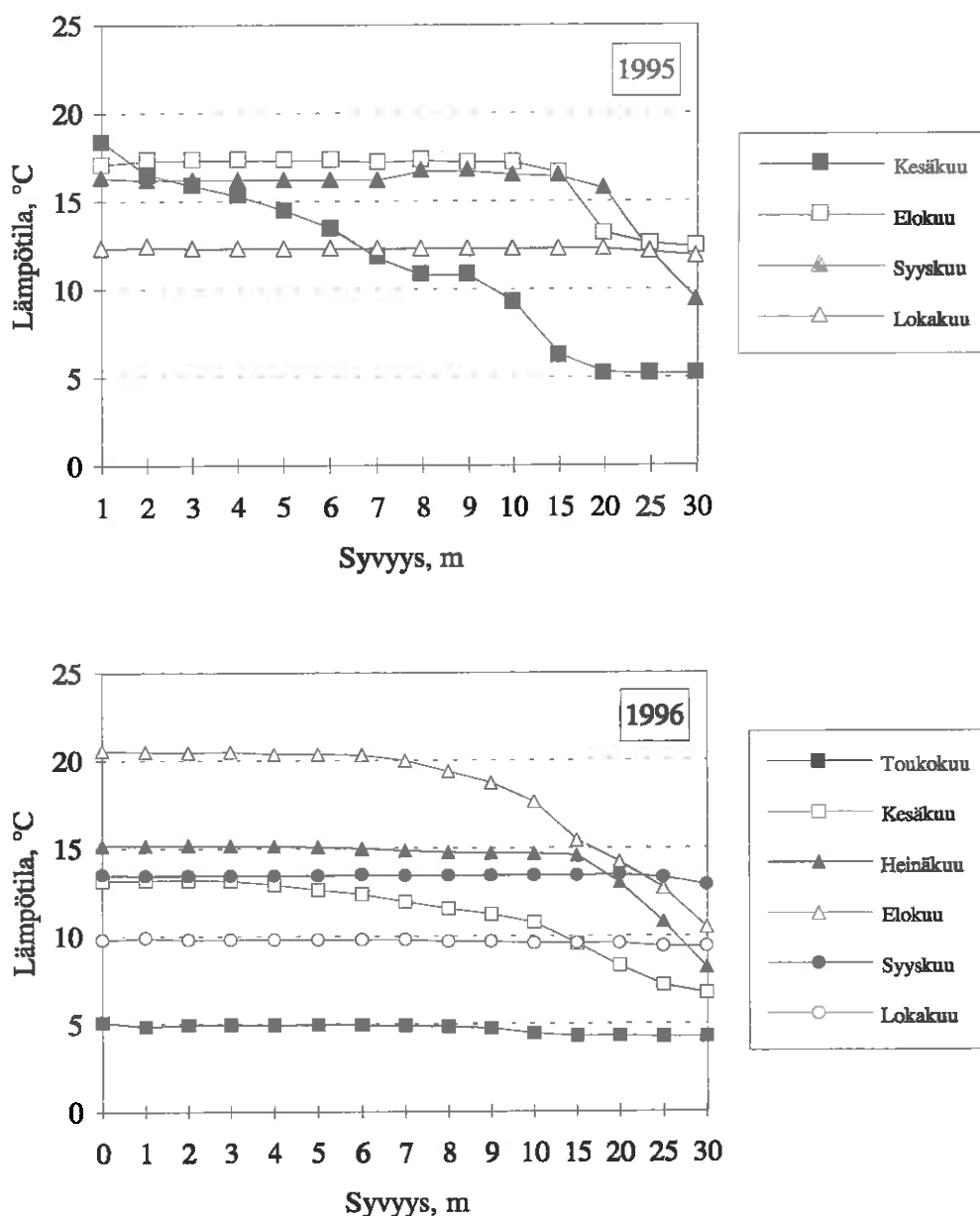
2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Tutkimusalue

Nierian ja taimenen habitaatin valintaa tutkittiin Puruveden pohjoisella pääaltaalla, Hummonselällä (kuva 1), jonne nieröitä on istutettu vuosina 1990-1995. Puruveden kokonaispinta-ala on 418 km², josta Hummonselkään kuuluu 83,8 km². Puruvesi on oligotrofinen ja kirkasvetinen järvi (väri noin 5 mg Pt/l, näkösyvyys keskimäärin 8 m). Koko järven keskisyvyys on noin 10 m ja suurin syvyys 66 m. Hummonselkä on muuta järveä syvempi. Sen keskisyvyudeksi on arvioitu 20 m (Kauppi ym. 1985). Harppauskerros alkaa alkukesällä yleensä noin 10 m syvyydestä ja painuu syvemmälle loppukesää kohti. Päällysveden lämpötila on kesäaikaan korkeimmillaan 16-21 °C ja alusveden lämpötila 7-11 °C (kuva 2). Talvella järvi on käänteisesti kerrostunut. Hummonselän läheisellä Rauvitsanselällä sijaitsevalta valtakunnalliselta syväennehavaintopaikalta numero 39 tehtyjen mittausten mukaan syvyydellä 29 m pohjanläheisten vesikerrosten lämpötila oli loppupalvesta (maaliskuussa) vuosina 1992-1995 noin 3 °C ja hapen kyllästysaste vaihteli välillä 44,0-50,6 %.



Kuva 1. Tutkimusalue. Yli 20 m:n syvänteet on tummennettu ja suurimpia syvyyksiä on merkitty karttaan.



Kuva 2. Veden lämpötila Puruveden ulapalla avovesikausina 1995 ja 1996.

Puruvedellä tutkittiin kalayhteisön rakennetta ja lajien välisiä vuorovaikutussuhteita vuosina 1992-1996. Tällöin järven yleisimmät kalalajit olivat ahven, särki ja siika (H. Auvinen ym., julkaisematon aineisto). Tutkimusjakso osui pitkän, 1980-luvun puolivälissä alkaneen muikkukadon aikaan, jolloin muikun osuus pelagiaalin kalastossa oli pieni. Vasta kesällä 1996 havaittiin Hummonselän muikkukannassa elpymisen merkkejä. Puruveden kalastoon kuuluvat myös kiiski, lahna, made, hauki, kuore, järvikutuinen harjus, sorva, salakka, säyne, muttu, härkäsimppu sekä istutetut lajit, järvitaimen, kuha ja järvilohi. Vuosina 1990-1993 järvitaimenen istutusmäärät olivat 24 000-35 000 kpl vuosittain ja istukkaiden iät vaihtelivat vuodesta kolmeen vuoteen. Kesänvanhoja - kaksivuotiaita nieriöitä istutettiin yhteensä 72 900 kpl vuosina 1990-1995. Nieriä ja taimen ovat aikoinaan kuuluneet Puruveden luontaiseen lajistoon, mutta ovat ihmisen toiminnan seurauksena hävinneet. Taimenkannat hävisivät kutujokien rakentamisen ja perkaamisen myötä. Nieriän häviämisen syitä ei tunneta, mutta yhtenä syy-

nä on todennäköisesti ollut liian voimakas kalastus, erityisesti kutuaikana (Seppovaara 1969).

Puruveden pohjaeläimistöön kuuluvat kirjallisuustietojen mukaan (mm. Svärdson ym. 1988, L'Abée-Lund ym. 1993) seuraavat nieriän ravintona tärkeät reliktiäyriäiset: syvänteissä esiintyvä semipelaginen jäännehalkoisjalkainen (*Mysis relicta* Lovén) sekä littoraalista syvänteihin esiintyvät okakatka (*Pallasea quadrispinosa* Sars) ja valkokatka (*Pontoporeia affinis* Lindström). Puruvedellä reliktiäyriäisten tiheydet olivat 1990-luvun alussa pienemmät kuin muilla tutkituilla Saimaan selillä. Syyksi on arveltu joi-nakin talvikausina pientä syvänteiden happipitoisuutta ja kalapredaatioita (Bagge 1992, Liimatainen ja Bagge 1992).

2.2. Koekalastukset ja aineiston käsittely

Koekalastuksia varten Puruveden Hummonselkä jaettiin neljään habitaattiin; kahteen littoraalittyyppiin (kivikko-hiekkaranta ja kasvillisuusranta, syvyys alle 3 m) sekä kahteen ulappa-alueeseen (matala ulappa, syvyys 3-10 m ja syvä ulappa, syvyys yli 10 m). Hummonselän alue jaettiin neliökilometrin ruutuihin, jotka luokiteltiin syvyyden mukaan eri habitaatteihin. Rantaviiva jaettiin 500 m:n pituisiin osiin, jotka luokiteltiin kasvillisuus- tai kivikko-hiekkarantatyyppiin.

Vuonna 1992 tutkimusten painopiste oli kalayhteisön rakenteen selvittämisessä ja koekalastuspaikat valittiin satunnaisesti kustakin habitaatista jokaisena kalastuskertana. Tuolloin käytettiin pääasiassa kymmenen verkon sarjaa (ns. Vekary-sarja hieman muutettuna, liite 1). Ranta-alueilla kalastettiin pohjaan lasketulla verkkosarjalla. Matalalla ulapalla (3-10 m) pyydettiin pohja- ja pintaverkoilla ja syvällä ulapalla (>10 m) pohja-, välivesi- (10-13 m:n syvyydessä) ja pintaverkoilla. Lisäksi eri habitaateilla nuotattiin ja troolattiin (ks. taulukko 3). Troolia ja avoperänuottaa vedettiin pinnassa ja pohjanuottaa pohjassa.

Muina vuosina keskityttiin nieriän, taimenen ja ahvenen ravintonäytteiden keruuseen. Näytteenotto suunniteltiin kesän 1992 tulosten perusteella ravintotutkimuksen vaatimusten mukaisesti. Vuonna 1992 käytössä ollut verkkosarja hajotettiin yksittäisiksi verkoiksi (liite 1). Koekalastuksissa käytettiin myös kahta eri tyyppiä ns. yleiskatsausverkoja. Lisäksi vuosina 1994-1996 kalastettiin myös vakioverkkosarjalla, jota käytetään verkkojen valikoivuustutkimuksiin. Valikoivuussarja koostui 12 verkosta. Verkot laskettiin satunnaisessa järjestyksessä ulappa-alueella pohjapyyntiin 6,5 metrin syvyydestä 47 metrin syvyyteen saakka (taulukko 1). Lisäksi ulapalla käytettiin taimenen ja nieriän pohjapyyntiin myös paria kookkaampaa verkkotyyppiä (2,4×30 m ja 5×60 m). Verkkopyynti keskittyi erityisesti vuosina 1994 ja 1995 pohja-alueille, minkä vuoksi ulapan pintavesissä kalastettiin lisäksi lohisiimalla (liite 1, taulukko 3).

Koska vuosina 1993-1995 pyynti keskittyi ravintonäytteiden hankkimiseen, oli pyyntiponnistus verkoilla hyvin erilainen eri habitaateilla (taulukko 2). Turusen ja Hirvosen (1997) mukaan valikoivuustutkimuksessa käytössä olleista verkoista (solmuväli 30-55 mm) eniten nieriöitä saatiin silmäharvuuksista 30 ja 35 mm. Kalayhteisötutkimuksen koekalastuksissa havaittiin, että myös silmäharvuudet 25 ja 27 mm pysyivät hyvin nieriää. Näiden eniten nieriää antaneiden silmäharvuuksien 25, 27, 30 ja 35 mm verkkojen kokonaispinta-ala oli vuosina 1992-1996 yhteensä runsaat 56 000 m² (taulukko 2).

Taulukko 1. Puruveden koeverkkokalastukset valkoivuussarjan verkoilla (solmuväli 30-55 mm) syvyysvyöhykkeittäin (pohjapyynti).

Pyyntijakso	Syvyysvyöhyke (m)	Verkotuskerrat (kpl)	Verkkojen kokonaisala (m ²)	(%)
Talvi 1995	6,5-12,5	109	9 810	16
	13-19	158	14 220	23
	19,5-25,5	203	18 270	29
	26-32	112	10 080	16
	> 32	114	10 260	16
	Yhteensä	696	62 640	
Syksy 1995	6,5-12,5	-	-	-
	13-19	-	-	-
	19,5-25,5	4	360	6
	26-32	31	2 790	43
	> 32	37	3 330	51
	Yhteensä	72	6 480	
Kesä 1996	6,5-12,5	14	3 780	7
	13-19	8	2 160	4
	19,5-25,5	28	7 560	14
	26-32	75	20 250	36
	> 32	81	21 870	39
	Yhteensä	206	55 620	

Taulukko 2. Puruveden koeverkkokalastukset vuosina 1992-1995: koekalastuskerrat, pyynnissä olleiden verkkojen kokonaispinta-alat sekä eniten nieriää pyytäneiden solmuvälien (25, 27, 30, 35 mm) pinta-alat ja niiden osuus kokonaispinta-alasta.

Vuosi	Habitaatti	Pyyntikertoja (kpl)	Verkkojen kokonaisala (m ²)	25-35 mm verkot	
				(m ²)	(%)
1992	Matala ulappa, < 10 m	20	10 686	4 500	42
	Syvä ulappa, > 10 m	62	32 076	12 816	40
	Kasvillisuusranta	11	5 940	2 376	40
	Kivikko-hiekkaranta	9	4 860	1 944	40
1993	Matala ulappa, < 10 m	1	270	90	33
	Syvä ulappa, > 10 m	44	15 282	7 578	50
	Kasvillisuusranta	11	7 992	3 420	43
	Kivikko-hiekkaranta	14	17 172	1 116	6
1994	Matala ulappa, < 10 m	15	19 272	3 114	16
	Syvä ulappa, > 10 m	23	24 360	6 984	29
	Kasvillisuusranta	5	4 266	1 404	33
	Kivikko-hiekkaranta	4	2 970	1 170	39
1995	Matala ulappa, < 10 m	9	6 096	774	13
	Syvä ulappa, > 10 m	47	44 220	8 046	18
	Kasvillisuusranta	1	648	252	39
	Kivikko-hiekkaranta	4	2 538	882	35
1992-1995 Yhteensä		280	198 648	56 466	
<u>Keskimäärin</u>					
Matala ulappa, < 10 m		11	9 081	2 120	26
Syvä ulappa, > 10 m		44	28 985	8 856	34
Kasvillisuusranta		7	4 712	1 863	39
Kivikko-hiekkaranta		8	6 885	1 278	30

Koekalastuksia tehtiin vuosina 1992-1996 toukokuun puolivälistä marraskuun alkuun kahden viikon-kuukauden välein. Valikoivuusverkkosarjoilla talviaineistoa kerättiin tammikuusta huhtikuuhun 1995 ja avovesikauden aineistoa syys- ja lokakuussa 1995 ja touko-syyskuussa 1996.

Kesäaikaan kaikki verkot olivat pyynnissä yön yli. Verkkoja koettiin kesä-syyskuussa kerran tai kahdesti illalla, mutta näiden kokemiskertojen saaliit yhdistettiin tuloksittelyssä. Yksikkösaalis on ilmoitettu nieriöiden ja taimenten lukumääränä 100 verkkoneliometriä kohti yön yli kestävässä pyynnissä. Valikoivuussarjan verkot koettiin talviaikaan 3-4 päivän välein ja avovesikautena kuten muutkin verkot. Nieriöiden ja taimenten yksikkösaalis laskettiin lukumääränä koentakertaa kohti kun tarkasteltiin lajin esiintymistä eri syvyysvyöhykkeillä.

Puruvedellä nuotattiin ja troolattiin yleensä ilta- ja yöaikaan. Lohisiima oli useimmiten pyynnissä ympäri vuorokauden, ja se koettiin 2-3 kertaa vuorokaudessa. Nuottauksen yksikkösaalis nieriällä ja taimenella on ilmoitettu saaliin kappalemääränä vetokertaa kohti ja troolin yksikkösaalis vastaavasti vetotuntia kohti. Siimapyyynnissä yksikkösaalis on laskettu nieriöiden ja taimenten kappalemääränä pyynnissäolotuntia kohti.

Saaliiksi saadut nieriät ja taimenet punnittiin gramman tarkkuudella ja kokonaispituudet mitattiin millimetrin tarkkuudella. Yhteensä koekalastuksissa saatiin 1 178 nieriää ja 333 taimenta.

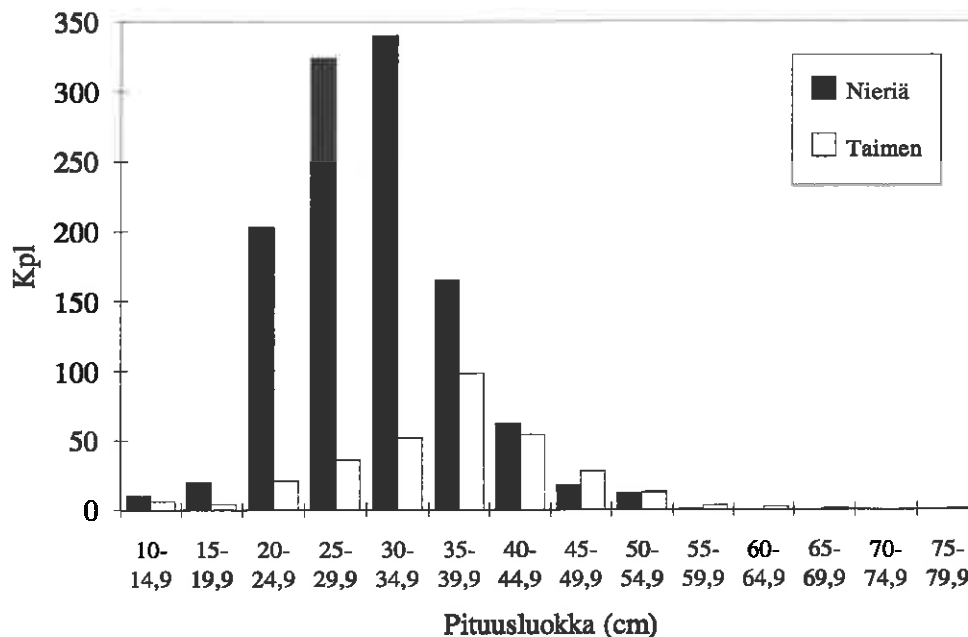
Nieriän ja taimenen esiintymistä eri habitaateilla, pelagiaalin eri vesikerroksissa sekä Hummonselällä horisontaalisesti tarkasteltiin avovesikausien 1992-1995 koekalastusten tulosten perusteella. Nieriän esiintymistä eri syvyisillä pohja-alueilla on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu verkkovalikoivuustutkimuksen aineistosta talvelta 1995, syksyiltä 1995 sekä kesältä 1996. Tässä aineistossa verkkojen pyyntisyvyudet luokiteltiin 6 metrin syvyysvyöhykkeisiin. Ensimmäinen vyöhyke alkoi 6,5 metristä. Syvyudet 32-47 m yhdistettiin yhdeksi vyöhykkeeksi, koska pyyntiponnistus varsinkin talvikautena oli vähäinen näillä alueilla (taulukko 1). Syvyyden vaikutus saaliisiin testattiin mediaanitestillä, jossa kunkin syvyysvyöhykkeen yhteisen mediaanin ylä- ja alapuolisten kappalesaaliiden frekvenssit testattiin χ^2 -testillä.

Istutettujen nieriöiden liikkumisaluetta ja -nopeutta sekä pyyntialueita tarkasteltiin Puruveteen tehtyjen merkintöjen perusteella. Vuonna 1994 istutettiin 1 497 kpl ja vuonna 1995 1 499 kpl 2-vuotiaista Carlin-merkittyä nieriää kahdessa erässä. Vuonna 1994 kalojen keskikoko oli 23,3 cm ja 91 g ja vuonna 1995 vastaavasti 22,7 cm ja 86 g. Nieriät merkittiin huhtikuussa ja istutettiin heti jäiden lähdön jälkeen (17.5.1994 ja 23.5.1995). Kalat kuljetettiin säiliöissä ulapalle Hummonselän pääsyvänteiden väliselle ns. Mantsin matalikolle ja nostettiin osittain vettäpitävillä haaveilla noin 10 kappaleen erissä järveen. Kuljetusalue kiersi hitaasti matalikon reunoilla 2-5 m:n syvyysvyöhykkeellä. Istutusalueen pinta-ala oli noin 200 ha ja istutusreitien pituus noin 3 km.

Tarkasteluun otettiin mukaan vuoden kuluessa istutuksesta tulleet palautukset, koska vuonna 1995 istutetuista eristä ei ollut tarkasteluajankohtana tullut vielä palautuksia tätä pidemmältä ajanjaksolta. Aineistona on käytetty Riistan- ja kalantutkimukseen tulleita palautuksia sekä omista koepyyynneistä saatuja merkittyjä kaloja (yhteensä 1 080 kpl). Pyyntipaikaksi oli 32,6 % palautuksista merkitty Hummonselkä tai Mantsi ilman tarkempaa tietoa. Nämä palautukset jaettiin Hummonselän alueille (kuvassa 5 alueet 1, 2, 3, 4, 5, 8 ja 9) siinä suhteessa kuin muutkin palautukset olivat tulleet eri alueilta. Ne eivät siis vaikuta palautusten prosentuaaliseen jakaumaan eri alueiden välillä.

3. Tulokset

Puruveden Hummonselältä vuosina 1992-1996 koekalastuksissa saaliiksi saatujen nieriöiden keskipituus oli 30,4 cm (sd=6,5) ja keskipaino 274,1 g (sd=407,1) (kuva 3). Lähes kaikki (92 %) nieriät olivat kalastusasetuksen mukaista nieriän alamittaa (40 cm) pienempiä. Yksikään saalisnieriä ei myöskään ollut vielä sukukypsä. Sukukypsyyden nieriät saavuttavat vasta noin 60 cm:n koossa, jolloin ne ovat 6-7 vuotiaita. Saalistaimenten keskipituus oli 36,7 cm (sd=9,0) ja keskipaino 577,5 g (sd=496,6) (kuva 3).

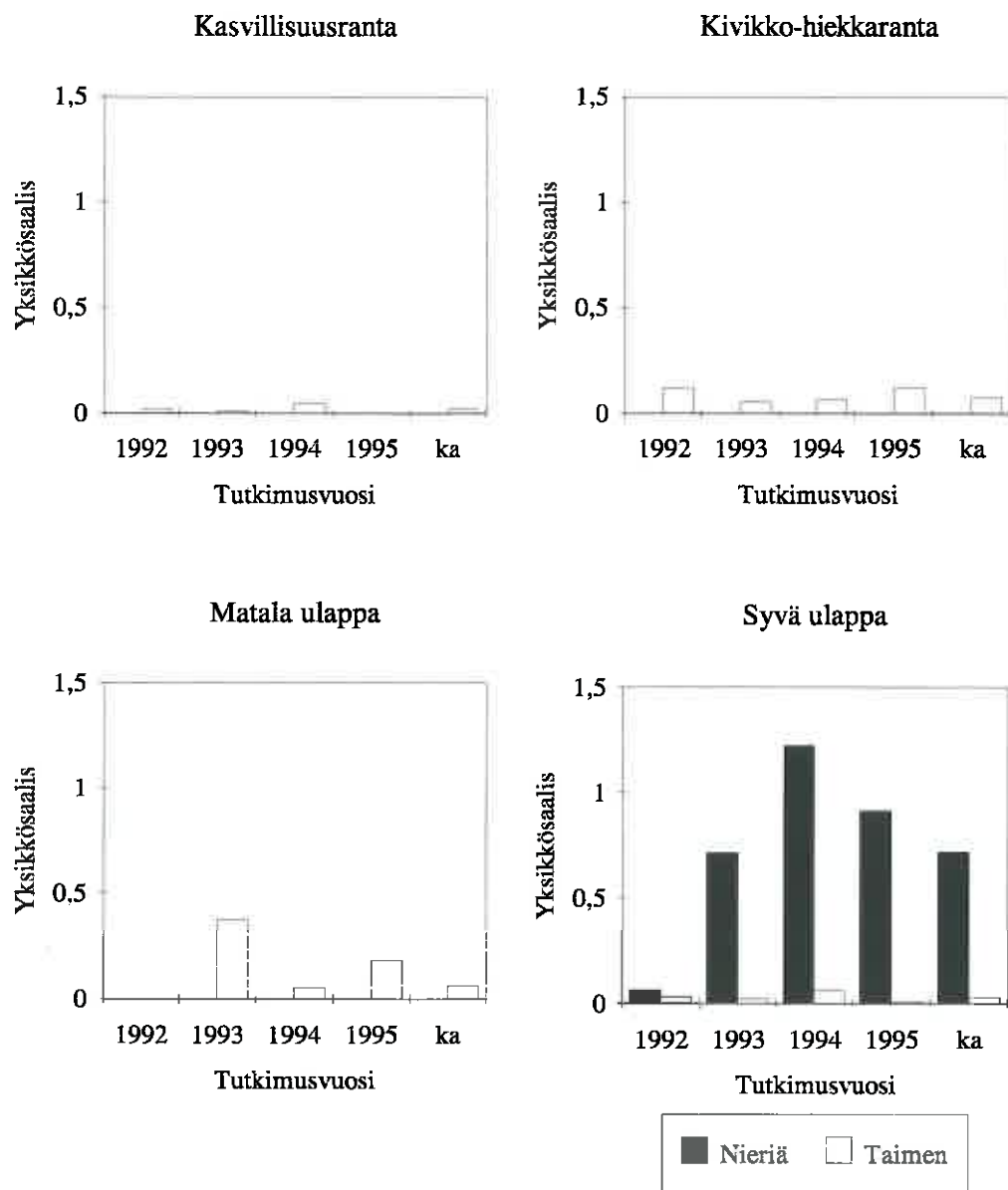


Kuva 3. Puruvedeltä vuosina 1992-1996 koepyyntneissä saatujen nieriöiden ja taimenten pituusjakaumat.

3.1. Nieriän ja taimenen esiintyminen eri habitaateilla

Nieriän esiintymisalue Hummonselällä oli selkeä; kaikki koekalastuksissa saadut nieriät jäivät pyydyksiin syvän ulapan (>10 m) alueelta (kuva 4, taulukko 3). Taimenia sen sijaan saatiin saaliiksi kaikilta habitaateilta. Verkkopyyntnissä keskimääräinen taimenen yksikkösaalis oli suurin matalalla ulappa-alueella ja pienin syvällä ulappa-alueella (kuva 4). Matalan ulapan alueelta taimenia saatiin myös pohjanuotalla ja lohisiimalla (taulukko 3).

Horisontaalisesti nieriän esiintymisalueet rajoittuivat pääosin Hummonselän yli 20 m:n syvänteisiin. Taimen oleili samoilla syväntealueilla, mutta myöskin ranta-alueilla.



Kuva 4. Nieriän ja taimenen verkkoyksikkösaaliit Puruveden eri habitaateissa. Yksikkösaalis on ilmoitettu kpl/100 m² yön yli kestäneessä pyynnissä. (ka = keskiarvo)

Taulukko 3. Puruvedellä vuosina 1992-1995 tehdyt nuottaukset, troolaukset sekä siimapyynnit ja niistä saaliiksi saatujen nieriöiden ja taimenten lukumäärät.

Vuosi	Habitaatti	Pyydys	Vetokertoja/ pyyntitunteja	Nieriä, kpl	Taimen, kpl
1992	Kasvillisuusranta	Rantanuotta	2 kpl	0	0
	Kivikko-hiekkaranta	Rantanuotta	2 kpl	0	0
	Matala ulappa	Rantanuotta	2 kpl	0	0
		Avoperänuotta	1 kpl	0	0
		Pohjanuotta	28 kpl	0	20
	Syvä ulappa	Avoperänuotta	10 kpl	0	4
		Trooli	30 h	0	63
1993	Matala ulappa	Pohjanuotta	10 kpl	0	0
	Syvä ulappa	Trooli	2 h	0	6
1994	Matala ulappa	Siima	5 h	0	4
	Syvä ulappa	Siima	348 h	1	81
1995	Matala ulappa	Pohjanuotta	8 kpl	0	0
	Syvä ulappa	Trooli	10 h	0	10
		Siima	144 h	0	51

3.2. Nieriän ja taimenen esiintyminen ulapan eri vesikerroksissa

Nieriä esiintyi koekalastusten tulosten perusteella avovesikautena lähes pelkästään pelagiaalin pohjan läheisessä vesikerroksessa; verkoilla ei saatu yhtään nieriää pinta- ja välivesipyynneissä, vaan kaikki tulivat pohjapyynneissä (taulukko 4). Tämän tutkimuksen ulkopuolella tehdyissä kalastuksissa saatiin kuitenkin lokakuun lopulla 1996 välivesiverkoilla seitsemän nieriää. Myöskään syvän ulapan pintavesissä tehdyissä nuottauksissa (avoperänuotta) ja troolauksissa ei saatu nieriöitä (taulukko 3). Vuosina 1994 ja 1995 siimapyynti syvimmän ulapan pintakerroksessa oli runsasta, mutta ainoastaan yksi nieriä saatiin saaliiksi lokakuun lopulla 1994 (taulukko 3).

Taimenen oleskelualue pelagiaalin eri vesikerroksissa näyttää olevan laajempi kuin nieriän. Taimenia saatiin sekä pinta- että pohjaverkoilla (taulukko 4). Toisin kuin nieriää, taimenta tuli myös ulappa-alueen pintavesien nuottauksissa, troolauksissa ja siimapyynneissä (taulukko 3).

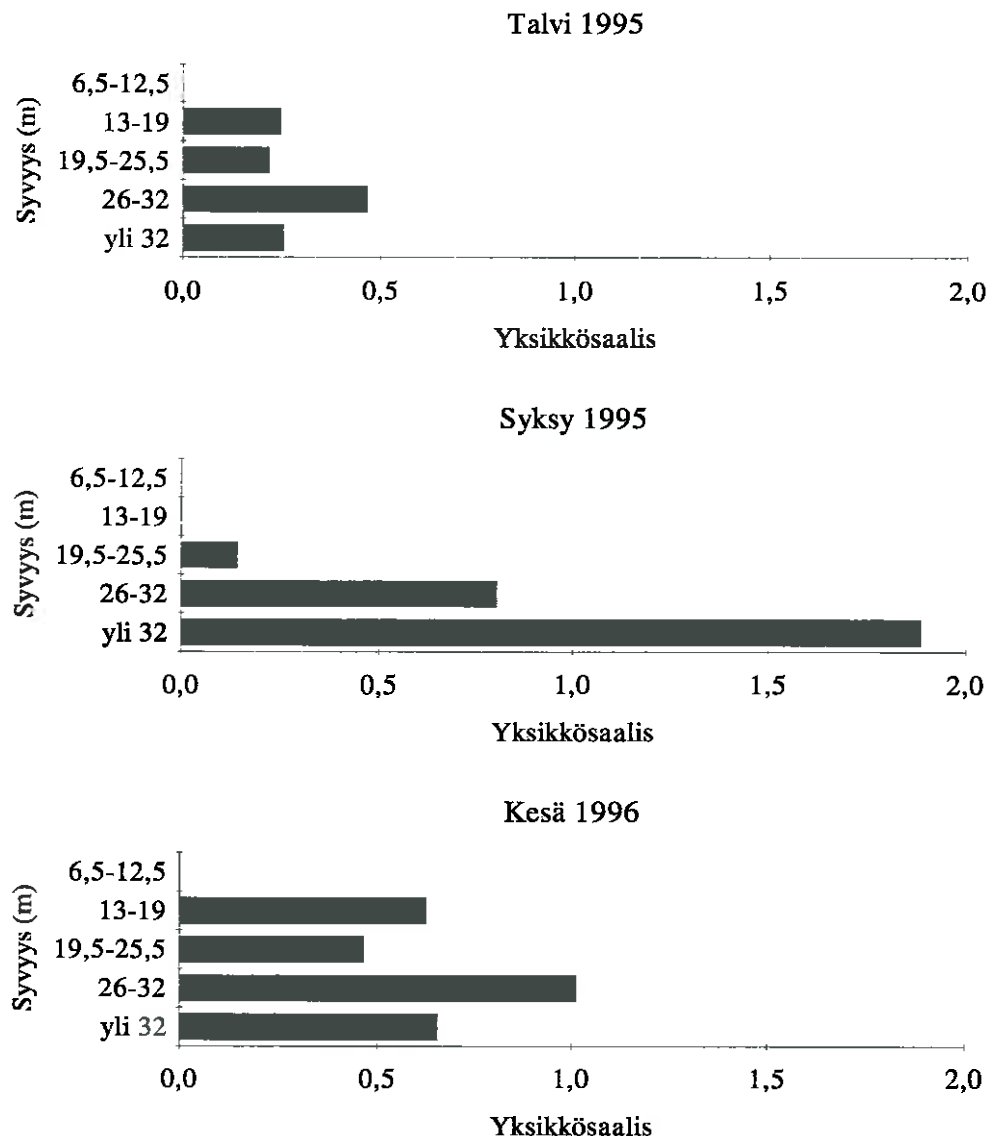
Taulukko 4. Puruveden koeverkkoisaalis ulapan eri vesikerroksissa vuosina 1992-95. Yksikkösaalis on ilmoitettu kpl/100 m² yön yli kestäneessä pyynnissä.

Vesikerros	Verkkojen kokonaisala (m ²)	Saalis (kpl)		Yksikkösaalis	
		Nieriä	Taimen	Nieriä	Taimen
Pinta	20 070	0	10	0	0,05
Välivesi	19 794	0	0	0	0
Pohja	110 898	830	40	0,75	0,04
Yhteensä	150 762	830	50		

3.3. Nieriän ja taimenen esiintyminen ulapan eri syvyisillä pohja-alueilla

Talvella 1995 pohjan eri syvyysvyöhykkeiden nieriäsaaliit erosivat toisistaan merkitsevästi (mediaanitesti, $p=0,0001$). Yhtään nieriää ei talvipyynnissä saatu syvyysvyöhykkeeltä 6,5-12,5 m (kuva 5). Nieriöitä esiintyi syvyysvyöhykkeeltä 13-19 m alkaen aina suurimpiin syvyyksiin, yli 32 m:iin saakka. Eniten saaliista tuli syvyysvyöhykkeeltä 26-32 m. Taimenia saatiin talvikauden koepyyntneissä vain 18 kpl. Niitä jäi verkkoihin jo matalimmassa syvyysvyöhykkeessä 6,5-12,5 m ja yksikkösaaliit olivat lähes yhtä suuret syvyyksissä 6,5-32 m (0,03-0,04 yksilöä/koentakerta). Yli 32 m syviltä pohja-alueilta taimenta ei tullut saaliiksi.

Kesällä 1996 pohjan eri syvyysvyöhykkeiltä saadut nieriäsaaliit erosivat myös toisistaan merkitsevästi (mediaanitesti, $p=0,0011$). Samoin kuin talviaikaan, tuli kesällä syvyysvyöhykkeeltä 26-32 enemmän saalista kuin muilta syvyyksiltä (kuva 5). Myös yksikkösaalis oli suurin tässä syvyydessä. Kesällä saalis painottui syvempiin vesikerroksiin kuin talviaikaan.



Kuva 5. Nieriän yksikkösaaliit verkkojen valikoivuussarjan pyynnissä eri syvyisillä pohja-alueilla. Yksikkösaalis on ilmoitettu kappaleina koentakertaa kohti.

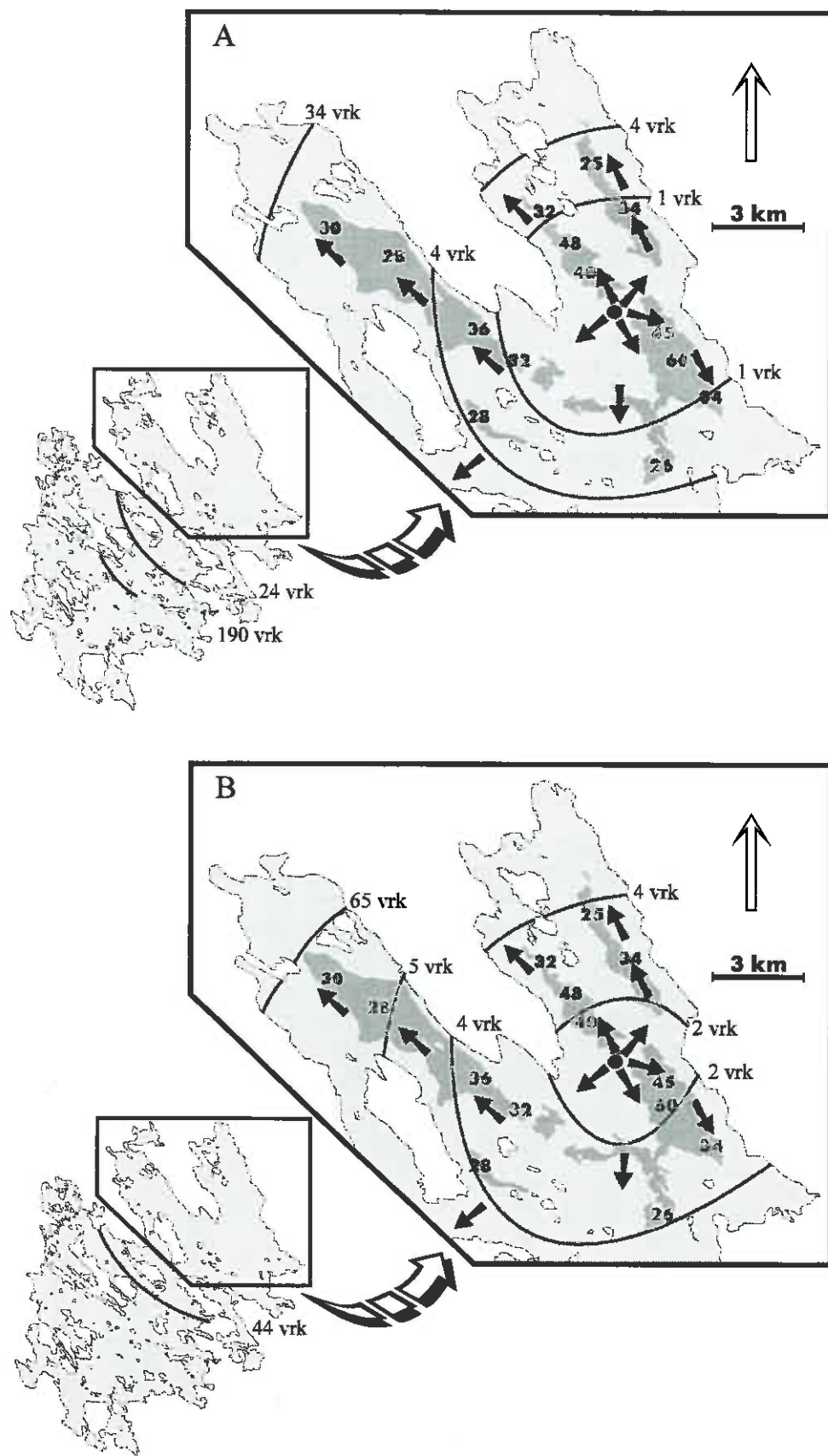
Avovesikauden lopun tilannetta kuvaavat koekalastussaaliit syys-lokakuulta 1995. Tuolloin nieriää oli eniten syvimmillä pohja-alueilla. Näiltä alueilta saatiin merkitsevästi parempia saaliita kuin muilta syvyysvyöhykkeiltä (mediaanitesti, $p=0,0009$). Tosin pohja-alueilla, joiden syvyys oli 13-19 m, pyyntiponnistus oli vähäinen ja tätä matalammilla alueilla ei kalastettu lainkaan.

3.4. Istutettujen nieriöiden liikkeet ja pyyntialueet

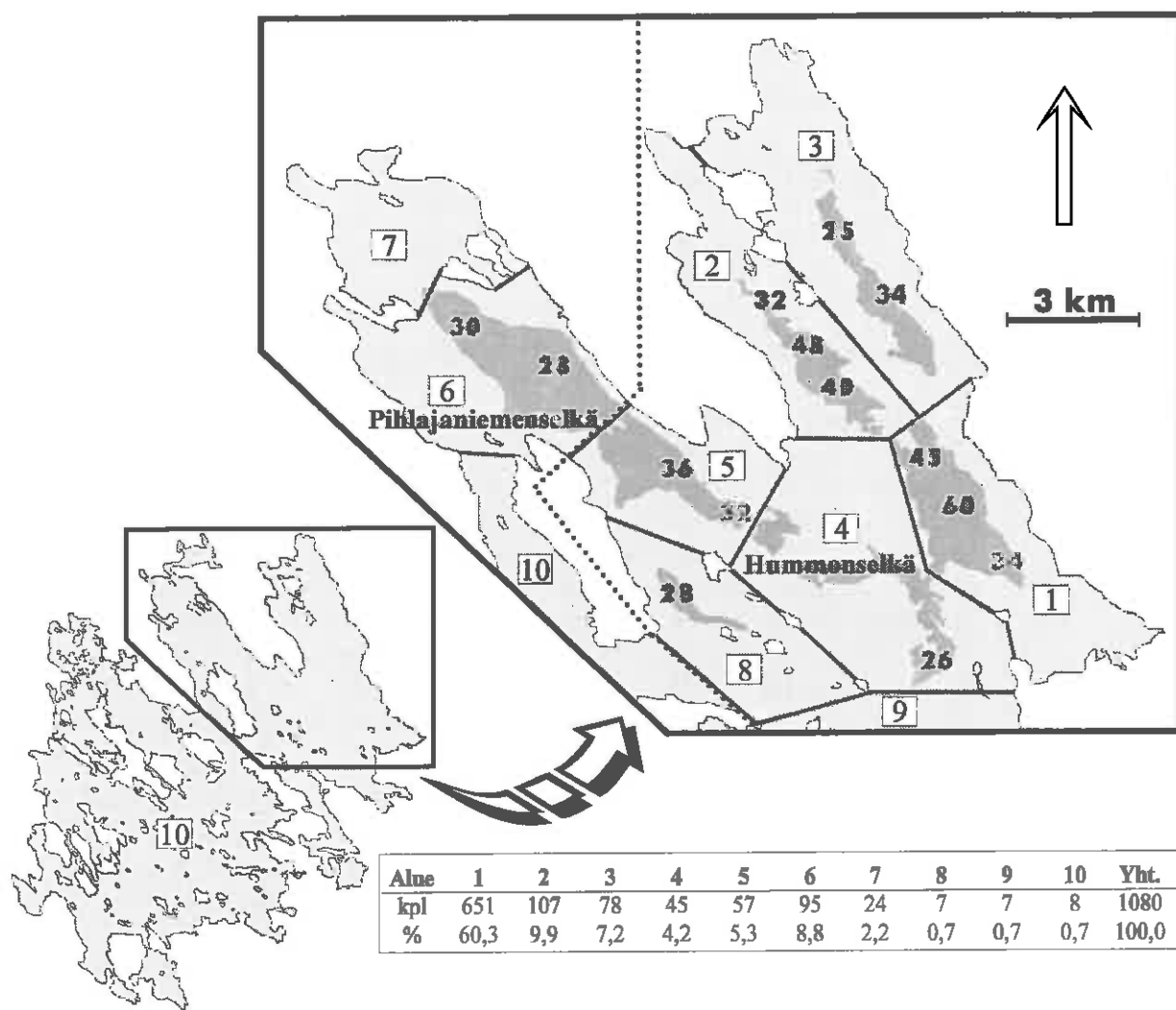
Hummonselän Mantsin matalikolle keväällä 1994 ja 1995 istutetut 2-vuotiaat Carlin-merkityt nieriänpoikaset levittäytyivät nopeasti istutusalueelta ympäröiviin syvänteisiin (kuva 6). Keväällä 1994 ensimmäiset Carlin-merkityt nieriät jäivät verkkoon 30 m:n syvyydestä jo neljä tuntia istutuksen jälkeen neljän kilometrin päässä lähimmästä istutuspaihasta, Hummonselän suurimman syvänteen vastakkaisessa päässä. Kahden vuorokauden kuluessa istutuksesta yhä useampi nieriä oli ehtinyt noin neljän kilometrin säteelle istutusalueesta. Neljän vuorokauden kuluttua istutuksesta niitä saatiin noin kuuden kilometrin säteellä istutusalueesta kaikilta Hummonselän syvänealueilta. Poikaset olivat jo tuolloin löytäneet tiensä myös Pihlajaniemenselälle. Puruveden eteläosiin, joihin on vajaan kymmenen metrin syvyiset vesiyhteydet, eivät nieriät juurikaan näyttäneet vaeltavan. Sieltä saatiin vain muutamia merkkipalautuksia, ensimmäiset vajaan kuukauden kuluttua istutuksesta.

Nieriät vaelsivat istutuksen jälkeen hyvin nopeasti ulapan syvänteisiin. Kuten edellä mainittiin, neljän tunnin kuluttua istutuksesta nieriöitä saatiin koekalastuksessa 30 m:n syvyydestä. Muiden kalastajien palautuksissa istutuksen jälkeiseltä vuorokaudelta matalin pyyntitieto oli 15 m. Parin viikon kuluessa istutuksesta tehdyissä koekalastuksissa matalimmalta tullut nieriä saatiin noin 26 m:n syvyydestä.

Vuoden kuluessa istutuksesta 2 996 Carlin-merkitystä nieriästä saatiin saaliksi 36 % (1 080 kpl). Nieriöitä saatiin pääasiassa niiltä syvänealueilta, joille on istutusalueelta vähintään 15 m:n syvyinen yhteys (kuva 7). Näiden alueiden ulkopuolelta, Puruveden eteläosasta, saatiin vain vajaa prosentti kaikista palautuksista. Suurin osa Carlin-merkkipalautuksista tuli Hummonselän suurimmalta syvänteeltä (kuva 7, alue 1). Loput palautukset jakautuivat Hummonselän muiden syvänteiden ja viereisen Pihlajaniemenselän syvänteiden kesken. Ulappa-alueiden laidoilla sijaitsevilta matalilta alueilta (kuva 7, alueet 7, 8 ja 9) saatiin vain muutamia nieriöitä. Niitä alkoi tulla vasta vesien jäähtyttyä syksyllä ja talvella.



Kuva 6. Istutettujen nieriöiden levittäytyminen Puruvedellä vuosina 1994 (A) ja 1995 (B). (• = istutuspaikka).



Kuva 7. Vuosina 1994 ja 1995 istutettujen Carlin-merkkityjen nieriöiden palautukset Puruveden eri alueilta.

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Nieriän ja taimenen oleskelualue ja siihen vaikuttavat tekijät

Nieriöitä saatiin Puruvedeltä saaliiksi koepyyntneissä pelkästään yli 10 m syviltä ulappa-alueilta, vaikka kalastus matalammilla ulappa-alueilla ja rantavyöhykkeessä oli melko runsasta. Syvillä ulappa-alueilla nieriä eli pääasiassa pohjan lähellä; niitä saatiin lähes pelkästään pohjaverkoilla. Pintavedestä nieriöitä tuli vain lokakuussa 1994 siimalla yksi ja välivedestä yhtenä pyyntikertana lokakuussa 1996 verkoilla seitsemän yksilöä. Taimenen elinalue sen sijaan oli laajempi kuin nieriän. Niitä tuli sekä ranta- että ulappa-alueilta. Suurin verkkopyynnin yksikkösaalis saatiin matalalta ulapalta ja pienin syvältä ulapalta. Taimenen elinalue pelagiaalin eri vesikerroksissa näytti myös olevan laajempi kuin nieriän. Taimenia saatiin sekä pinta- että pohjaverkoilla. Toisin kuin nieriää, niitä jäi saaliiksi myös ulappa-alueiden pintavesien troolauksissa ja nuottauksissa sekä siimapyyntneissä.

Nieriän ja taimenen oleskelualueet Puruvedessä olivat pääpiirteissään samanlaiset kuin muissakin tutkimuksissa on havaittu. Kun taimen ja nieriä esiintyvät samassa järvestä, taimen elää pääasiassa rannanläheisillä alueilla, joskus myös ulapalla, kun taas nieriä esiintyy pelkästään ulappa-alueella, runsaimpina pohjanläheisissä vesikerroksissa (Nilsson 1965, Langeland ym. 1991, L'Abée-Lund ym. 1993, Langeland ja L'Abée-Lund 1996). Sen sijaan esiintyessään yksin molempien lajien on havaittu suosivan ranta-alueita. Tutkitut nieriä- ja taimenpopulaatiot ovat olleet useimmiten kylmävetisissä tunturijärvisä eläviä, pohjaeläimiä ja eläinplanktonia ravintonaan käyttäviä muotoja, joiden ravintokohteita on runsaimmin rantavyöhykkeessä (Nilsson 1965, Langeland ym. 1991). Puruvedessä nieriän esiintymistä matalissa vesissä rajoittanevat kesäiset korkeat lämpötilat. Syyksi nieriän siirtymiseen pelagiaaliin taimenen ja nieriän eläessä samassa järvestä on arveltu sitä, että taimen on näistä lajeista aggressiivisempi ja kilpailutilanteessa syrjäyttää nieriän edullisimmalta habitaatilta (Nilsson 1967). Lisäksi lajien välillä on selektiivisiä eroja, mm. lämpötilavaatimuksissa ja näkökyvyssä, joiden ansiosta nieriä ja taimen pystyvät ruokailemaan erilaisissa lämpötila- ja valaistusolosuhteissa (Langeland ym. 1991). Nieriä pystyy myös hyödyntämään eläinplanktonia tehokkaammin kuin taimen ja on siten joustavampi ravinnonkäytössään (Nilsson ja Pejler 1973).

Nieriä suosii kylmempää vettä kuin taimen. Optimilämpötila kookkaiden poikasten ja aikuisten nieriöiden kasvulle on 11-14 °C ja taimenille vastaavasti 13-15 °C (Elliott 1975, Jobling 1983, Jensen 1985). Nieriä ruokailee ja kasvaa niinkin alhaisissa lämpötiloissa kuin 1-3 °C (Wandsvik ja Jobling 1982, Jensen 1985). Alhaisin lämpötila, jossa taimen kasvaa, on 4 °C (Elliott 1975). Näin ollen nieriän voidaan olettaa esiintyvän kesäaikaan syvemmällä kuin taimenen. Myös kasvukausi on nieriällä pidempi kuin taimenella.

Yhtenä tekijänä, joka mahdollistaa nieriän ja taimenen eriytymisen eri habitaatteihin on pidetty eroja niiden näkökyvyssä. Sekä nieriä että taimen ovat näkösaalistajia (Nilsson 1963, Ali ja Wagner 1980). Nieriä pystyy kuitenkin paikantamaan hajuaistinsa avulla saaliin pimeässäkin, joten sen saalistuskyky syvillä pohja-alueilla on parempi kuin taimenen (Jørgensen ja Jobling 1990).

Myös ravintoeläinten oleskelualueet vaikuttavat kalojen oleskelualueisiin. Puruvedessä sekä nieriä että taimen käyttivät kuoretta ja muikkua ravinnokseen. Nieriän ravinnossa myös reliktiäyriäisten, erityisesti jäännehalkoisjalkaisen (*Mysis relicta*), merkitys oli suuri. Taimen söi kalojen ohella mm. pintahyönteisiä ja surviaissääskien toukkia, sen sijaan reliktiäyriäisten osuus taimenen ravinnossa oli vähäinen (I. Kolari, julkaisematon aineisto). Kuore ja muikku esiintyvät Puruvedessä kesällä, lämpimän veden aikaan samoilla alueilla kuin nieriäkin, eli pääasiassa syvänteiden pohjavesissä yli 20:n syvyydessä, kuore syvemmällä kuin muikku (J. Jurvelius, julkaisematon aineisto). Jäännehalkoisjalkainen esiintyy Liimataisen ja Baggen (1992) mukaan Saimaan alueen suurissa järvissä, mm. Puruvedessä, kesäaikaan melko tasaisesti yli 21 m syvillä pohja-alueilla. Syksyllä syys-lokakuussa ne kuitenkin kerääntyvät syvemmälle, ilmeisesti syvemmälle painuvan harppauskerroksen myötä. Sama ilmiö on havaittu myös Pääjärvestä (Hakala 1978). Syyskierron jälkeen jäännehalkoisjalkaiset levittäytyvät jälleen matalammille pohja-alueille, mutta esimerkiksi Pääjärvestä (suurin syvyys 87 m) kevättalvella vain hyvin pieni osa yksilöistä nousee 20 m matalammalle (Hakala 1978).

Puruvedestä ei saatu nieriöitä talviaikaankaan matalilta pohja-alueilta, vaikka syvyysvyöhykkeessä 6,5-12,5 m pyyntiponnistus oli melko suuri (109 verkkokertaa). Mahdollisesti syynä oli jäännehalkoisjalkaisten esiintyminen suhteellisen syvällä talviaikaan. Nieriää esiintyi pohja-alueilla syvyysvyöhykkeeltä 13-19 m alkaen aina suurimpiin syvyyksiin, yli 32 m, saakka. Eniten niitä saatiin syvyysvyöhykkeeltä 26-32 m. Taimen näytti talviaikaan elävän hieman matalammilla pohja-alueilla kuin nieriä, joskin taimensaalis jäi vähäiseksi (18 kpl). Taimenia tuli tasaisesti syvyyksistä 6,5-32 m, mutta ei yli 32 m syviltä pohja-alueilta.

Nieriän oleskelualueet pohjan eri syvyysvyöhykkeillä olivat kesällä samanlaiset kuin talvellakin. Suurin yksikkösaalis saatiin myös kesällä syvyysvyöhykkeeltä 26-32 m. Saalis kuitenkin painottui hieman syvemmälle kesällä kuin talvella. Syys-lokakuussa 1995 tehdyissä koekalastuksissa saatiin nieriää sen sijaan eniten syvimmältä vyöhykkeeltä (yli 32 m). Tuolloin veden lämpötila oli vielä lokakuussa noin 12 °C aina 30 m:iin saakka. Nieriät ja todennäköisesti myös jäännehalkoisjalkaiset olivat painuneet harppauskerroksen alapuolelle. Sen sijaan lokakuussa 1996 veden lämpötila oli jo alle 10 °C, eikä vastaavaa kertymistä syvimpään vyöhykkeeseen havaittu. Veden lämpötilalla näytti olevan suuri vaikutus siihen, millä syvyydellä nieriä esiintyi. Taimenia saatiin eri syvyisiltä pohja-alueilta kesällä 1995 saaliiksi vain viisi, joista kaksi tuli ylimmästä syvyysvyöhykkeestä (6,5-12,5 m) ja kolme toiseksi alimmasta (26-32 m). Syvänteiden pieni taimensaalis vahvistaa käsitystä, että taimen oleilee pääasiassa matalammilla alueilla kuin nieriä.

Myös seitsemän pienehkön, Keski-Norjassa sijaitsevan järven nieriöiden habitaatin valintaa tutkittaessa on todettu, että järvestä, jossa esiintyi runsaasti jäännehalkoisjalkaisia, hieman kookkaammaksi kasvaneet nieriät pysyttelivät syvillä pohja-alueilla kaikkina vuodenaikoina, koska niiden oli edullisempaa saalistaa suurikokoista reliktiäyriäistä kuin runsaanakaan esiintyvää eläinplanktonia (L'Abée-Lund ym. 1993). Ilmeisesti Puruvedessä eläinplanktonia edullisempaa ravintoa, jäännehalkoisjalkaisia, kuoretta ja muikkua, oli niin paljon tarjolla, että nieriät pysyttelivät syvällä pohjanläheisissä kerroksissa ruokailemassa ympäri vuoden.

Saalistuksen kannattavuuden ohella myös riski tulla itse syödyksi vaikuttaa kalojen habitaatin valintaan (Mittelbach ja Chesson 1987, He ja Kitchell 1990). Kalojen on tasapainoitava habitaatin valinnassaan ruokailumahdollisuuksien ja predaatoriskin välillä. Edellä mainituissa norjalaisissa järvissä pienimpien nieriöiden havaittiin pysyttelevän pohjan läheisyydessä, jossa predaatoriski pohjan tarjoamien suojapaikkojen ja vähäisen valon vuoksi on pienempi kuin avovedessä. Kun nieriät saavuttivat riittävän koon, 13-18 cm, predaatoriski pieneni ja ne siirtyivät avoveteen kesällä eläinplanktonin ollessa runsaimmillaan, mutta palasivat taas syksyllä pohja-alueelle

(Langeland ym. 1991, L'Abée-Lund ym. 1993). Puruveden nieriät ovat kaikki istutettuja, joten pienimmät kokoluokat puuttuvat. Pienimmän istutetun erän keskikoko oli 9,8 cm. Puruvedessä nieriän mahdollisia saalistajia ovat taimen, hauki ja made. Syvän ulapan alueella haukea on kuitenkin järvessä vähän, mutta madetta tuli pohjaverkko-pyynteissä nieriän ohella eniten. Damsgårdin (1995) mukaan taimen pystyy nielun koon ja saalisnieriän suurimman korkeuden perusteella arvioituna syömään nieriöitä, joiden pituus on noin puolet taimenen kokonaispituudesta. Kuitenkin ravintonäytteiden mukaan pedot käyttivät huomattavasti pienempää saalista kuin nielun mitat olisivat mahdollistaneet. Taimenet söivät saalista, jonka pituus oli keskimäärin puolet maksimisaaliin pituudesta (Damsgård 1993). Puruveteen istutetuista nieriöistä pienimmät olivat hieman alle 10 cm pitkiä, joten noin 20 cm pitkät, eli noin kaksivuotiaina istutetut taimenet, pystyisivät syömään niitä. Kaksivuotiaina istutettujen nieriäerien keskipituudet olivat 20-25 cm, joten niitä pystyisivät teoriassa saalistamaan noin 40-50 cm pitkät taimenet. Taimenet saavuttavat tämän koon Puruvedessä kolmannen ikävuotensa lopulla, eli kaksivuotiaat toisen järvivuoden lopulla ja kolmevuotiaina istutetut istutuskesän lopulla (Friman ym. 1997). Tällöin niitä on kuitenkin tehokkaan kalastuksen vuoksi enää hyvin vähän jäljellä, joten tähän nieriäkokoluokkaan kohdistuva taimenpredaatio on todennäköisesti hyvin pientä.

4.2. Nieriän levittäytyminen ja palautusten jakautuminen

Nieriänpaikaset levittäytyivät nopeasti istutusalueelta ympäröiviin syvänteisiin. Neljän vuorokauden kuluttua istutuksesta nieriöitä saatiin jo noin kuuden kilometrin säteellä istutusalueesta kaikilta Hummonselän syvänealueilta sekä myöskin viereiseltä Pihlajaniemenselältä. Puruvedellä ei havaittu istukkaiden jäävän harhailemaan pintavesiin, vaan jo ensimmäisen järvivuorokauden aikana pyydyksiin jääneet yksilöt saatiin syvältä (15-30 m). Muilla järvilla on havaittu nieriöiden vaeltelevan istutuksen jälkeen rantoja pitkin mahdollisesti syvänteitä etsien (E. Hirvonen, suullinen tieto). Puruvedellä istutusalue valittiin siten, että sieltä ei ollut kuin muutaman sadan metrin matka yli 30 m:n syvänteille.

Nieriä näyttää olevan varsin paikallinen kala. Kahdesta kaksivuotiaana istutetusta Carlin-merkitystä erästä vuoden kuluessa saaduista palautuksista suurin osa tuli Hummonselän suurimmalta syvänealueelta. Tämä syväne sijaitsee istutusalueen lähellä, joten istukkaat löysivät sen helposti. Syvänteen läheisillä ranta-alueilla on runsaasti loma-asutusta ja myöskin siian ammattikalastusta harjoitetaan syvänteen rinteillä. Näin ollen kalastusaktiivisuus on tällä syvänteellä suurempi kuin muilla Hummonselän syvänteillä, mikä luonnollisesti vaikuttaa saatujen palautusten määrään. Loput palautukset jakautuivat Hummonselän ja läheisen Pihlajaniemenselän syvänteille, joihin on vähintään 15 m syvä vesiyhteys istutusalueelta eikä välissä ole kapeita salmia. Hummonselän ja Pihlajaniemenselän ulappa-alueen matalammilta reunoilta tuli vain vähän palautuksia, mikä vahvistaa koekalastusten tulosta, ettei nieriä juurikaan oleskele alle 20 m syvillä alueilla. Ilmeisesti kylmän veden aikaan syksyllä ja talvella se kuitenkin nousee matalampaankin veteen, koska edellä mainituilta matalammilta ulapan reuna-alueilta tuli joitakin palautuksia istutusta seuranneen syksyn ja talven aikana. Puruveden eteläpuolen selkiä erottavat Hummonselästä kapeat, vajaan kymmenen metrin syvyiset salmet, jotka ilmeisesti toimivat tehokkaina vaellusesteinä nieriöille, koska näiltä alueilta saatiin vain muutamia palautuksia. Vuoden kuluessa istutuksesta saatiin Carlin-merkityistä nieriöistä palautuksina jo 36 %, mikä kuvastaa suppeilla syvänealueilla elävän, pienenäkin isosilmäsiin verkkoihin hampaistaan tahtertuvan (Turunen ja Hirvonen 1997 tämä nide) nieriän pyynnin helppoutta.

Myös muissa tutkimuksissa nieriän on havaittu liikkuvan suppeahkolla alueella. Inarijärveen tehdyissä nieriän Carlin-merkinnöissä saatiin suurin osa palautuksista 20

km:n säteellä istutuspaikoista (Ahonen 1992). Kuolimoon istutetuista Carlin-merkityistä nieriöistä pääosa saatiin 0-3 km:n päästä istutuspaikasta, eivätkä kalat juurikaan menneet järveä jakavan salmen läpi toiselle puolelle. Ainoastaan yksi nieriä oli vaeltanut Kuolimon ulkopuolelle ja sekin saatiin välittömästi yläpuolisen Ala-Saimaan alueelta, vain 15 km:n päässä istutuspaikasta (Makkonen ja Nurmio 1997 tämä nide). Muilla sisävesien kookkailla lohikaloilla, järvitaimenella ja -lohella, vaellukset ovat huomattavasti laajempia kuin nieriällä.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Puruvedessä nieriä ja taimen hakeutuvat erityyppisille oleskelualueille siten, että rannanläheisillä alueilla esiintyy pelkästään taimenta. Sen sijaan syvillä avovesialueilla (>10 m) esiintyy sekä nieriää että taimenta. Näillä alueilla nieriä elää lähes yksinomaan pohjan läheisyydessä, kun taas taimenta tavataan sekä pinta- että pohjavesistä. Ulappa-alueen välivedessä nieriää saatiin koekalastuksissa vain pari kertaa myöhään syksyllä. Ilmeisesti veden lämpötila ja ravintoeläinten esiintyminen ohjasivat nieriän oleskelualueiden valintaa. Taimenen ja nieriän keskinäisen ravintokilpailun olemassaoloa ja merkitystä on vaikea arvioida, ennen kuin lopulliset ravintotutkimusten tulokset ovat käytettävissä. Todennäköisesti mahdollinen kilpailu ei koske ranta-alueen pohjaeläimiä vaan ulapan saaliskalalajeja, muikkua ja kuoretta. Taimenpredaation uhka saattaa sen sijaan pakottaa nieriän elämään syvällä, joskin kookkaita taimenia on Puruvedessä voimakkaasta pyynnistä johtuen kovin vähän.

Uhanalaisen Vuoksen vesistön nieriän istutustuloksen kannalta, olipa kyseessä kalastettavan kannan tai varsinkin luonnossa lisääntyvän kannan luominen, ratkaisevaa on säästää nieriät liian varhaiselta kalastukselta. Kuolleisuutta heti istutuksen jälkeen voidaan todennäköisesti pienentää valitsemalla istutusalue siten, että poikaset löytävät nopeasti tiensä syvänteisiin turvaan pinta-alueen pedoilta ja kalastukselta. Puruveden havaintojen perusteella nieriä on esimerkiksi taimeneen verrattuna helppo kalastettava, koska se elää suhteellisen rajatulla alueella syvänteiden pohjassa ja pienetkin nieriät jäävät helposti hampaistaan isosilmäisiinkin verkkoihin. Suppea oleskelualue toisaalta mahdollistaa myös tehokkaan kalastuksen järjestelyn: pohjaverkkopyynnin rajoittaminen järven syvimmillä alueilla säästäisi alamittaisia nieriöitä. Päämäärän saavuttamista helpottaa se, että nieriä ei mielellään vaella matalahkojen kapeiden salmien kautta, joten nieriäalueet niille sopivine kalastussääntöineen olisi mahdollista rajata melko tarkasti.

Kiitokset

Kiitämme Maa- ja metsätalousministeriötä Puruvedellä tehtyjen tutkimusten rahoittamisesta. Tutkimussihteeri Maija Hyttinen osallistui koekalastuksiin ja aineistojen käsittelyyn. MMK Tuomas Friman teki aineiston tilastollisen käsittelyn. FM Markku Pursiainen ja useat muut työtoverit esittivät kommentteja ja parannusehdotuksia käsikirjoitukseen. Kiitokset heille kaikille.

Kirjallisuus

- Ahonen, M. 1992. Inarijärveen vuosina 1965-1986 tehtyjen nieriän Carlin-merkkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 43, 38 s.
- Ahonen, M. 1993. Inarijärveen laskevien vesien järvitaimenen vuosien 1971-1989 Carlin-merkkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 61, s. 31-58.
- Ali, M. A. & Wagner, H.-J. 1980. Visions in charrs: a review and perspectives. In: Balon, E. K. (ed.). Charrs. Salmonid fishes of genus *Salvelinus*, Junk, The Hague, p. 391-422.
- Bagge, P. 1992. Saimaan makroöyriäiset (Crustacea: Branchiura ja Peracarida). Teoksessa: Viljanen, M. & Ollikainen, S. (toim.). Saimaa seminaari 1992. Tutkimus Saimaalla. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja. N:o 103. Joensuu, s. 117-128.
- Berejikian, B. A. 1995. The effects of hatchery and wild ancestry and experience on the relative ability of steelhead trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) to avoid a benthic predator. Can. J. Fish Aquat. Sci. 52, p. 2476-2482.
- Damsgård, B. 1993. Biomanipulation with piscivorous fish. An experimental study of prey selection, food consumption and growth of piscivorous brown trout, *Salmo trutta* L., on Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). Dr. thesis. The Norwegian College of Fishery science, University of Tromsø. Norway, 118 p.
- Damsgård, B. 1995. Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), as prey for piscivorous fish - a model to predict prey vulnerabilities and prey size refuges. Nordic J. Freshw. Res. 71, p. 190-196.
- Elliott, J. M. 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L) fed on maximum rations. J. Anim. Ecol. 44, p. 805-821.
- Friman, T., Kolari, I. & Toivonen, J. 1997. Merkitseekö menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 124, 24 s.
- Hakala, I. 1978. Distribution, population dynamics and production of *Mysis relicta* (Lovén) in southern Finland. Ann. Zool. Fennici 15, p. 243-258.
- He, X. & Kitchell, J.F. 1990. Direct and indirect effects of predation on a fish community: a whole lake experiment. Trans. Am. Fish. Soc. 119, p. 825-835.
- Healey, M. C. & Reinhardt, U. 1995. Predator avoidance in naive and experienced juvenile chinook and coho salmon. Can. J. Fish Aquat. Sci. 52, p. 614-622.
- Hegge, O., Dervo, B. K., Skurdal, J. & Hessen, D.O. 1989. Habitat utilization by sympatric arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in Lake Atnsjø, south-east Norway. Freshw. Biol. 22, p. 143-152.
- Hindar, K. & Jonsson, B. 1982. Habitat and food segregation of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39, p. 1030-1045.

- Huusko, A., Vehanen, T. & Korhonen, P. 1994. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972-1988 Carlin-merkkipalautuksiin perustuen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 81, 41 s.
- Jensen, J. W. 1985. The potential growth of salmonids. *Aquaculture* 48, p. 223-231.
- Jobling, M. 1983. Influence of body weight and temperature on growth rates of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *J. Fish. Biol.* 22, p. 471-475.
- Johnsen, B. O. & Ugedal, O. 1989. Feeding by hatchery reared brown trout, *Salmo trutta* L., released in lakes. *Aquacult. Fish. Mgmt* 20, p. 97-104.
- Jørgensen, E. H. & Jobling, M. 1990. Feeding modes in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L.: the importance of bottom feeding for the maintenance of growth. *Aquaculture* 86, p. 379-385.
- Kauppi, M., Kettunen, I., Kivinen, J., Niinioja, R. & Sandman, O. 1985. Saimaan tila ja siihen vaikuttavat tekijät. Vesihallituksen tiedotuksia 254, 147 s.
- Klements, A., Amundsen, P.A., Muladal, H., Rubach, S. & Solbakken, J. I. 1989. Habitat shifts in a resident Arctic charr *Salvelinus alpinus* population. *Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol. 1*, p. 187-200.
- Knudsen, R., Klements, A. & Staldvik, F. 1996. Parasites as indicators of individual feeding specialization in Arctic charr during winter in northern Norway. *J. Fish. Biol.* 48, p. 1256-1265.
- L'Abée-Lund, J.H., Langeland, A., Jonsson, B. & Ugedal, O. 1993. Spatial segregation by age and size in Arctic charr: a trade-off between feeding possibility and risk of predation. *J. Anim. Ecol.* 62, p. 160-168.
- Langeland, A. & L'Abée-Lund, J.H. 1996. Habitat use, size and age structure in sympatric brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) stocks: resistance of population to change following harvest. *Ecol. Freshwater Fish* 5, p. 49-58.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. *J. Anim. Ecol.* 60, p. 895-912.
- Liimatainen, H.-M. & Bagge, P. 1992. Jäännehalkoisjalkainen (*Mysis relicta*) Saimaan syvänteiden biomonitoinnissa. Teoksessa: Viljanen, M. & Ollikainen, S. (toim.) Saimaa seminaari 1992. Tutkimus Saimaalla. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja. N:o 103. Joensuu, s. 101-108.
- Makkonen, J., Piironen, J., Pursiainen, M., Toivonen, J. & Kolari, I. 1996. Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta. Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979-1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 108, 105 s.
- Makkonen, J. & Nurmio, T. 1997. Kuolimon nieriän kalastus ja nykytila. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).
- Mittelbach, G. G. & Chesson, P.L. 1987. Predation risk: indirect effects on fish population. In: Kerfoot, W. S. & Sih, A. (eds.). *Predation: Direct and indirect effects on aquatic communities*. New England University Press, New Hampshire, p. 315-332.
- Mutenia, A. & Salonen, E. 1991. Järvitaimenen ja järvilohen velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärven vuosina 1976-1988. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 22, s. 1-70.

Mäkinen, K. 1972. Jokien rakentamisen vaikutus vaeltavien lohilajien poikastuotantoon Suomessa. Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos. Licensiaattitutkielma, käsikirjoitus, 98 s.

Nilsson, N.-A. 1963. Interactions between trout and char in Scandinavia. Trans. Am. Fish. Soc. 92, p. 276-285.

Nilsson, N.-A. 1965. Food segregation between salmonid species in north Sweden. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 46, p. 58-78.

Nilsson, N.-A. 1967. Interactive segregation between fish species. In: Gerging, S. D. (ed.) The biological basis of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 295-313.

Nilsson, N.-A. & Pejler, B. 1973. On the relation between fish fauna and zooplankton composition in north Swedish lakes. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 53, p. 51-77.

O'Grady, M. F. 1983. Observations on the dietary habits of wild and stocked brown trout, *Salmo trutta* L., in Irish lakes. J. Fish Biol. 22, p. 593-601.

Seppovaara, O. 1969. Ison-Saimaan kalat ja kalastus. Suomen Kalatalous 38, 84 s.

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

Svärdson, G., Filipson, O., Fürst, M., Hanson, M. & Nilsson, N.-A. 1988. Glacialrelikternas betydelse för Vätterns fiskar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm 15, 61 s.

Turunen, T. & Hirvonen, E. 1997. Verkon solmuvälin ja langan paksuuden vaikutus nieriäsaaliisiin. Teoksessa: Makkonen, J. (toim.). Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 133 (tämä nide).

Wandsvik, A. & Jobling, M. 1982. Observations on growth rates of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.), reared at low temperature. J. Fish. Biol. 20, p. 689-699.

Vehanen, T. 1995. Factors influencing the yield of brown trout, *Salmo trutta m. lacustris* L, in northern Finnish lakes. Fisheries Management and Ecology 2, p. 121-134.

Suulliset tiedot:

Hirvonen, Esa. Tutkimusmestari, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely. Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

Liite 1. Puruveden koekalastuksissa vuosina 1992-1996 käytetyt pyydykset

Pyädys	Nimike	Verkkojen solmuvälit, mm	Pituus, m	Korkeus, m	Pyynnin tarkoitus
Avovesikausi 1992					
Verkot:	Vekaryn sarja	12, 15, 20, 25, 27, 30, 35, 45, 60, 75	30	1.8	Kalayhteisötutkimus
	Yleiskatsausverkot	10, 12, 15, 20, 27, 30, 35, 40, 45	10	3	Kalayhteisötutkimus
Nuotat:	Avoperänuotta		300	12	Kalayhteisötutkimus
	Pohjanuotta		240	12	Kalayhteisötutkimus
	Rantanuotta		100	3	Kalayhteisötutkimus
Troolit:	Lindeman-trooli		550 jalkaa/n.30x12m		Kalayhteisötutkimus
Avovesikausi 1993					
Verkot:	Yksittäisiä verkkoja	25, 27, 30, 35, 45	30	1,8	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Yksittäisiä verkkoja	10, 12, 15, 20, 27, 30	30	1,8	Ahvenen ravinto
	Yksittäisiä verkkoja	45, 47, 50, 55	30	1,8	Harjuksen kutupyynti
	Yleiskatsausverkot	10, 12, 15, 20, 27, 30, 35, 40, 45	10	3	Kalayhteisötutkimus
Nuotat:	Pohjanuotta		260	8	Kalayhteisötutkimus
	Rantanuotta				Kalayhteisötutkimus
Troolit:	Lindeman		550 jalkaa/n.30x12m		Kalayhteisötutkimus
	tutkimustrooli (malli T. Heikkinen)		350 jalkaa/20x6m		Kalayhteisötutkimus
Lohisilma:	30 koukkaa				Taimenen ja nierlän ravinto
Avovesikausi 1994					
Verkot:	Yksittäisiä verkkoja	25, 27, 30, 35, 45	30	1,8	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Yksittäisiä verkkoja	30, 45	30	2,4	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Yksittäisiä verkkoja	55, 60, 65	60	3	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Verkkovalikoivuussarja	30, 35, 40, 45, 50, 55	30	3	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Taimenverkot	45, 50, 55, 60	60	5	Taimenen ravinto
	Yleiskatsausverkot	10, 12, 15, 20, 27, 30, 35, 40, 45	10	3	Kalayhteisötutkimus
	Yksittäisiä verkkoja	12, 15, 25, 27, 30, 35, 45, 75	30	1,8	Ahvenen ravinto
Nuotat:	Pohjanuotta		260	8	Kalayhteisötutkimus
Troolit:	tutkimustrooli (malli T. Heikkinen)		350 jalkaa/20x6m		Kalayhteisötutkimus
Lohisilma:	100 koukkaa				Taimenen ja nierlän ravinto
Talvi 1995					
Verkot:	Verkkovalikoivuussarja	30, 35, 40, 45, 50, 55	30	3	Nierlän ravinto/verkkovalikoivuus
Avovesikausi 1995					
Verkot:	Yksittäisiä verkkoja	25, 27, 30, 35, 40, 45	30	1,8	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Yksittäisiä verkkoja	35, 40, 45, 50	30	3	Nierlän ravinto ja istutustutk.
	Verkkovalikoivuussarja	30, 35, 40, 45, 50, 55	30	3	Nierlän ravinto/verkkovalikoivuus
	Vekaryn sarja	12, 15, 20, 25, 27, 30, 35, 45, 60, 70	30	1.8	Kalayhteisötutkimus
	Yleiskatsausverkot	10, 12, 15, 20, 27, 30, 35, 40, 45	10	3	Kalayhteisötutkimus
	Uudet yleiskatsausverkot	10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	5-30	3	Kalayhteisötutkimus
	Taimenverkot	45, 50, 55, 60	60	5	Taimenen ravinto
Nuotat:	Pohjanuotta		260	8	Kalayhteisötutkimus
Troolit:	tutkimustrooli (malli T. Heikkinen)		350 jalkaa/20x6m		Kalayhteisötutkimus
Lohisilma:	100 koukkaa				Taimenen ja nierlän ravinto
Avovesikausi 1996					
Verkot:	Verkkovalikoivuussarja	30, 35, 40, 45, 50, 55	30	3	Nierlän ravinto/verkkovalikoivuus
Myös muuta pyyntiä, ei käsitellä tässä tutkimuksessa					

Verkon solmuvälin ja langan paksuuden vaikutus nieriäsaaliisiin

Timo Turunen ja Esa Hirvonen

Sisällys

1. JOHDANTO.....	103
2. TUTKIMUSALUE, AINEISTO JA MENETELMÄT	104
3. TULOKSET	106
4. TULOSTEN TARKASTELU	109
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	111
KIITOKSET	111
KIRJALLISUUS.....	112

1. Johdanto

Nieriän merkittävimmät elinalueet ovat nykyisin maamme pohjoisimmissa osissa (Seppovaara 1969, Ahonen 1992). Eteläisen Suomen luonnontilainen nieriäkanta, jonka esiintyminen rajoittuu Vuoksen vesistöalueelle, on erittäin uhanalainen (Piironen 1990, Piironen ym. 1995). Vuoksen vesistöalueen nieriä, ns. Saimaan nieriä, on otettu viljelyyn Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Itä-Suomen keskus-kalanviljelylaitokseen Enonkoskelle (nyk. Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely). Emokalaparvien mädintuotannon turvin lajia on ryhdytty palauttamaan vuonna 1990 käynnistetyin istutuksin ensisijassa järviin (mm. Puruvesi, Pielinen, Höytiäinen), joista nieriä on hävinnyt tämän vuosisadan aikana (Seppovaara 1969). Eksoottisena lohikalalajina, joka voi kasvaa varsin suureksi (6-9 kg), nieriä on herättänyt kiinnostusta kalastajien keskuudessa: se on haluttu verkkosaalis ja siitä on tulossa myös suosittu vetouistelu- ja pilkintälaji. Nieriän kalastuksesta nykyisillä pyyntivälineillä suomalaisissa oloissa ei kuitenkaan ole tutkimustietoa. Kalastuksen asianmukaista järjestämistä ja säätelyä varten tarvitaan perustietoja nieriän pyynnistä, mm. verkkojen valikoivuudesta. Myös lajin uhanalaisuus lisää tehokkaasti toimivan kalastussäätelyn tarvetta.

Lohikalajien verkkopyyntiä, erityisesti kokovalikoivuutta, on tutkittu paljon (mm. McCombie ja Fry 1960, Regier ja Robson 1966, Degerman ym. 1988, Jensen 1955a, Jensen ja Hesthagen 1996). Myös nieriän verkkokalastusta on tutkittu (Degerman ym. 1988, Jensen 1995b), mutta erilaisista nieriäkannoista ja olosuhteista saatuja tietoja ei voida soveltaa suoraan Suomen olosuhteisiin. Verkkoliinan lankamateriaalin ja langan vahvuuden tiedetään vaikuttavan eri saalislajien pyydystettävyyteen (mm. Baranov 1914, Andreev 1955, Hansen 1974, Hamleyn 1975 mukaan, Collins 1979, Suuronen ym. 1992, Jensen 1995a, b, Turunen ja Riikonen 1995, Kurkilahti ja Rask 1996). Talvikautisten jäänaluso-olosuhteiden vaikutusta verkkosaaliisiin on sen sijaan tutkittu varsin vähän (Toivonen ym. 1995, Turunen 1996, Turunen ym. 1996).

Tässä artikkelissa esitellään tuloksia nieriän kalastettavuudesta verkolla. Verkon solmuvälin ja kalan koon välisen suhteen (kokoselektion) ohella tarkastellaan verkkoliinan lankavahvuuden vaikutusta nieriän pyydystettävyyteen avovesi- ja jäänaluso-olosuhteissa. Artikkelissa pohditaan myös nieriän verkkokalastuksen järjestämismahdollisuuksia nieriäkantojen suojelemiseksi liikakalastukselta.

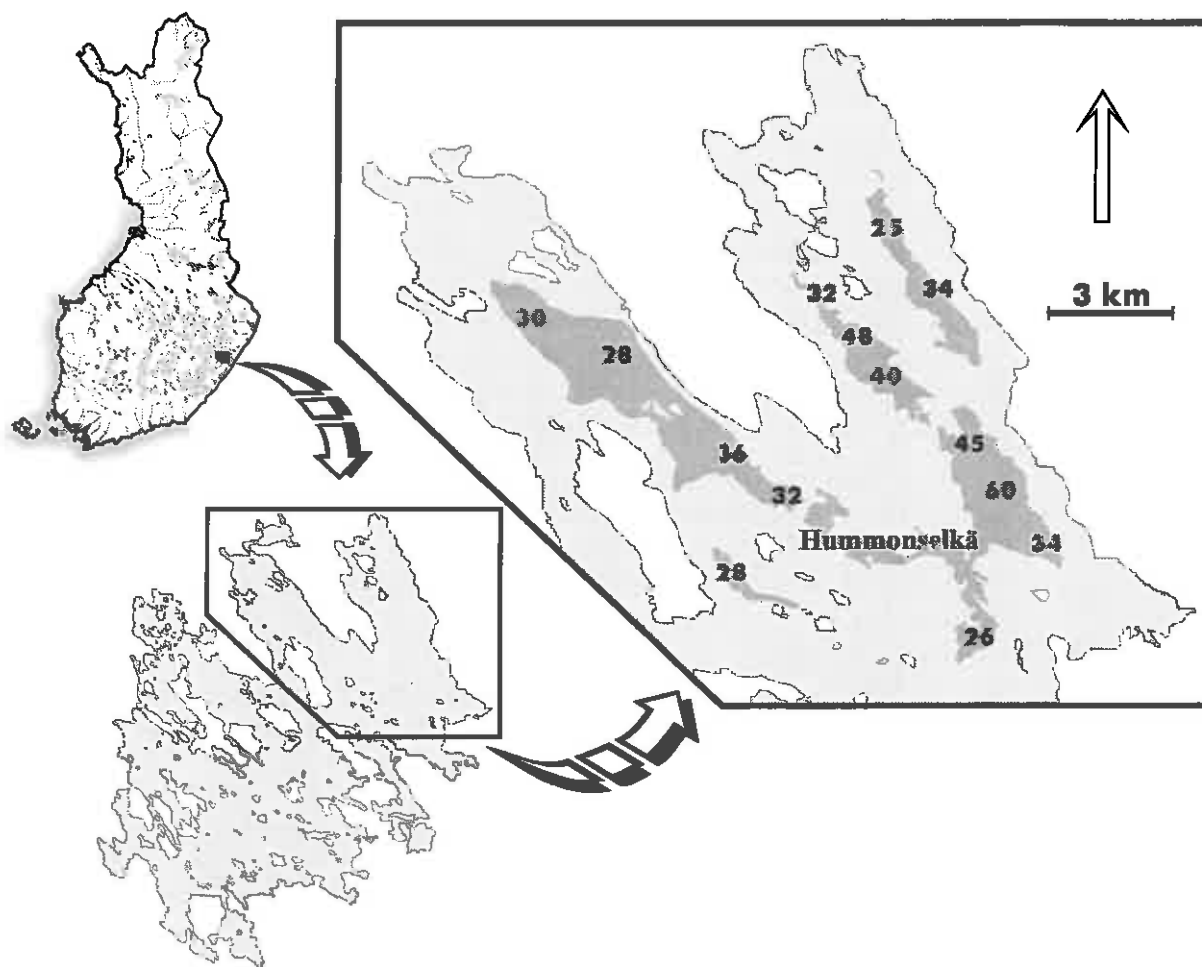
2. Tutkimusalue, aineisto ja menetelmät

Tutkimus järjestettiin Itä-Suomessa, Vuoksen vesistöön kuuluvassa Puruvedessä vuonna 1995. Koekalastukset tehtiin järven pohjoisosassa Hummonselällä, jonne vesistöalueen merkittävimmät nieriäistutukset on tehty (kuva 1). Puruvesi on laaja (pinta-ala 418 km²), melko syvä (keskisyvyys 11 m, suurin syvyys 66 m), niukkaravintainen (keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus 5 µg/l) ja kirkasvetinen (näkösyvyys 8-10 m) järvi. Sen alkuperäinen nieriäkanta on tiettävästi hävinnyt 1800-luvun lopulla (Seppovaara 1969), mahdollisesti lähinnä kutuaikaan ajoittuneen ylikalastuksen seurauksena. Nieriän palautusistutukset Puruveteen aloitettiin vuonna 1990, ja vuoden 1995 loppuun mennessä järveen (Hummonselälle) on istutettu yhteensä noin 73 000 kesänvanhaa-2-vuotiasta nieriän poikasta.

Koekalastukset tehtiin verkkosarjoilla, joihin kuului kuusi eri verkkoharvuutta (solmuvälit 30, 35, 40, 45, 50, 55 mm). Kutakin verkkoharvuutta oli valmistettu kahdella lankavahvuudella (halkaisija 0,15 ja 0,20 mm). Verkkoliinon materiaali oli harmaa polyamidi eli nailon ja lankatyyppejä monofil. Verkot pauloitettiin yleisimmin käyetyllä pauloitusmitoituksella: yläpaula (noste 900 g/100 m) pauloitettiin 10 % alle puolen ja alapaula (paino 1,8 kg/100 m) 10 % yli puolen. Valmiit verkot olivat keskimäärin 30 m pitkiä ja noin 3 m syviä.

Koeverkot (täydelliset sarjat kerrallaan) laskettiin pohjapyyntiin 6,5-47 m syvyyteen satunnaisessa järjestyksessä. Jäänaluspyynti toteutettiin yhtäjaksoisesti tammikuusta huhtikuuhun 1995. Avovesikaudella koekalastettiin kuukausittain toukokuusta marraskuulle. Talvikaudella verkot koettiin yleensä 2 kertaa viikossa ja kesäkaudella 2-3 kertaa päivässä. Pyyntipäiviä oli verkkoa kohti talvijaksolla 1 188 ja avovesijaksolla 168 kpl. Koekalastuksiin saatiin yhteensä 454 nieriää, joista 36 % jään alta. Sivusaalislajeina saatiin lähinnä mateita, kuoreita ja siikoja.

Saalisnieriöistä kirjattiin verkkokohtaisesti pituus, paino, sukupuoli ja sukukypsyyssaste. Lisäksi kaloista otettiin otoliitit iänmäärittämistä varten. Saaliseroja (kpl kaloja/verkko) kahden eri langan paksuuden välillä testattiin mediaani- ja G-testillä. Verkon harvuuden ja verkkoliinan langan paksuuden vaikutusta saaliskalojen pituuteen testattiin Tukeyn testillä ja χ^2 -testillä. Pituusjakaumien eroja jäänalus- ja avovesisaalisissa testattiin ei-parametrisella Kolmogorov-Smirnov-testillä.



Kuva 1. Tutkimus tehtiin Puruvesen Hummonselällä. Syvänealueet (> 20 m) on rasteroitu ja alueen suurimmat syvyydet on ilmoitettu lukuarvoina (m).

3. Tulokset

Pääosa (69 %) koekalastussaaliista saatiin kahdella tiheimmällä (solmuväli 30 ja 35 mm) verkolla (taulukko 1, kuva 2). Harvemmat verkot antoivat merkittävästi vähemmän saalista. Nieriäsaalis koostui 1-5 vuoden ikäisistä istukkaista. Vuosiluokan 1993 (pyyntiajan-kohtana 2-vuotiaat) yksilöt dominoivat saaliissa; ikäluokan osuus kokonaissaaliista oli noin 3/4. Kalojen keskipituus oli 31,5 cm (S.D. 6,8) ja -paino 303 g (S.D. 229). Valtaosa (86 %) nieriöistä oli alamittaisia (< 40 cm).

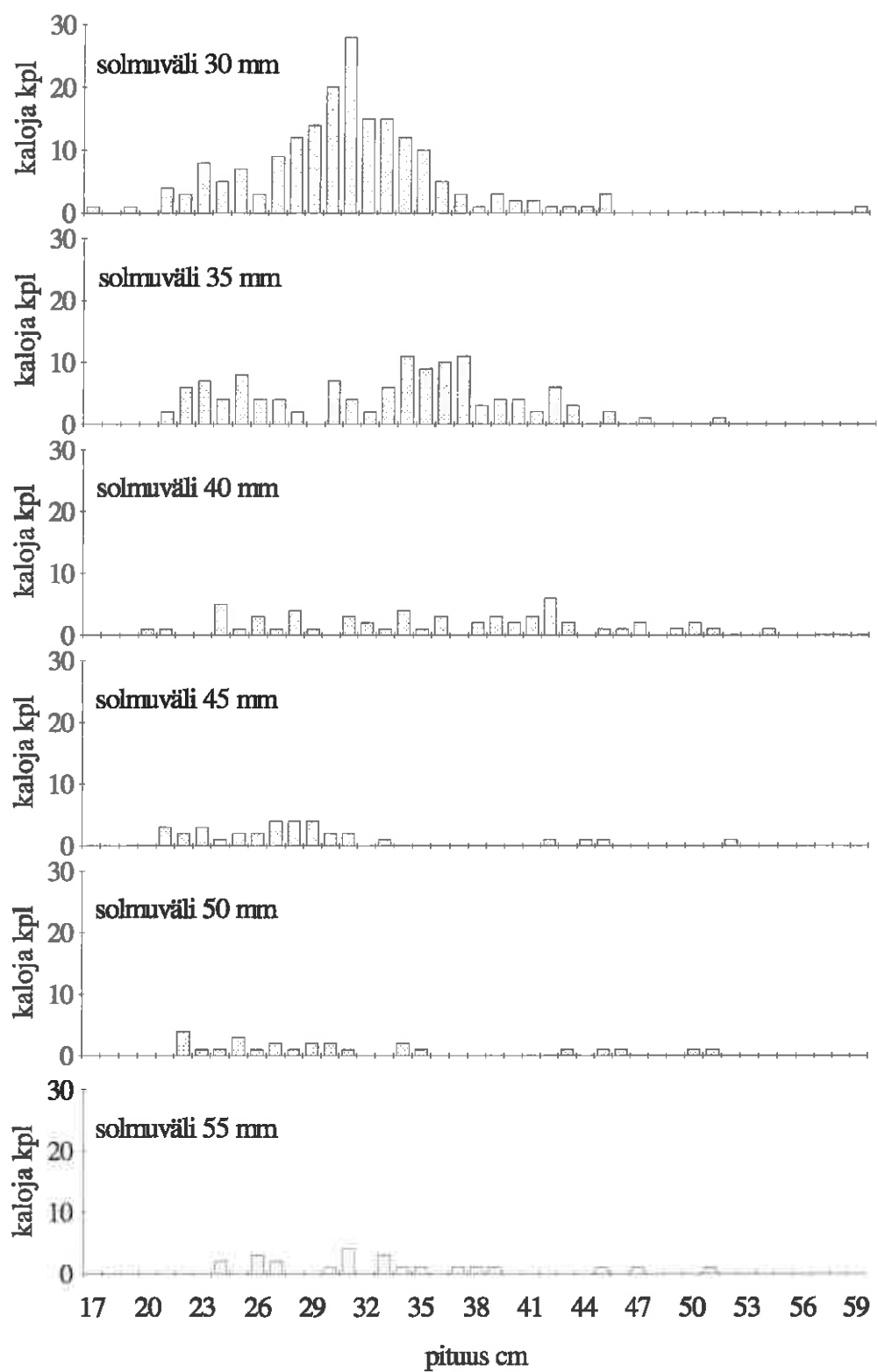
Harvoilla verkoilla saadut nieriät olivat merkitsevästi pitempiä kuin tiheimmillä verkoilla pyydettyt kalat (GLM-proc., $F=6,33$, $p=0,001$). Kalojen keskipituus kuitenkin lisääntyi systemaattisesti vain kolmessa tiheimmässä verkossa, mutta 45-55 mm verkoilla saadut kalat olivat keskimäärin lyhyempiä kuin 40 mm verkkoon jääneet kalat (taulukko 1).

Taulukko 1. Nieriäsaalis (kpl), kalojen keskipituus ja -paino sekä alamittaisien (< 40 cm) yksilöiden osuus verkkoharvuuksittain Puruveden koekalastussaaliissa vuonna 1995.

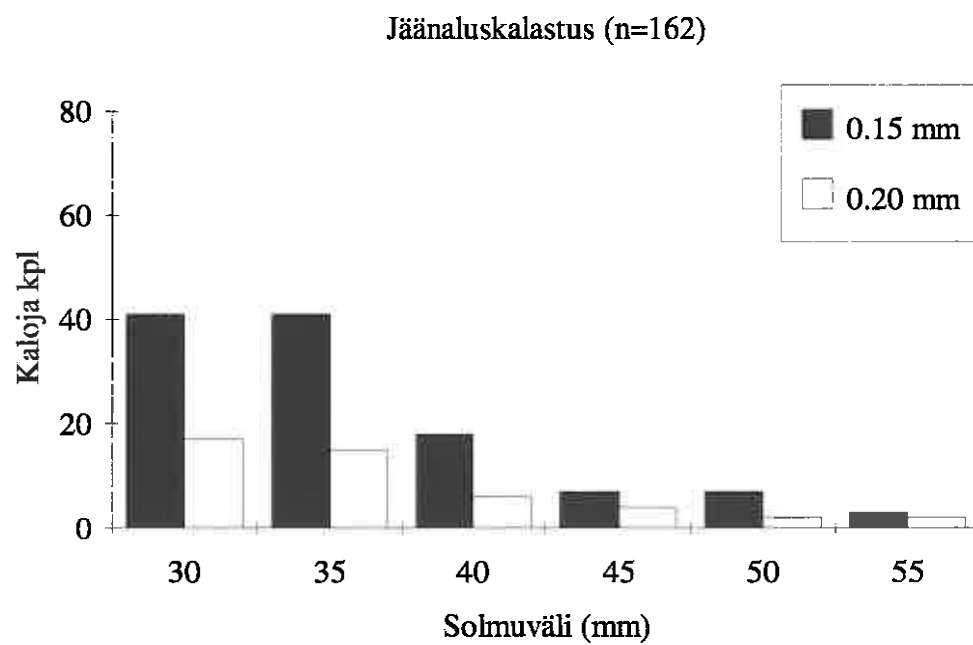
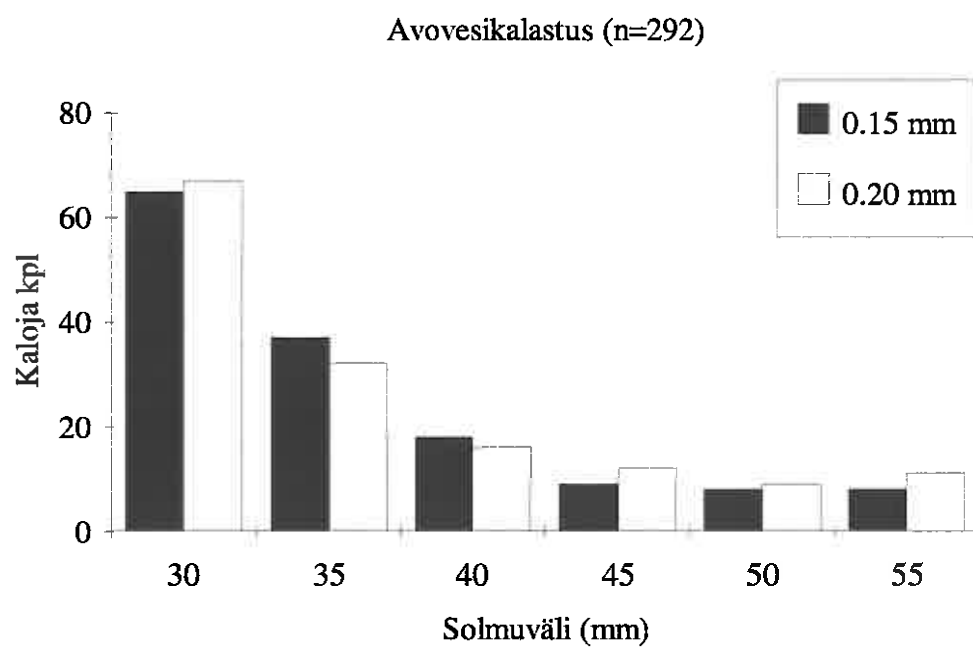
Solmuväli mm	n	Keskipituus		Keskipaino		Alamittaisia yks. (%)
		cm	S.D.	g	S.D.	
30	190	30,8	5,3	259	174	95
35	123	32,7	6,7	321	196	85
40	58	35,7	8,5	451	324	61
45	34	28,7	7,1	226	229	94
50	26	31,0	8,9	320	341	79
55	23	33,0	7,3	341	258	91

Verkkoliinan langan paksuus vaikutti voimakkaasti nieriäsaaliisiin: ohutlankaisilla (0,15 mm) verkoilla saatiin merkitsevästi enemmän (G-testi; $G=5,24$, $p=0,02$), eli 2,5-kertainen määrä, nieriöitä (kpl) kuin paksumpilankaisella (0,20 mm) verkolla. Tämä saalisero todettiin kuitenkin vain jäänaluskalastuksessa - avovesikaudella verkkoliinan langan paksuudella ei ollut yhteyttä saalismääriin ($G=0,49$, $p=0,48$) (kuva 3). Myös yksikkösaaliit (kpl kaloja/verkko/vrk) poikkesivat huomattavasti pyyntikausien välillä: avovesikaudella yksikkösaalis oli yli 12-kertainen verrattuna talvipyyntiin.

Langan paksuus ei vaikuttanut saalisnieriän keskipituuteen talvikalastuksessa ($T=-0,64$, $p=0,52$) eikä myöskään avovesipyyntissä ($T=-0,47$, $p=0,64$), joten alamittaisien (< 40 cm) yksilöiden osuuteen ei langan paksuudella ollut yhteyttä ($\chi^2=0,29$, $p=0,59$ talvella, $\chi^2=0,00$, $p=0,97$ kesällä). Talvella saadut nieriät olivat kuitenkin merkitsevästi (n. 3 cm) pitempiä kuin kesällä kalastetut yksilöt (Kolmogorov-Smirnov-testi; $K-S=3,45$, $p=0,0001$).



Kuva 2. Puruveden nieriäsaallin pituusjakaumat verkkoharvuuksittain.



Kuva 3. Puruveden nieriäsaalis (kpl) verkkoharvuuksittain ja lankavahvuuksittain avovesi- ja jäänaluspyynnissä.

4. Tulosten tarkastelu

Ohutlankainen verkkoliina kalasti nieriää merkitsevästi paremmin kuin paksulankainen. Ilmiö todettiin kuitenkin vain jäänaluskalastuksessa. Vastaava havainto on tehty myös siialla (Turunen ym. 1996). Ohuen langan tiedetään yleisesti kalastavan paksua lankaa paremmin. Esimerkiksi Jensen (1995b) havaitsi 0,1 mm monofillangan kalastavan avovesiolosuhteissa 2,2-kertaisen määrän nieriöitä verrattuna 0,17 mm lankaan. Ero Puruveden tuloksiin johtunee eroista käytetyissä lankavahvuuksissa: Jensen vertaili keskenään ohuempia lankoja (0,1 vs. 0,17 mm) kuin tässä tutkimuksessa (0,15 vs. 0,20 mm). Mitä ohuempi tarkasteltava lanka on, ja mitä suurempi paksuusero vertailtavien lankojen välillä on, sitä suuremmaksi pyytävyysero ilmeisesti muodostuu. Lankavahvuuksien välinen pyytävyysero voidaan saada esille sopivilla vertailupareilla myös avovesiololoissa, kuten Jensen (1995b) on osoittanut, vaikka erot näyttävätkin korostuvan kylmissä talviolosuhteissa.

Lämpötilan vaikutus kalan pyydettävyyteen verkolla välittyy pääasiassa kahden tekijän kautta: lämpötila ohjaa kalan aktiivisuustasoa, mm. uintinopeutta (Neuman 1979), mutta se vaikuttaa myös verkkoliinan ominaisuuksiin. Lämpimässä vedessä verkkoliina on notkea ja vastaavasti kylmässä vedessä se jäykistyy (Toivonen ym. 1995). Kesäoloissa kalat siis liikkuvat nopeammin ja sotkeutuvat helpommin taipuisaan verkkoliinaan. Kylmässä vedessä hitaasti liikkuva kala ei puolestaan tartu helposti jäykkään verkkoon. Mitä paksumpi ja jäykempi verkkoliinan lanka on, sen huonommin se kalastaa. Kalastavuus yleensä heikkenee sitä voimakkaammin mitä pienemmistä kaloista on kyse (Suuronen ym. 1992, Turunen ym. 1996).

Langan paksuuden ei ole tässä aineistossa todettu vaikuttaneen saaliskalojen pituuteen, vaikka esimerkiksi Hansen (1974) on havainnut ohuemman verkkoliinan langan (0,133 mm) pyytävän merkittävästi pitempiä kaloja kuin kaksi kertaa paksumpi lanka. Hansen (1974) arveli eron johtuvan ohuen langan voimakkaammasta venymisestä paksumpaan lankaan verrattuna. Sitä vastoin talvella Puruvedestä pyydystetyt nieriät olivat merkittävästi pitempiä kuin avovesikaudella saadut kalat. Talvisaalis koostui pääosin (88 %) vuosiluokista 1991 ja 1992, mutta lähes koko avovesisaalis (91 %) kuului nuorempaan vuosiluokkaan (1993). Keväällä 1995 istutetut nieriänpoikaset joutuivat heti pyynnin kohteeksi, mikä osaltaan selittää, miksi avovesikaudella pyydetyt kalat olivat keskimäärin pienempiä kuin talvikalat. Tämän aineiston perusteella ei pystytä arvioimaan, johtuuko saaliskalojen pituusero verkkojen valikoivuuteen liittyvistä tekijöistä eri pyyntikausina, vai siitä, että vanhemmat ikäluokat oli kalastettu talvella vähiin ennen kesän pyyntikautta.

Koekalastussaalis koostui pääosin nuorista, alamittaisista yksilöistä. Tämä johtui siitä, että nieriää on istutettu Puruvedeen vasta 1990-luvulla, eivätkä vanhimmatkaan istukkaat ole ehtineet kasva kovin kookkaiksi. Tehokas verkkokalastus on osaltaan ehtinyt harventaa Puruveden nieriäkantaa, jolloin melko harvoilla yksilöillä näyttäisi olevan mahdollisuutta saavuttaa edes sukukypsyyssukoa.

Verkkojen valikoivuusalue saalisnieriöiden pituuden suhteen oli poikkeuksellisen laaja (n. 15-25 cm). Ilmiö johtuu pitkälti siitä, että kaiken kokoisia nieriöitä tarttui hampaistaan kiinni eri harvuisiin verkkoihin. Tästä syystä kalojen keskipituus ei kasvanut säännönmukaisesti verkkoharvuuden kasvaessa: pääosa tiheimpien (solmuväli 30-40 mm) verkkojen saaliskaloista oli kiinni ympäröivästä "oikeanharvuisesta" verkossa. Koska populaation kuitenkin muodostivat pienet (nuoret) yksilöt, eikä

kookkaampia kaloja riittänyt harvempiin (45-55 mm) verkkoihin, määräytyi harvojen verkkojen saaliskalojen keskikoko satunnaisesti hampaistaan kiinni jääneiden pienten yksilöiden mukaan. Myös Inarijärvellä, missä valtaosa nieriöistä pyydetään verkolla, on pientenkin yksilöiden todettu jäävän helposti suustaan kiinni verkkoliinaan. Näin saaliskalojen keskikoko on jäänyt harvoissakin verkoissa pieneksi. Carlin-merkittyjen saaliskalojen keskikoko oli Inarijärvellä 33,9 cm ja 431 g (Ahonen 1992), eli kalat oli pyydetty jokseenkin saman kokoisina kuin tässäkin aineistossa.

5. Johtopäätökset

On todennäköistä, että nykyisellä kalastusjärjestelmällämme, jossa verkko on vapaa-ajankalastajien tärkein pyyntiväline (Leinonen 1995), ja sen käyttö on vapaata (huonosti ohjattua), pääosa nieriäistukkaista tullaan pyytämään verkoilla alamittaisina tai ainakin ennen sukukypsyyden saavuttamiskokoa. Verkkojen solmuvälisäätelykään ei yksin (helposti hampaistaan verkkoihin kiinni jäävien yksilöiden vuoksi) toimi nieriän suojelun kannalta riittävän hyvin. On kuitenkin ilmeistä, että mikäli verkkokalastusta nieriän esiintymisalueilla ohjattaisiin enemmän talvikaudelle jäänaluspyyntiin, ja käytettäisiin solmuväliltään 55 mm tai sitä harvempia, langan paksuudeltaan vähintään 0,20 mm verkkoja, kasvaisi isojen yksilöiden osuus nieriäpopulaatiossa merkittävästi. Tämä lisäisi nieriäsaaliin arvoa, parantaisi istutusten tuloksellisuutta ja lajin luontaisia lisääntymismahdollisuuksia.

Nieriän verkkopyynnin tehoa lisää lajin esiintymisalueiden rajoittuminen ja helppo paikallistettavuus 15-20 m syvempien alueiden pohjanläheisessä vesikerroksessa. Syvänteiden pohjaverkkopyyntikielto tai sen voimakas rajoittaminen on tehokkain nieriäkantojen suojelukeino. Toimivan kalastusjärjestelmän luomiseksi tarvitaan lisää tutkimustietoa nieriästä. Esimerkiksi kookkaampien (> 40 cm) nieriöiden pyydettyvyyttä, liikkeitä ja kutukäyttäytymistä ei vielä tunneta riittävän hyvin. Myös vastaisutettujen yksilöiden vaellukset, elinalueiden valinta ja joutuminen pyynnin kohteeksi kaipaavat lisäselvittelyä.

Kiitokset

Kiitämme tutkimusmestari Tapio Heikkistä, Asko-Pekka Sikasta ja Matti Huttusta koekalastusten käytännön järjestelyistä ja tutkija Irma Kolaria hyvin sujuneesta yhteistyöstä. Erityiskiitokset tutkija Tuomas Frimanille aineiston tilastollisesta käsitte-lystä.

Kirjallisuus

- Andreev, N.N. 1955. Some problems in the theory of the capture of fish by gill nets. Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Morsk. Ryb. Khoz. Okeanogr. 30, p. 109-127. (venäjäksi).
- Ahonen, M. 1992. Inarijärveen vuosina 1965-1986 tehtyjen nieriän Carlinmerkkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 43, s. 1-38.
- Baranov, F.I. 1914. The capture of fish by gillnets. Mater. Posnaniyu Russ. Rybolov. 3(6), p. 56-99. (venäjäksi).
- Collins, J.J. 1979. Relative efficiency of multifilament and monofilament nylon gill net towards lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) in Lake Huron. J. Fish. Res. Bd. Canada 36, p. 1180-1185.
- Degerman, E., Nyberg, P. & Appelberg, M. 1988. Estimating the number of species and relative abundance of fish in oligotrophic Swedish lakes using multi-mesh gill-nets. Nord. J. Freshw. Res. 64, p. 91-100.
- Hamley, J.M. 1975. Review of gillnet selectivity. J. Fish. Res. Bd. Canada 32, p. 1943-1969.
- Hansen, T.G. 1974. Effect of different filament diameters on the selective action of monofilament gill nets. Trans. Am. Fish. Soc. 2, p. 386-387.
- Jensen, J.W. 1995a. A direct estimate of gillnet selectivity for brown trout (*Salmo trutta* L.). J. Fish Biol. 46, p. 857-861.
- Jensen, J.W. 1995b. Evaluating catches of salmonids taken by gillnets. J. Fish Biol. 46, p. 862-871.
- Jensen, J.W. & Hesthagen, T. 1996. Direct estimates of selectivity of a multimesh and a series of single gillnets for brown trout. J. Fish Biol. 49, p. 33-40.
- Kolari, I., Turunen, T., Hirvonen, E., Heikkinen, T. & Sikanen, A-P. 1996. Seasonal habitat use of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Lake Puruvesi. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja. Manuscript (submitted).
- Kurkilahti, M. & Rask, M. 1996. A comparative study of the usefulness and catchability of multimesh gill nets and gill net series in sampling of perch (*Perca fluviatilis* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.). Fish. Res. 27, p. 243-260.
- Leinonen, K. 1995. Vapaa-ajankalastus Suomessa 1994. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Ympäristö 2, s. 1-22.
- McCombie, A.M. & Fry, F.E. 1960. Selection of gill nets for lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. Trans. Am. Fish. Soc. 89, p. 176-184.
- Neuman, E. 1979. Activity of perch, *Perca fluviatilis* L., and roach, *Rutilus rutilus* (L.), in a Baltic Bay, with special reference to temperature. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 58, p. 107-125.
- Piironen, J. 1990. Saimaan järvilohen ja nieriän viljely ja hoito. Suomen Kalatalous 56, s. 66-73.

- Piironen, J., Pursiainen, M., Makkonen, J., Kolari, I. & Turunen, T. 1995: Uhanalaisten lajien säilyminen Vuoksen vesistöissä: järvilohi ja nieriä. Riistan- ja kalantutkimus. Kala- ja riistaraportteja 45, s. 69-71.
- Regier, H.A. & Robson, D.S. 1966. Selectivity of gillnets, especially to lake whitefish. J. Fish. Res. Bd. Canada 23, p. 423-454.
- Seppovaara, O. 1969. Nieriä (*Salvelinus alpinus* L.) ja sen kalataloudellinen merkitys Suomessa. Suomen Kalatalous 37, s. 1-75.
- Suuronen, P., Orrensalo, A., Lehtonen, E. & Dahm, E. 1992. Kuhaverkoissa ohut lanka lisää alamittaisten määrää. Kalastaja 3, s. 10-11.
- Toivonen, A-L., Hudd, R. & Leskelä, A. 1995. Improved wintertime catch capability of whitefish by optimization of gill net yarn diameter. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 46, p. 429-434.
- Turunen, T. & Riikonen, R. 1995. Ohutlankainen verkko pyytää parhaiten kuhia - myös alamittaisia. Suomen Kalastuslehti 102(4), s. 4-7.
- Turunen, T. 1996. The effects of twine thickness on the catchability of gillnets for pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)). Ann. Zool. Fennici 33, p. 621-625.
- Turunen, T., Kurkilahti, M. & Suuronen, P. 1996. Gillnet catchability and selectivity of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.): seasonal effect of mesh size and twine diameter. Arch. Hydrobiol. (submitted).

Nieriän ruskuaispussipoikasten merkintä alitsariinipunainen S-väriaineella

Jarmo Makkonen ja Markku Pursiainen

Sisällys

1. JOHDANTO.....	117
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	118
2.1. Väriaineen sietokykytestit	118
2.2. Merkintäkoe.....	118
2.2.1. Koeryhmät	118
2.2.2. Näytteet ja mittaukset	118
2.2.3. Otoliittien preparointi ja merkkien pysyvyyden tarkistus	119
3. TULOKSET	120
3.1. Väriaineen sietokykytestit	120
3.2. Merkintäkoe.....	121
3.2.1. Väriaineen vaikutus kasvuun.....	121
3.2.2. Väriaineen vaikutus kuolleisuuteen.....	123
3.2.3. Otoliittien koko ja merkin pysyvyys.....	123
4. TULOSTEN TARKASTELU	125
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	127
KIITOKSET	127
KIRJALLISUUS.....	128

1. Johdanto

Kalojen tutkimiseen niiden luonnollisessa ympäristössä sekä ikään ja kasvuun liittyvissä tutkimuksissa tarvitaan usein menetelmiä, joilla pystytään erottamaan joko yksilöitä tai kalaryhmiä toisistaan. Tarkoitukseen on kehitetty useita erilaisia niin yksilölliseen kuin ryhmämerkintäänkin soveltuvia menetelmiä. Kemiallisia väriaineita kalojen merkinnöissä alettiin käyttää jo ainakin 1960-luvulla (mm. Weber ja Ridgway 1962, Jensen ja Cumming 1967, Scidmore ja Olson 1969). Näiden väriaineiden käyttö on perustunut pääasiassa fluoresoivan merkin aikaansaamiseen kalojen luutuneisiin osiin, kuten erilaisiin luihin tai suomuihin (Weber ja Ridgway 1962, Jensen ja Cummings 1967), kylkiluihin (Trojnar 1973), selkänikamiin (Pedersen ja Carlsen 1991) tai eviin (Thedinga ja Johnson 1995). Kalojen otoliitteihin tehtävät merkinnät ovat kuitenkin olleet pääasiallisin merkintätapa.

Otoliittien merkinnöissä on eniten käytetty antibiootteina tunnettuja tetrasykliiniä ja oksitetrasykliiniä sekä niiden johdannaisia, jotka on imeytetty kaloihin joko rehun (Wahl & Stein 1987, Hendrick ym. 1991, Pedersen ja Carlsen 1991, Nagiec 1992) tai veden kautta (Hettler 1984, Dabrowski ja Tsukamoto 1986, Lorson ja Mudrak 1987, Nagiec ym. 1988, Tzeng ja Yu 1989, Secor ym. 1991, Nordeide ym. 1992, Rojas-Beltran ym. 1995a, 1995b, Peterson ja Carline 1996, Moen 1996, Conover ja Sheenan 1996), mutta myös injektoiden (Weber ja Ridgway 1962, Jensen ja Cummings 1967). Otoliitteja on merkitty myös kalseiinilla (Wilson ym. 1987, Moen 1996) sekä alitsariini-johdannaisilla, joista käytetyin on ollut alitsariini-3-metyyliamiini-N,N-dietikkahappo-dihydraatti (=alizarin complexone, jäljempänä lyhennetty AC) (Tsukamoto ym. 1989, Radtke ja Fey 1996, Moen 1996) ja viime vuosina myös alitsariinipunainen S (=alizarin red S, jäljempänä lyhennetty ARS) (Blom ym. 1994, Nagiec ym. 1995, Beckman ja Schulz 1996). Merkintöjä on tehty useilla eri lajeilla, pääasiassa vastakuoriutuneilla tai nuorilla poikasilla, mutta myös silmäpisteasteella olevaa mätää on merkitty (Moen 1996). Käytännön kokeiluja ARS-väriaineen käytöstä istutustutkimuksessa ovat raportoineet Nagiec ym. (1995).

Keskeisimpiä rajoitteita fluoresoivien väriaineiden käytölle on niiden vaatima erikoisvälineistö (UV-mikroskooppi), merkin vaikea havaitseminen johtuen autofluoresenssista (Secor ym. 1991), yksilöiden preparointiin kuluva aika ja vaivannäkö (Nagiec ym. 1988) sekä väriaineiden kalleus. Yleisimpien käytettyjen aineiden grammahinnat (nettohinta) olivat vuonna 1996: AC 272,00 mk, kalseiini 79,70 mk, oksitetrasykliinihydrokloridi 12,90 mk, tetrasykliinihydrokloridi 4,60 mk ja ARS 2,80 mk (Fluka via Tamro).

Tämän työn tarkoituksena oli esikokeena selvittää ARS:n ($C_{14}H_6Na_2O_7S$) käyttömahdollisuutta Saimaan nieriän ruskuaispussipoikasten merkinnässä. Työssä selvitettiin merkintään soveltuvia pitoisuuksia ja käsittelyaikoja, joissa merkinnän aikainen kuolleisuus jäisi alhaiseksi, mutta merkin luettavuus olisi hyvä. Kalojen kasvua seuraamalla tutkittiin merkinnän mahdollista vaikutusta kasvuun. Keskeisenä tavoitteena oli löytää helppokäyttöinen ja halpa menetelmä, jolla voitaisiin tarvittaessa merkitä suuriakin määriä poikasia ja merkin havaitseminen kaloista pystyttäisiin tekemään suhteellisen pienin toimenpitein ilman erikoisvälineistöä.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Väriaineen sietokykytestit

Koekaloina ARS:n sietokykytesteissä käytettiin Kuolimon kantaa olevia Saimaan nieriän ruskuaispussipoikasia. Testit suoritettiin Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn tiloissa Enonkoskella.

Nieriän ruskuaispussipoikasten otoliittien merkintää varten testattiin ennen koeryhmien perustamista kalojen sietokykyä ARS:n eri pitoisuuksilla ja käsittelyajoilla. Ensimmäisessä testissä 7.-9.5.1996 testattiin kuutta pitoisuutta välillä 50-400 mg/l ja toisella kerralla 27.-29.5.1996 neljää pitoisuutta välillä 50-400 mg/l.

Testeissä hautomon kaukaloon upotettiin puoliksi veden alle, vakio lämpötilan säilyttämiseksi, noin 4 litran muoviasioita, joissa oli 2 litraa vettä. Kuhunkin astiaan lisättiin koesuunnitelman mukainen pitoisuus ARS:ää ja sekoitettiin se veteen. Väriaineen tasaiseksi sekoittumiseksi ja pH:n vakioimiseksi vesiä hapetettiin akvaariohapettimilla noin vuorokausi ennen kalojen lisäämistä. Kuhunkin astiaan laitettiin 10 nieriän ruskuaispussipoikasta. Kalojen elossapysymistä seurattiin vuorokauden ajan 0, 2, 4, 6, 8, 12 ja 24 tunnin kuluttua testin aloituksesta suoritetuin tarkistuksin. Veden lämpötila ja pH tarkistettiin väriaineen laitton, kalojen lisäämisen ja testin lopetuksen yhteydessä.

2.2. Merkintäkoee

2.2.1. Koeryhmät

Sietokykytestien perusteella muodostettiin neljä koeryhmää, joissa ARS-pitoisuutena käytettiin 50 ja 100 mg/l ja käsittelyaikoina 4 ja 8 tuntia. Näistä ryhmä 100 mg/l (8 h) merkittiin 29.5.1996 ja loput kolme ryhmää 4.6.1996. Kaikkiin koeryhmiin tuli 200 nieriän ruskuaispussipoikasta. Koeryhmien merkinnässä käytettiin samaa menetelmää kuin sietokykytesteissä. Ainoana poikkeuksena oli suuremmasta kalamäärästä johtuen kunkin astian 4 litran vesimäärä.

Käsittelyn jälkeen koeryhmien poikaset siirrettiin omiin hautomossa sijaitseviin kaukaloihin ja niiden kuolevuudesta pidettiin kirjaa. Poikasia hoidettiin ja ruokittiin normaalisti (nauharuokkimet).

2.2.2. Näytteet ja mittaukset

Merkityistä nieriäryhmistä otettiin näytteitä neljä kertaa. Ensimmäinen näyte vuorokauden, toinen noin 60 (2.8.), kolmas 120 (27.9./2.10.) ja neljäs 180 vuorokauden (25.11./1.12.) kuluttua värjäyksestä. Kaikilla näytekerroilla kustakin koeryhmästä otettiin viisi poikasta, jotka joko säilöttiin 95 % etanoliin tai käsiteltiin heti. Kahdella

ensimmäisellä näytekerralla otettiin lisäksi kontrolliksi viisi samanikäistä merkitsemätöntä poikasta.

Otoliittien tarkistuksen yhteydessä mitattiin näytekalojen pituudet. Kolmannen näytekeran yhteydessä tarkistettiin jäljelläolevien kalojen määrä koeryhmissä ja mitattiin niiden pituudet ja painot. Samalla leikattiin käsittelyajaltaan 8 tunnin ryhmien kalojen rasvaevät ja siirrettiin kalat kaukaloista kahteen 2,1 m² altaaseen, joihin kumpaankin tuli kaksi ryhmää. Koekalojen seurantaa jatketaan useita vuosia.

2.2.3. Otoliittien preparointi ja merkkien pysyvyyden tarkistus

Nieriällä olevista otoliittipareista suurimmat (sagitta) otettiin esiin binokulaaria apuna käyttäen. Otoliitit puhdistettiin etanolilla ja niiden annettiin kuivua. Otoliitteja ei hiottu tai muuten käsitelty, vaan kuivumisen jälkeen kokonaisista otoliiteista tarkistettiin merkin näkyminen binokulaarilla käyttäen 10-40× suurennosta. Alustana käytettiin valkoista taustaa ja valo suunnattiin otoliitteihin sivulta. Merkin näkyvyys arvioitiin käyttämällä asteikkoa 0 = ei merkkiä, + = vähäinen merkki ja ++ = selvä merkki. Merkkien tarkistuksen yhteydessä mitattiin kunkin kalan otoliittien pituudet ja leveydet binokulaarilla.

3. Tulokset

3.1. Väriaineen sietokykytestit

ARS alensi veden pH:ta pitoisuuden kasvaessa (taulukko 1). Veden lämpötila oli ensimmäisessä testissä väriaineen lisäyksen yhteydessä 4,8 °C, testin alkaessa 4,1 °C ja loppuessa 4,0 °C. Toisessa testissä vastaavat lämpötilat olivat 10,0 °C, 9,7 °C ja 9,4 °C.

Taulukko 1. Veden pH eri ARS-pitoisuuksilla testien aikana. Testi I = 7.-9.5.1996 ja testi II = 27.-29.5.1996.

	50 mg/l	100 mg/l	150 mg/l	200 mg/l	300 mg/l	400 mg/l
Testi I	6,73-6,86	6,47-6,74	6,30-6,62	6,28-6,48	6,26-6,45	6,25-6,40
Testi II	7,10-7,13	7,02-7,03	-	6,76-6,85	-	6,56-6,57

ARS lisäsi nieriän ruskuaispussipoikasten kuolleisuutta niin pitoisuuksien noustessa kuin myös käsittelyaikojen pidentyessä. Poikaset kestivät hyvin vuorokauden käsittelyn ainoastaan pitoisuudessa 50 mg/l. Pitoisuuden ollessa 200 mg/l kaikki poikaset kuolivat 6-12 tunnin kuluessa ja pitoisuuksissa 300-400 mg/l jo 2-4 tunnin aikana (taulukko 2). Pitoisuuksissa 100-150 mg/l vuorokauden elossa säilyneet poikaset olivat lähes kaikki ulkoisesti ja käyttäytymiseltään heikkokuntoisia.

Veden lämpötilalla näytti olevan testien perusteella vaikutusta nieriän ruskuaispussi-poikasten väriaineen sietokykyyn, sillä ensimmäisen testin alhaisemmassa lämpötilassa poikaset pysyivät kauemmin hengissä suuremmissakin pitoisuuksissa (taulukko 2).

Testien perusteella päädyttiin käyttämään koeryhmien merkinnöissä ARS-pitoisuutena 50 ja 100 mg/l ja käsittelyaikoina 4 ja 8 tuntia.

Taulukko 2. ARS:n aiheuttama nieriän ruskuaispussipoikasten kuolleisuus eri pitoisuuksina 0-24 tunnin aikana. I = testi 7.-9.5.1996 ja II = testi 27.-29.5.1996. Kussakin kokeessa 10 kalaa.

Aika (h)	50 mg/l		100 mg/l		150 mg/l		200 mg/l		300 mg/l		400 mg/l	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	10
4	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	-
6	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-
8	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-	-
12	-	1	-	2	-	-	3	1	-	-	-	-
24	-	-	5	6	7	-	6	-	-	-	-	-
YHT.	0	1	5	9	7	-	10	10	10	-	10	10

3.2. Merkintäko

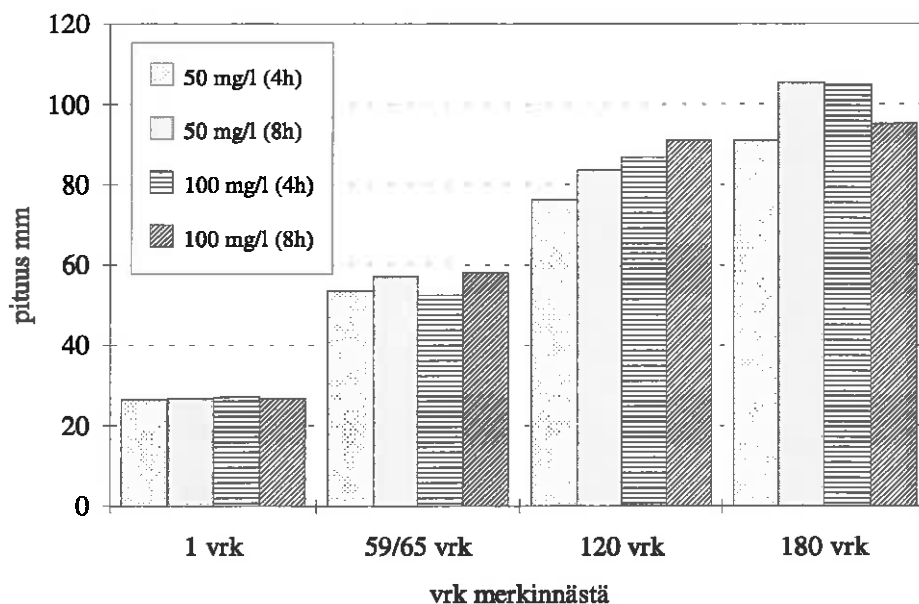
Ensimmäinen koeryhmistä merkittiin 29.5.1996. Veden lämpötila merkinnän aikana oli 9,8 °C ja pH 6,85. Loput kolme ryhmää merkittiin 4.6.1996, jolloin veden lämpötila oli 10,4 °C ja pH eri ryhmissä välillä 6,56-6,64. Merkintöjen yhteydessä kuoli ainoastaan yksittäisiä poikasia (taulukko 3).

Taulukko 3. Koeryhmät, niiden merkintäpäivä, merkittyjen ja merkinnän yhteydessä kuolleiden määrä sekä veden lämpötila ja pH.

Ryhmä	Merk. pvm	Merkitty kpl	Kuollut kpl	Vesi °C	Veden pH
50 mg/l (4h)	4.6.96	200	1	10,4	6,61
50 mg/l (8h)	4.6.96	200	1	10,4	6,64
100 mg/l (4h)	4.6.96	200	1	10,4	6,56
100 mg/l (8h)	29.5.96	200	-	9,8	6,85

3.2.1. Väriaineen vaikutus kasvuun

Vuorokauden kuluttua merkinnästä otettujen näytekalojen pituudet vaihtelivat 24-29 mm:n välillä, kahden kuukauden kuluttua kalojen pituus oli 50-63 mm, neljän kuukauden 65-103 mm ja puolen vuoden kuluttua 84-124 mm (kuva 1). Näytekalojen koko ei edustanut koeryhmien poikasten keskikokoa, sillä näytteiksi ei valittu kaikkein pienimpiä yksilöitä.



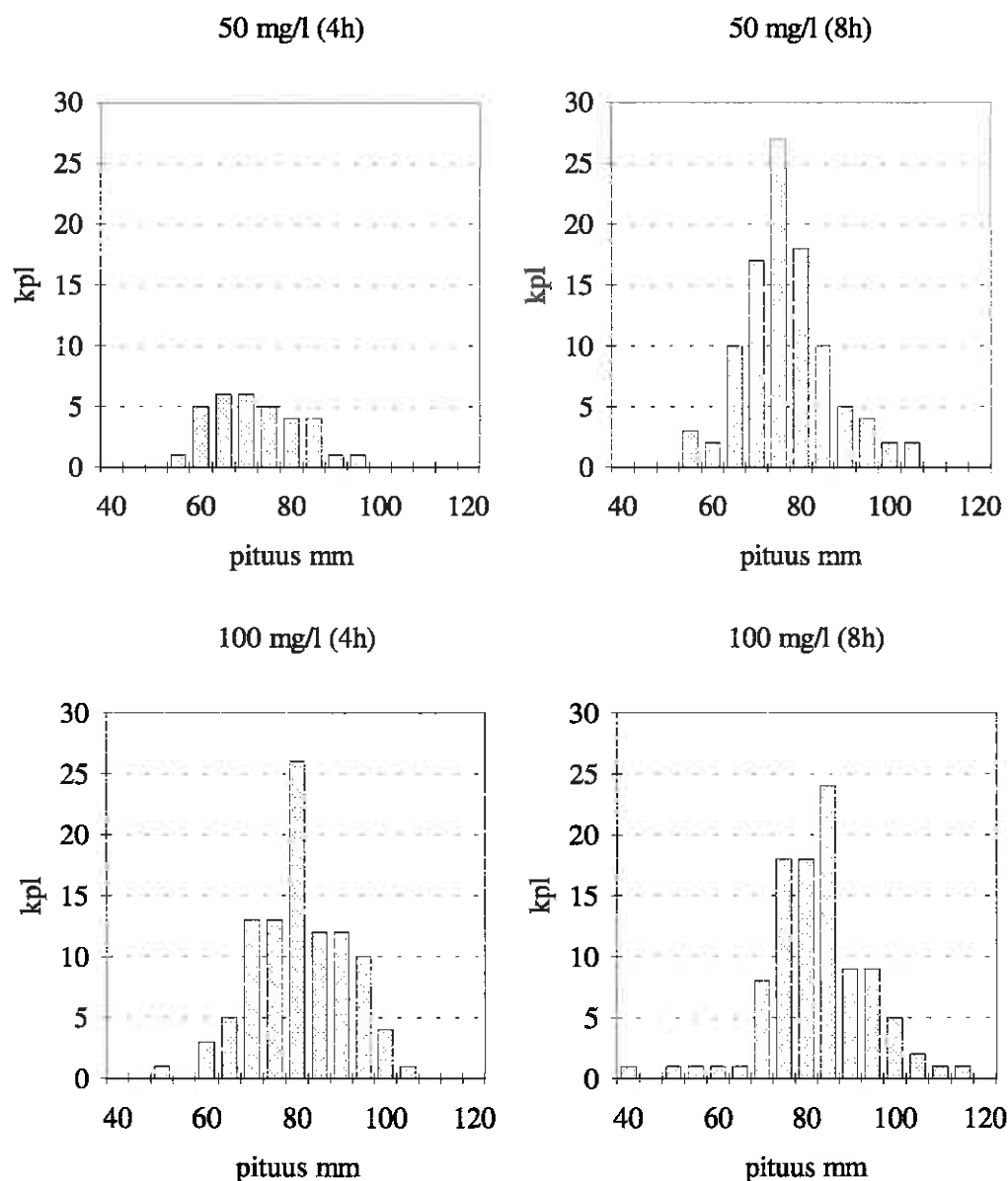
Kuva 1. Näytekalojen keskipituus näyterkerroittain 1-180 vuorokautta merkinnästä.

Lokakuun alussa 120-125 vrk merkinnästä mitattiin lähes kaikki koeryhmien kalat ennen niiden siirtoa poikashalliin. Mitattujen kalojen (n=333) pituudet vaihtelivat 43-117 mm:n ja painot 0,9-13,2 g:n välillä. Tilastollisesti eri ryhmien kalojen koot erosivat toisistaan erittäin merkittävästi (pituus $F=11,013^{***}$, paino $F=11,190^{***}$). Paritaisilla vertailuilla (Tukey) 100 mg/l-ryhmien kalat olivat erittäin merkittävästi

($p < 0,001$) suurempia kuin ryhmän 50 mg/l (4 h) kalat niin pituudeltaan kuin painoltaan. Myös ryhmän 50 mg/l (8 h) kalat olivat merkitsevästi pienempiä pituudeltaan ($p < 0,05$) sekä painoltaan ($p < 0,01$) kuin 100 mg/l-ryhmien kalat. Taulukossa 4 on esitetty siirron yhteydessä mitatut kalojen keskipituudet ja -painot sekä kuvassa 2 pituusjakaumat koeryhmittäin.

Taulukko 4. Koeryhmien kalojen keskipituus ja -paino siirron yhteydessä 2.10.1996 120-125 vuorokautta merkinnästä.

Ryhmä	mm	±sd	n	g	±sd	n
50 mg/l (4h)	74,2	±9,5	33	3,0	±1,2	33
50 mg/l (8h)	78,9	±9,9	100	3,5	±1,6	100
100 mg/l (4h)	82,7	±10,2	100	4,2	±1,7	100
100 mg/l (8h)	84,7	±11,4	100	4,6	±2,0	100

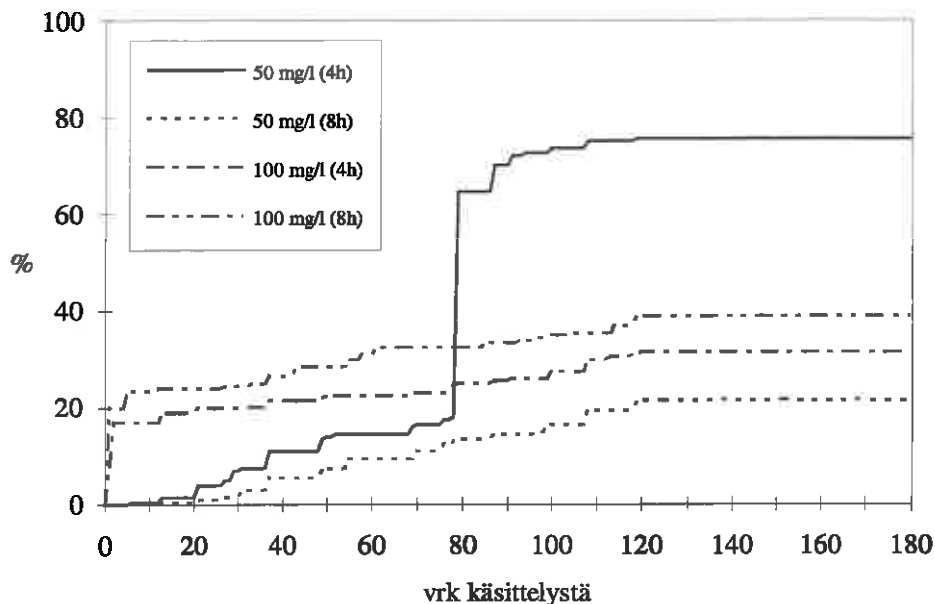


Kuva 2. Nieriän pituusjakaumat koeryhmittäin 2.10.1996 120-125 vuorokautta merkinnästä.

3.2.2. Väriaineen vaikutus kuolleisuuteen

Nieriöiden kuolleisuus kuuden kuukauden aikana merkinnän jälkeen oli eri ryhmissä 22-76 % (43-151 yksilöä). Näiden lisäksi poistettiin kaikista ryhmistä näytekaloina 20 yksilöä. Kuolleisuus oli varsin tasaista neljän ensimmäisen kuukauden ajan, lukuunottamatta ryhmässä 50 mg/l (4 h) elokuun loppupuolella tapahtunutta yli 90 poikasen kuolemista vuorokauden sisällä. Kuolleisuuden aiheuttaja lienee ollut joko vesityskatos tai muu tekninen syy. Lisäksi pitoisuudeltaan 100 mg/l-ryhmissä poikasten kuolleisuus oli suurta ensimmäisinä merkinnän jälkeisinä päivinä, jolloin kummastakin ryhmästä kuoli yli 30 yksilöä (kuva 3).

Todellisuudessa kuolleisuus oli ollut hieman suurempaa, sillä lokakuun alussa kalamääriä tarkistettaessa ryhmästä 100 mg/l (4 h) puuttui 19 yksilöä ja muista ryhmistä 1-5 yksilöä kuolleisuuskirjanpitoon verrattuna.



Kuva 3. Nieriöiden kumulatiivinen kuolleisuus (%) koeryhmissä 180 vuorokauden kuluessa merkinnästä. Näytekaloiksi 20 yksilöä/ryhmä otettuja kaloja ei ole huomioitu.

3.2.3. Otolitiittien koko ja merkin pysyvyys

Vuorokausi merkinnästä otettujen näytekalojen otoliitit olivat pituudeltaan 0,325-0,375 mm ja leveydeltään 0,250-0,275 mm (taulukko 5). ARS-pitoisuudeltaan 50 mg/l-ryhmien nieriöiden otoliiteista 20-30 %:ssa oli merkki ja 100 mg/l-ryhmissä vastaava määrä oli 50 % (taulukko 6). Merkki erottui kaikissa tapauksissa joko epä-säännöllisenä violetinpunaisena pisteenä tai himmeänä alueena. Kontrolliksi otetuilla merkitsemättömillä poikasilla otoliiteissa ei havaittu merkkiä.

Kahden kuukauden kuluttua merkinnästä otoliittien pituudet vaihtelivat 0,80-1,10 mm:n leveydet 0,55-0,75 mm:n välillä, neljän kuukauden kuluttua otoliitit olivat kooltaan 1,05-1,40/0,75-0,95 mm ja kuuden kuukauden kuluttua 1,15-1,55/0,80-1,10 mm (taulukko 5). Kaikilla näytekerroilla otoliiteissa oli selvä merkki jokaisen koeryhmän näytekalojen kaikissa otoliiteissa (taulukko 6). Kahden kuukauden näytekeran kontrollikaloihin ei havaittu merkkiä. Merkki erottui otoliittien keskellä olevana soikionmuotoisena tai pyöreänä violetinpunaisena alueena. Ryhmien välillä ei havaittu eroja merkin värin voimakkuuden suhteen.

Taulukko 5. Näytekalojen otoliittien keskipituus ja -leveys näytekerroittain 1-180 vuorokautta merkinnästä.

Aika merkinnästä	Pituus mm	±sd	n	Leveys mm	±sd	n
1 vrk	0,347	±0,022	40	0,256	±0,011	40
59/65 vrk	0,895	±0,069	40	0,638	±0,043	40
120 vrk	1,191	±0,099	40	0,868	±0,065	40
180 vrk	1,310	±0,110	40	0,963	±0,074	40

Taulukko 6. Merkin näkyvyys näytekalojen (n1-n5) otoliiteissa näytekerroittain 1-180 vuorokautta merkinnästä.

Ryhmä	1 vrk					59/65 vrk				
	n1	n2	n3	n4	n5	n1	n2	n3	n4	n5
50 mg/l (4h)	0 0	0 +	0 +	0 0	0 0	++ ++	+++ ++	+++ ++	++ ++	++ ++
50 mg/l (8h)	0 0	0 0	0 +	++	0 0	++ ++	+++ ++	+++ ++	++ ++	++ ++
100 mg/l (4h)	0 +	++	0 0	0 0	++	++ ++	+++ ++	+++ ++	++ ++	++ ++
100 mg/l (8h)	0 0	++	++	0 +	0 0	++ ++	+++ ++	+++ ++	++ ++	++ ++

Ryhmä	120 vrk					180 vrk				
	n1	n2	n3	n4	n5	n1	n2	n3	n4	n5
50 mg/l (4h)	++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++
50 mg/l (8h)	++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++
100 mg/l (4h)	++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++
100 mg/l (8h)	++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++	+++ ++

0 = ei merkkiä, + = vähäinen (epäsäännöllinen) merkki, ++ = selvä merkki

4. Tulosten tarkastelu

Kalojen otoliittien merkitsemisessä kemiallisilla aineilla on useita rajoituksia, kuten mm. erikoisvälineistö merkin havaitsemiseksi sekä väriaineen hinta. Merkinnäistä saadut tulokset ovat olleet lisäksi vaihtelevia. Yleisimmin käytetyt tetrasykliini ja sen johdannaiset ovat osoittautuneet usein ongelmallisimmiksi. Tetrasykliini on aiheuttanut useissa tapauksissa kaloille huomattavaa stressiä ja kuolleisuutta sekä huonoja merkintätuloksia eri lajeilla (Tsukamoto ym. 1989, Nagiec 1992, Nagiec ym. 1995). Samoin kalseiinilla on raportoitu vaihteluja merkinnän onnistumisesta (Tsukamoto ym. 1988).

Alitsariini-ryhmän aineilla on todettu parempi käyttövarmuus ja merkin pysyvyys kuin tetrasykliinillä (Nagiec ym. 1995). Ryhmän aineilla merkin havaitseminen pystytään suorittamaan lisäksi pienellä suurennoksella ilman UV-mikroskooppia (Beckman ja Schulz 1996). AC:a onkin käytetty vaihtoehtoisena väriaineena, jolla on saatu paremmin havaittavia merkkejä kuin tetrasykliinillä ja kalseiinilla (Tsukamoto ym. 1988, Moen 1996) ja ARS on antanut tehdyissä tutkimuksissa hyviä tuloksia (Nagiec ym. 1995, Beckman ja Schulz 1996). Alitsariini-johdannaisia käytettäessä tarvitaan lisäksi pienempiä pitoisuuksia kuin tetrasykliinillä tai oksitetrasykliinillä (Nagiec ym. 1995, Radtke ja Fey 1996, Moen 1996). ARS:n hinta on sadasosa AC:stä, mikä puoltaa ARS:n käyttöä muuten hyviä tuloksia antaneeseen AC:een verrattuna.

Tämän aineiston perusteella sopivimmaksi ARS-pitoisuudeksi Saimaan nieriän ruskuaispussipoikasten otoliittien merkinnöissä saatiin sietokykytestien ja merkintäkokeiden perusteella 50 mg/l ja enintään 100 mg/l noin 10 °C veden lämpötilassa. Käsittelyajaksi suositellaan 4-8 tuntia. Suuremmat pitoisuudet ja pitemmät käsittelyajat lisäsivät merkinnän aikaista kuolevuutta selvästi. Merkin pysyvyys 180 vuorokauden kuluttua merkinnästä oli käytetyillä pitoisuuksilla (50 ja 100 mg/l) ja käsittelyajoilla (4 ja 8 tuntia) kaikissa koeryhmissä 100 %, eikä merkin erottumisessa havaittu eroja ryhmien välillä.

Harjuksen poikasilla on tehty merkintöjä, joissa käytettiin ARS-pitoisuutena 70 mg/l ja käsittelyaikana 3-4 tuntia 9-12,5 °C lämpötilassa (Nagiec ym. 1995). Merkinnän aikainen kuolleisuus oli alle 1 % jopa 35 000 yksilön merkintäerässä. Harjuksella merkki havaittiin vielä 842 vuorokauden kuluttua merkinnästä. Sen sijaan eräillä lämpimän veden lajeilla, mm. karpeilla, tehdyissä merkinnöissä suositeltiin käytettävän ARS-pitoisuutena 200-300 mg/l ja käsittelyaikana 12 tai 24 tuntia 25 °C lämpötilassa. Tällöin kuolleisuus merkinnässä oli 0-3 %, merkintätulos 100 % ja merkki oli havaittavissa ainakin 160 vuorokauden kuluttua (Beckman ja Schulz 1996). Nieriällä ei ARS:lla ole tehty merkintöjä, mutta AC 30 mg/l ja 18 tuntia 1-7 °C lämpötiloissa antoi 100 % merkintätuloksen ruskuaispussipoikasilla (Radtke ja Fey 1996).

Merkinnän aikainen poikasten kuolleisuus oli ainoastaan 0-0,5 % eri merkintäryhmissä. Ryhmän 100 mg/l (8 h) poikasista noin puolella ilmeni vaikeuksia siirrettäessä kalat väriliuoksesta puhtaaseen veteen ja näistä noin 20 % kuoli vuorokauden sisällä. Poikasten kuolevuus johtui pH-erosta väriaineen ja puhtaan veden välillä tai jostain aineenvaihduntaan liittyvästä tekijästä, jota stressaantuneet kalat eivät kestäneet. Merkintäveden pH 6,85 sinänsä ei selitä kuolleisuutta. Muissa ryhmissä puhdas vesi vaihdettiin vähitellen lappoletkun avulla väriainetta sisältäviin astioihin. Merkinnöissä käytetty ARS-pitoisuus 100 mg saattoi toisaalta olla myös liian suuri, sillä kyseisen pitoisuuden käsittelyajaltaan 4 tunnin ryhmästä kuoli myös yli 15 % poikasista kahden vuorokauden kuluessa.

Väriaineesta puhtaaseen veteen siirron yhteydessä tapahtuvaa kuolleisuutta voidaan estää lisäämällä merkintäveteen natriumbikarbonaattia, varsinkin käytettäessä suurempia pitoisuuksia, nostamaan väriliuoksen pH:ta (Beckman ja Schulz 1996), tai tässä kokeessa käytettyä puhtaan veden vähittäistä lisäämistä väriaineeseen.

Harjuksella tehdyssä kokeessa ARS-väriaineella merkittyjä poikasia siirrettiin 30 000 kappaletta kolme tuntia merkinnän jälkeen istutuspaikalle Ochotnica-jokeen. Kuljetus kesti 40 minuuttia, eikä sen aikana havaittu kuolleisuutta. Neljän kuukauden kuluttua (128 vrk) eloonjääneiden määrä istutuspaikalla oli 12,2 % istutetuista. Osuus oli ilmeisesti suurempikin, koska osa poikasista oli vaeltanut alaspäin päävirtaan. Harjuksen eloonjääminen on luonnonolosuhteissa alle 10 %, joten saatua tulosta voidaan pitää varsin hyvänä (Nagiec ym. 1995).

Nieriän kasvuun ARS-väriaineella ei näyttänyt olevan vaikutusta merkinnöissä käytetyillä pitoisuuksilla ja käsittelyajoilla. Neljän kuukauden kuluttua merkinnästä suoritetuissa koeryhmien kalojen mittauksissa keskimäärin suurimmat kalat olivat pitoisuuksiltaan väkevimmissä 100 mg/l-ryhmissä ja pienimmät ryhmässä 50 mg/l (4h). Poikasten kokovaihtelu oli kuitenkin suuri kaikissa ryhmissä. Erot ryhmien välillä selittyvät ainakin osaksi käytetystä ruokintamenetelmästä (nauharuokkimet). Kyseisellä ruokintamenetelmällä ei pystytty tasaiseen ja säännölliseen ruokintaan verrattuna mm. automaateilla (ITUMIC) tapahtuvaan ruokintaan. Lisäksi 100 mg/l-ryhmissä alku-kuolevuus ja 50 mg/l (4h) elokuun lopun kuolevuus on voinut karsia tietyn kokoisia yksilöitä. Tämä puolestaan vaikuttaa keskipituuksiin ja niiden perusteella laskettuun kasvuun.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän esikokeen perusteella ARS näyttää soveltuvan hyvin nieriän ja mahdollisesti muidenkin lajien pienten poikasten otoliittien merkintään. Merkintää voidaan saatujen tulosten perusteella käyttää poikasten ryhmämerkintään ja istutustutkimuksiin.

Tämän kokeen nieriöiden merkkien säilymistä on tarkoitus seurata jatkossa säännöllisin tarkistuksin. Seuraava tarkistus tehdään vuoden kuluttua merkinnästä ja tästä eteenpäin puolen vuoden välein. Lisäksi tarkoituksena on merkitä lisää nieriöitä ja mahdollisesti myös muita lajeja keväällä 1997. Alustavasti merkintöjä on suunniteltu tehtäväksi heti kuoriutumisen jälkeen kylmän veden aikana (alle 5 °C) sekä myöhemmin veden lämmentyä (noin 10 °C). Merkintöjä tullaan ilmeisesti kokeilemaan myös silmäpisteasteella olevalla mädillä juuri ennen kuoriutumista.

Kiitokset

Tekijät esittävät kiitokset Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn viljelyhenkilöstölle kokeessa olleiden kalojen hoidosta.

Kirjallisuus

- Beckman, D.W. & Schulz, R.G. 1996. A simple method for marking fish otoliths with alizarin compounds. *Transactions of the American Fisheries Society* 125, p.146-149.
- Blom, G., Nordeide, J.T., Svåsand, T. & Borge, A. 1994. Application of two fluorescent chemicals, alizarin complexone and alizarin red S, to mark otoliths of Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquaculture and Fisheries Management* 25 (Suppl. 1), p. 229-243.
- Conover, G.A. & Sheenan, R.J. 1996. Evaluation of oxytetracycline marks in sagittal otoliths of juvenile black crappies. *North American Journal of Fisheries Management* 16, p. 686-688.
- Dabrowski, K. & Tsukamoto, K. 1986. Tetracycline tagging in coregonid embryos and larvae. *Journal of Fish Biology* 29, p. 691-698.
- Hendricks, M.L., Bender Jr., T.R. & Mudrak, V.A. 1991. Multiple marking of American shad otoliths with tetracycline antibiotics. *North American Journal of Fisheries Management* 11, p. 212-219.
- Hettler, W.F. 1984. Marking otoliths by immersion of marine fish larvae in tetracycline. *Transactions of American Fisheries Society* 113, p. 370-373.
- Jensen, A.C. & Cumming, K.B. 1967. Use of lead compounds and tetracycline to mark scales and otoliths of marine fish. *The Progressive Fish-Culturist* 29, p. 166-167.
- Lorson, R.D. & Mudrak, V.A. 1987. Use of tetracycline to mark otoliths of American shad fry. *North American Journal of Fisheries Management* 7, p. 453-455.
- Moen, V. 1996. Otolitt-merking av laks (*Salmo salar* L.) - Massemerking av rogn og yngel ved tillsetting av fargestoff i vannbad. Statens veterinære laboratorium i Trondheim - Oppdragsavdelning. Rapport, 21 s.
- Nagiec, M. 1992. Persistence of tetracycline mark in the otoliths of whitefish (*Coregonus lavaretus*). *Bulletin of the Sea Fisheries Institute* 3, p. 77-80.
- Nagiec, M., Dabrowski, K., Nagiec, C. & Murawska, E. 1988. Mass-marking of coregonid larvae and fry by tetracycline tagging otoliths. *Aquaculture and Fisheries Management* 19, p. 171-178.
- Nagiec, M., Czerkies, P., Goryczko, K., Witkowski, A. & Murawska, E. 1995. Mass-marking of grayling, *Thymallus thymallus* (L.), larvae by fluorochrome tagging of otoliths. *Fisheries Management and Ecology* 2, p. 185-195.
- Nordeide, J.T., Holm, J.C., Otterå, H., Blom, G. & Borge, A. 1992. The use of oxytetracycline as a marker for juvenile cod (*Gadus morhua* L.). *Journal of Fish Biology* 41, p. 21-30.
- Pedersen, T. & Carlsen, B. 1991. Marking cod (*Gadus morhua* L.) juveniles with oxytetracycline incorporated into the feed. *Fisheries Research* 12, p. 57-64.
- Peterson, D.L. & Carline, R.F. 1996. Effects of tetracycline marking, transport density, and transport time on short-term survival of walleye fry. *The Progressive Fish-Culturist* 58, p. 29-31.

- Radtke, R. & Fey, D.P. 1996. Environmental effects on primary increment formation in the otoliths of newly-hatched arctic charr. *Journal of Fish Biology* 48, p. 1238-1255.
- Rojas-Beltran, R., Champigneulle, A. & Vincent, G. 1995a. Mass-marking of bone tissue of *Coregonus lavaretus* L. and its potential application to monitoring the spatio-temporal distribution of larvae, fry and juveniles of lacustrine fishes. *Hydrobiologia* 300/301, p. 399-407.
- Rojas-Beltran, R., Gillet, C. & Champigneulle, A. 1995b. Immersion mass-marking of otoliths and bone tissue of embryos, yolk-sac fry and fingerlings of arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.). *Nordic Journal of Freshwater Research* 71, p. 411-418.
- Secor, D.H., White, M.G. & Dean, J.M. 1991. Immersion marking of larval and juvenile hatchery-produced striped bass with oxytetracycline. *Transactions of American Fisheries Society* 120, p. 261-266.
- Scidmore, W.J. & Olson, D.E. 1969. Marking walleye fingerlings with oxytetracycline antibiotics. *The Progressive Fish-Culturist* 31, p. 213-216.
- Thedinga, J.F. & Johnson, S.W. 1995. Retention of jet-injected marks on juvenile coho and sockeye salmon. *Transactions of the American Fisheries Society* 124, p. 782-785.
- Trojnar, J.R. 1973. Marking rainbow trout fry with tetracycline. *The Progressive Fish-Culturist* 35, p. 52-54.
- Tsukamoto, K. 1988. Otolith tagging of ayu embryo with fluorescent substances. *Nippon Suisan Gakkaishi* 54, p. 1289-1295.
- Tsukamoto, K., Kuwada, H., Hirokawa, J., Oya, M., Sekiya, S., Fujimoto, H. & Imaizumi, K. 1989. Size-dependent mortality of red sea bream, *Pagrus major*, juveniles released with fluorescent otolith-tags in News Bay, Japan *Journal of Fish Biology* 35 (Suppl. A), p. 59-69.
- Tzeng, W.-N. & Yu, S.-Y. 1989. Validation of daily growth increments in otoliths of milkfish larvae by oxytetracycline labeling. *Transactions of the American Fisheries Society* 118, p. 168-174.
- Wahl, D.H. & Stein, R.A. 1987. Application of liquid oxytetracycline in formulated feeds to mark and treat tiger muskellunge (northern pike $\times$ muskellunge). *The Progressive Fish-Culturist* 49, p. 312-314.
- Weber, D.D. & Ridgway, G.J. 1962. The deposition of tetracycline drugs in bones and scales of fish and its possible use for marking. *The Progressive Fish-Culturist* 24, p. 150-155.
- Wilson, C.A., Beckman, D.W. & Dean, J.M. 1987. Calcein as a fluorescent marker of otoliths of larval and juvenile fish. *Transactions of the American Fisheries Society* 116, p. 668-670.
- Wright, P.J., Rowe, D. & Thorpe, J.E. 1991. Daily growth increments in the otoliths of Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L., and the influence of environmental factors on their periodicity. *Journal of Fish Biology* 39, p. 103-113.

Saimaannieriästä ei ole julkaistu tutkimustuloksia lähes kolmeenkymmeneen vuoteen. Kaloja ei yksinkertaisesti ole ollut tutkittavaksi. Kanta on luonnossa erittäin uhanalainen, mutta viljelytoiminnan ansiosta sitä tavataan taas eri puolilla Vuoksen vesistöaluetta. Riistan- ja kalantutkimuksen Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely on koonnut käsillä olevaan julkaisuun usean kirjoittajan voimin katsauksen saimaannieriän nykytilanteeseen.

Julkaisu koostuu kuudesta erillisestä raportista ja niitä kokoavasta yhteenveto-osasta. Raportissa 1 tarkastellaan Kuolimon nieriäkannan kalastusta ja nykytilaa vuosina 1983-1996 tehtyjen istutusten, emokalanpyyntien, Carlin-merkintöjen, kalastustiedustelujen ja koekalastusten pohjalta. Raportti 2 luo katsauksen Saimaan vesiviljelyn nieriän emokalastojen perustamisesta, emokalastojen määrissä ja mädintuotannossa tapahtuneista muutoksista ja vaihteluista vuosina 1989-1996 sekä esittelee vuosina 1986-1996 Vuoksen vesistöalueelle tehty nieriäistutukset. Raportin 3 aineisto koostuu vuonna 1991 tehdyn valojaksokokeen tuloksista, joilla selvitettiin valon vaikutusta nieriän kutusykliin, sen ajoittumiseen ja mädin ominaisuuksiin. Raportti 4 selvittää nieriän ja taimenen oleskelualueita sekä nieriän liikkumisalueita ja -nopeutta Puruvedellä vuosina 1990-1996 tehtyjen istutusten ja eri tutkimustarkoituksiin tehtyjen koekalastusten sekä Carlin-merkintöjen pohjalta. Raportissa 5 esitellään tutkimustulokset verkon solmuvälin ja langan paksuuden vaikutuksista nieriäsaaliisiin avovesikaudella ja jäänaluskalastuksessa Puruvedellä vuonna 1995 tehtyjen koekalastusten perusteella. Raportissa 6 käsitellään vuonna 1996 nieriän ruskuaispussipoikasilla alitsariinipunainen S-väriaineella tehdyn otoliittien merkintäkokeen tulokset.

Yhteenveto-osaan on koottu erillisraporttien keskeisimmät tulokset ja johtopäätökset. Niiden pohjalta annetaan suosituksia saimaannieriäkannan suojelemiseen, säilyttämiseen ja kalastettavien kantojen ylläpitoon sekä jatkotutkimuksiin liittyviksi toimenpiteiksi.

Nieriä, *Salvelinus alpinus*, kalastustiedustelu, Carlin-merkintä, koekalastus, mäti, istutukset, valojakso, kutusykli, habitaatti, liikkumisalue, verkkoselektio, solmuväli, otoliitti, alitsariinipunainen S

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

Oktober 1997

Författare

Jarmo Makkonen (red.)

Publikationens namn

Saimen rödingen, en hotad djupvattensart

Typ av publikation

Rapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer

Referat

Under nästan trettio år har det inte publicerats några forskningsresultat beträffande Saimen rödingen. Det har helt enkelt inte funnits tillräckligt många fiskar att undersöka. Det vilda beståndet är akut hotat, men tack vare fiskodlingen påträffas saimenrödingen idag igen i olika delar av Vuoksens insjösystem. Enheten för fiskforskning och akvakultur i Saimen vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet har sammanställt denna översikt över Saimen rödingens situation idag. Publikationen är skriven av flera olika författare.

Publikationen består av sex separata rapporter och en sammanfattande del. Rapport 1 handlar om fisket och nuläget beträffande rödingsbeståndet i Kuolimo. Den grundar sig på utplanteringar, fångst av moderfisk, Carlin-märkningar, fiskeförfrågningar och provfisken under åren 1983-1996. Den andra rapporten ger en översikt över hur man grundat moderfiskbestånd av röding inom Saimens akvakultur, variationen och förändringarna inom moderfiskbestånden och romproduktionen under perioden 1989-1996. Dessutom presenteras utplanteringarna av röding i Vuoksens insjösystem åren 1989-1996. Rapport nummer tre belyser resultaten av ljusperiodsexperimenten år 1991, i vilka man utredde ljusets inverkan på rödingens lekcykel, dess periodisering och rommens egenskaper. Rapport fyra utreder var rödingar och öringar uppehåller sig, samt var och hur snabbt rödingen rör sig i Puruvesi. Dessa resultat baserar sig på utplanteringar åren 1990-1996, provfisken i forskningssyfte och Carlin-märkningar. Den femte rapporten presenterar forskningsresultat om hur nätens knutavstånd och garntjocklek påverkar rödingfångsterna under fiske på öppna vatten och under isen. Resultaten baserar sig på provfiske i sjön Puruvesi år 1995. I den sjätte rapporten behandlas resultaten av försök med otolitmärkning med alitsarinrött S-färgämne på rödingyngel på gulesäcksstadiet.

Rapporternas viktigaste resultat och slutsatser presenteras i den sammanfattande delen. På basen av dessa ger man också rekommendationer för skydd och bevarande av Saimen rödingsbeståndet, för upprätthållandet av fångstbara bestånd och vidare forskning.

Nyckelord

Röding, *Salvelinus alpinus*, fiskeförfrågan, Carlin-märkning, provfiske, rom, utplanteringar, ljusperiod, lekcykel, habitat, rörelseområde, nätselektion, knutavstånd, otolit, alitsarinröd S

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 133

ISBN

951-776-128-7

ISSN

0787-8478

Sidoantal

129 p.

Språk

Finska

Pris

100 mk

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Edita-bokhandel
Annegatan 44
00100 Helsingfors

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 6
00721 Helsinki

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

Tel. 0205 7511 Fax 0205 751201

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

October 1997

Author(s)

Jarmo Makkonen (ed.)

Title of Publication

Saimaa Arctic char, the threatened deep water fish

Type of Publication

Research report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Abstract

During the past 30 years there has been relatively little published research on Saimaa Arctic char. Simply, the char population has been too sparse for research. Today the natural population is extremely endangered, but thanks to the current cultivation measures char has spread in several areas/lakes throughout the Vuoksi watercourse. The present state of Saimaa Arctic char has been compiled in this report by several authors from the Finnish Game and Fisheries Research Institute, Saimaa Fisheries Research and Aquaculture.

The report contains six different articles which are summarised in a separate article. Article 1 considers fishing and the present state of Arctic char in Lake Kuolimo on the basis of 1983-1996 stockings, brood fish catches, Carlin-taggings, fishing inquiries and test fishings. Article 2 reviews the founding and cultivation history of brood stocks together with the egg production of Saimaa Arctic char at Saimaa Aquaculture during 1989-1996 and also lists the char stockings in the Vuoksi watercourse from 1986-1996. Article 3 presents the experimental results of various light rhythms on the spawning cycle, its timing and effects on the egg quality of Arctic char broodstock in 1991. Article 4 describes the habitat use, selection and distribution of stocked Saimaa Arctic char and brown trout on the basis of various test fishings and Carlin-tagging during 1990-1996 in Lake Puruvesi. Article 5 reports how the mesh size and twine diameter of gill nets affected Arctic char catches during summer and winter fishing in 1995. Article 6 deals with the experimental staining of the otoliths of yolk sac alevins of Arctic char with the alizarin red S dye.

The summary compiles the main results of separate articles and draws conclusions which form the basis of the given recommendations for conservation, protection and the establishing of sustainable stocks for the fishing of Saimaa Arctic char together with suggestions for further research.

Key words

Arctic char, *Salvelinus alpinus*, fishing inquiry, Carlin-tagging, test fishing, fish egg, stockings, photoperiod, spawning cycle, habitat, movement district, gill net selectivity, mesh size, otolith, alizarin red S

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 133

ISBN

951-776-128-7

ISSN

0787-8478

Pages

129 p.

Language

Finnish

Price

100 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab

Book-shop

Annankatu 44

FIN-00100 Helsinki, Finland

Phone +358 0 566 0566 Fax +358 0 566 0570

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute

P.O.Box 6

FIN-00721 Helsinki, Finland

Phone +358 205 7511 Fax +358 205 7512 01

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

88. MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M. JA MÄKINEN, K.

Järvilohen (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) säilyttäminen ja kalastus Vuoksen vesistöissä Carlin-merkintöjen perusteella.

(Bevarande och fiske av insjölox (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) i Vuoksens insjösystem, undersökning med hjälp av Carlin-märkningar) Maintenance and fishing of landlocked salmon (*Salmo salar* m. *sebag* Girard) on the basis of Carlin-tagging in the Vuoksi watercourse) 65 s. + liitt. Helsinki 1995.

89. NYLANDER, E. JA ROMA-KANIEMI, A.

Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus

(Havsöringen i Torne älv och havsöringsfisket) (Sea trout and fishing in the Tornionjoki River) 63 s. + liitt. Helsinki 1995.

90. URHO, L., KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M.-L., LEHTONEN, H., LEINONEN, K., PASANEN, P., RAHKONEN, R. JA TOLONEN, J.

Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet

import av nya fiskarter och -bestånd) (Possibilities for importing new fish species and stocks) 74 s. He(Möjligheter tillsinki 1995.

91. VEHANEN, T.

Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset.

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

92. SALMI, P., HUUSKO, A.

Muikun talvinuotto ja muikkukannat Kuusamossa

(Vinternotfångst av siklöja (*Coregonus albula* L.) och siklöjebestånden i Kuusamo) (Winter seine fishing of the vendace (*Coregonus albula* L.) in the Kuusamo area, northern Finland with implications on stock dynamics) 42 s. + liitt. Helsinki 1995.

93. URHO, L.

Kalatäit kalojen terveystoriskinä.

(Fisklus som hälsorisk för fisken). Fish lice as a health risk for fish). 19 s. Helsinki 1995.

94. RAHKONEN, R. KILPELÄ S.-S., PASTERNAK, M.

Lohikalujen paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus

(Furunkulos hos laxfiskar och bekämpning av den. Litteratöröversikt). (Furunculosis of salmonids and its prevention. A review of the literature). 47 s. Helsinki 1995.

95. KEMPPAINEN, S., NIEMITALO, V., LEHTINEN, E., PASANEN, P.

Lohen ja meritaimenen istutustutkimukset Kiiminkijoen

(Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kiminge älv). (Stocking research on salmon and sea trout in the River Kiiminkijoki). 36 s. + 10 liitt. Helsinki 1995.

96. Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät.

Toim. Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen. (Statens XIX fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No.XIX). 40 s. Helsinki 1995.

97. KREIVI, P., MUOTKA, T., TIKKANEN P., HUUSKO, A., MÄKI-PETÄYS, A., KUUSELA, K.

Taimenen poikasten ravinnonkäyttö Kuusamon Kuusinkijoen.

(Öringsynglens födotnyttjande i Kuusinkijoki i Kuusamo) (Diet composition and prey preferences of juvenile brown trout in the river Kuusinkijoki). 32 s. + 3 liitt. Helsinki 1995.

98. TURUNEN, J.-P.

Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitaupauksena lohenkalastuksen järjestäminen.

(Medling i miljöpolitiska konflikter med laxfisket som exempel) (Environmental dispute resolution procedure for conflicts. A case study: the management of salmon fishing) 46 s. Helsinki 1995.

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

Avoperärysäpyynnin soveltuvaus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärillä.

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

SALMINEN, A., MUTENIA, A.

Ammatti- ja luontaiselinkeinokalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991.
(Yrkes- och naturnäringens lönsamhet i Lokka konstgjorda sjö åren 1989-91) (Profitability of commercial and traditional fisheries in the Lokka reservoir from 1989-1991) s. 19 -34. Helsinki 1995.

100. Luonnontilan muutokset Konnevedessä - 25 vuotta vesiluonnon tutkimusta.

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

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

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

102. KIRJAVAINEN, E.

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun

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

103. TAMMI, J.

Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen –kirjallisuuskatsaus

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

104. SAURA, A., MIKKOLA, J.

Henkiin herätetty lohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

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

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

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

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

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

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

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

107. LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.

Suomenlahti kalastajan silmin — Tutkimus Suomenlahden likaantumisesta ja vapaa-ajankalastuksesta

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

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

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

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

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

Nierjän (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat

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

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

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

111. RAHKONEN, R., PASTERNAK, M., POHJANVIRTA, T., PYLKKÖ, P., LINDÉN, J.

Kokeita Apoject 1-Fural paisetautirokotteella 1993-1995

(Försök med Apoject 1-Fural furunkulosvaccin 1993-1995) (Experiments with Apoject 1-Fural Furunculosis Vaccine, 1993 - 1995). 24 s. Helsinki 1996.

112. SOMPPI, K., RAITANIEMI, J., RASK, M.

Kalkituksen vaikutukset särki- ja ahvenkantoihin Etelä-Suomen happamoituneissa pikkujärvissä

(Kalkningens effekter på mört- och abborrbestånd i södra Finlands försurade sjöar) (The Effects of Liming on Roach and Perch Populations of Small Acidified Lakes in Southern Finland). 41 s. + 9 liitettä. Helsinki 1996.

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

114. SALMINEN, M.

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa

(Utplanteringsålderns och -storlekens betydelse vid utplantering av smolt av havslax) (The Influence of Stocking Age and Size on the Results of Salmon Smolt Stocking). 59 s. Helsinki 1996.

115. PARMANNE, R., SETÄLÄ, J.

Silakan rehukalastuksen taloudellinen merkitys ja vaikutus silakkakantoihin

27+18 s. Helsinki 1996.

116. SALMI, J., HONKANEN, A., JURVELIUS, J., MOILANEN, P., SALMI, P. JA VESALA, K. M.

Haastatteluja Hangosta Utsjoelle. Ammattikalastuksen profiilitutkimuksen metodiikkaa. (Intervjuer från Hangö till Utsjoki, metodik för profilundersökningar av yrkesfisket) (Interviewing Commercial Fishermen in Finland: The Methodology of the Study). 26 s. Helsinki 1996.

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

118. VEITOLA, K., MÄKINEN, T.

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

119. HYVÄRINEN, P., VIRTANEN, K., VEHANEN, T., KOSKINIEMI, J., KANNEL, R. JA PURSIANEN, M.

Viihtyykö vieras kala Oulujärvessä? Taimenkantojen ja järvilohen soveltuvuus Oulujärven

hoitokalaksi. (Trivs främmande fiskar i Ule träsk? Jämförelse av olika utplanterade bestånd av öring och insjöläx) (Does the strange fish stocks succeed in lake Oulujärvi? Results of stocking four brown trout stocks and land locked salmon in Lake Oulujärvi). 39 s. Helsinki 1996.

120. JOKIKOKKO, E.

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

121. RAITANIEMI, J.

Rannikon siikojen iänmäärittäminen luotettavuus. (Hur pålitlig är åldersbestämningen av kistsikar?) (The reliability of the ageing of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) on the Finnish Baltic coast). Helsinki 1997.

122. Lähikuvia ammattikalastuksesta - Kalastusammattin rakenne, joustavuus ja mahdollisuudet.

(Yrkesfisket i närbild. Fiskaryrkets struktur, flexibilitet och möjligheter) (Close-ups on the Commercial Fishery; Structure, Flexibility and Opportunities of the Fishing Trade). Juhani Salmi ja Pekka Salmi (toim.). 125 s. Helsinki 1997.

123. TOIVONEN A.-L.

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

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

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

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

125. SUTELA, T. JA HUUSKO, A.

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

126. Kalastuskiistat haasteena hallinnolle - näkökulmia sisävesien paikallisiin ristiriitoihin

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

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

Lokan ja Porttipahdan peledsiika. Tekojärvien siikakantojen vaihtelu vuosina 1987-1996. (Peledsiken i Lokka och Porttipahta. Sikbeståndens variation i konstgjorda sjöar 1987 - 1996) (Peled in the Lokka and Porttipahta Reservoirs. The Variations in the Stocks from 1987 - 1996). 34 s. Helsinki 1997.

128. HYVÄRINEN, P.

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

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

Järvien rehevöityminen ja kalasto Suomessa. Otantaan perustuva järvikartoitus. (Insjöeutrofiering och fiskbestånd i Finland. Sjöinventering baserad på sampling) (Eutrophication and Fishes in Finnish Lakes: A Survey Based on Random Sampling). 35 s. Helsinki 1997

Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen

Saimaan syviin ja kirkkaisiin vesiin jääkauden jälkeen järvi-lohen ja norpan tapaan jäänyt nieriä on käynyt harvinaiseksi. Vielä viime vuosisadalla nieriää vietiin jopa Pietariin, mutta nyt luonnonvarainen kanta on hyvin heikkona jäljellä vain Kuolimojärvässä. Saimaan nieriästä ei julkaistu tutkimustuloksia lähes kolmeenkymmeneen vuoteen, koska tutkittavia kaloja ei ollut.

Kuolimon nieriäkannasta perustetut emokalastot tuottavat mätä ja poikasia, joita on tällä vuosikymmenellä voitu istuttaa entisiin nieriävesiin. Saimaan nieriällä on näin alkanut uusi aikakausi, sitä saadaan jälleen saaliiksi ja sen elintapoja voidaan tutkia.

Tähän julkaisuun on koottu viime vuosien tietoa Saimaan nieriän taustoista, viljelystä ja istutuksista, elintavoista ja kalastuksesta sekä nieriätutkimusten uusista menetelmistä. Tutkijat esittävät myös käsityksensä keinoista, joilla Saimaan nieriä saadaan lisääntymään luonnonvaraisesti.

