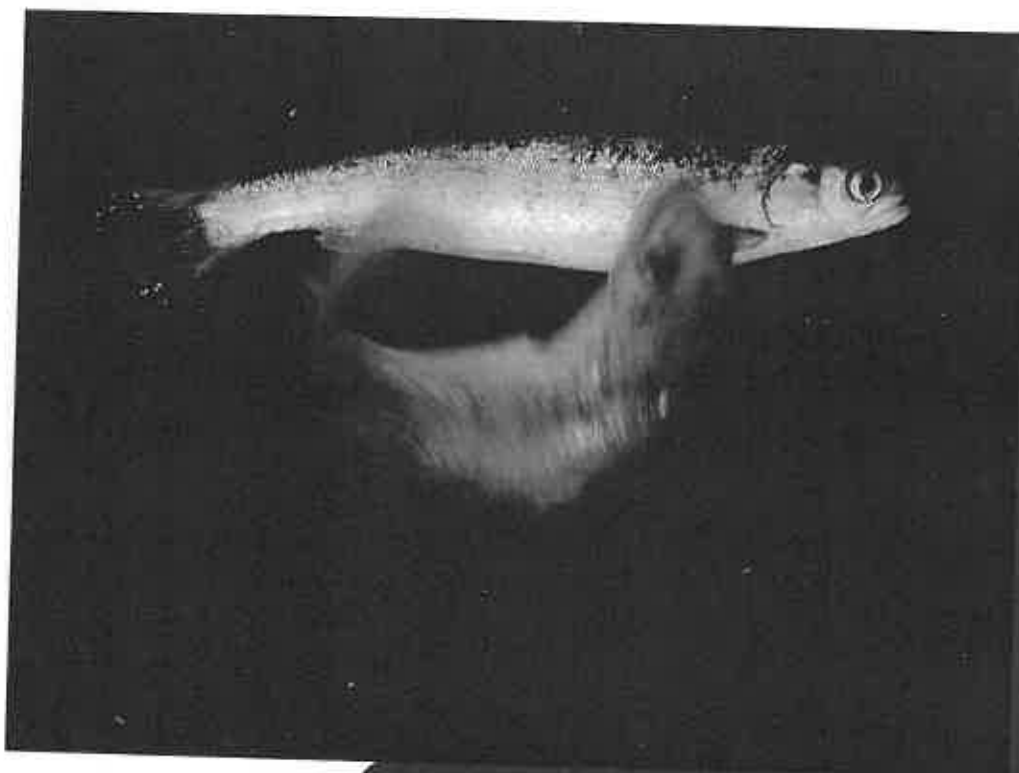


Matti Salminen

Istutusiän ja -koon merkitys
merilohden vaelluspoikasten istutuksissa



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 114

1996

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen
vaelluspoikasten istutuksissa

Matti Salminen

Helsinki 1996

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kansi: Eläviä smoltteja troolista (Kuva: Lauri Urho)

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

ISBN 951-776-082-5

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1996

Tiivistelmä

Työssä verrattiin Olkiluodon lämminvesilaitoksella kasvatetuilla 1-vuotiailla ja perinteisin menetelmin kasvatetuilla 2- ja 3-vuotiailla lijoen lohien vaelluspoikasilla Kemi- ja lijoen suualueille 1980-1988 tehtyjen merkin-täistutusten (Carlin-merkki) tuloksia. Aineisto käsitti 26 erää 1-vuotiaita (23 374 yks.), 51 erää 2-vuotiaita (45 811) ja 56 erää 3-vuotiaita (45 058) vaelluspoikasia. Yksivuotiaiden poikasten pituuden mediaani oli 156 mm ($Q_1=148$ mm, $Q_3=166$ mm), 2-vuotiaiden 175 mm ($Q_1=163$ mm, $Q_3=187$ mm) ja 3-vuotiaiden 199 mm ($Q_1=179$ mm, $Q_3=220$ mm). Eri-ikäisinä istutettujen lohien välillä havaittiin eroja mm. kasvunopeudessa, merkkipalautusten ajallisissa ja alueellisissa jakaumissa ja palautusprosentissa. Merkittävimpien erojen taustalla oli ikäeroon liittyvä ero istutuskokoissa, joka vaikutti tuloksiin sekä valikoivan kalastuksen että biologisten mekanismien kautta. Mitä suurempia lohet olivat istutettaessa, sitä nopeammin ne mm. tulivat pyydytyksi, sitä suurempi osa niistä tavattiin syönnökseltä Itämeren pääaltaan sijasta Selkämereltä ja sitä korkeampi ja vuositasolla vakaampi oli palautusprosentti. Kun istutus-pituus kasvoi 14-15,9 cm:stä 24-25,9 cm:iin, kasvoi ensimmäisen varsinaisen kalastuskauten eli 2. merivuoden osuus avomerisaalista 61 %:sta 76 %:iin, Selkämeren osuus syönnösvaelluksen aikaisista palautuksista nousi 2 %:sta 9 %:iin, keskimääräinen vuotuinen palautusprosentti parani 2,5:stä 13,2:een ja sen vaihtelukerroin pieneni 0,8:sta 0,3:een. Yhtä korkean keskimääräisen palautusprosentin saamiseksi 1-vuotiaita poikasia olisi tarvittu noin 1,5-2 -kertainen määrä suurempiin 2-vuotiaisiin ja 2-3 -kertainen määrä 3-vuotiaisiin poikasiin verrattuna.

Asiasanat

Itämeri, merilohi, istutuskoko, istutusikä, istutustulokset

Sarjan nimi ja numero

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 114

ISBN

951-776-082-5

ISSN

0787-8478

Sivumäärä

41 s. + 12 liites.

Kieli

Suomi

Hinta

75 mk

Luottamuksellisuus

Julkinen

Jakelu

Edita-kirjakauppa

Annankatu 44

00100 Helsinki

Puh. (90) 566 0566

Fax (90) 566 0570

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

PL 202

00151 Helsinki

Puh. (90) 228 811

Fax (90) 631 513

Utgivare
Vilt- och fiskeriforskningsinstitut

Utgivningsdatum
November 1996

Författare
Matti Salminen

Publikationens namn
Utplanteringsålderns och -storlekens betydelse vid utplantering av smolt av havslax

Typ av publikation
Rapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer

Referat

I undersökningen jämfördes 1-åriga yngel uppfödda i varmvattenbassängerna i Olkiluoto med för 2- och 3-åriga yngel uppfödda med traditionella metoder. Materialet utgjordes av Carlin-märkta vandringsyngel av lax från Ijo älv som släppts ut i Kemi - och Ijo älvs mynningsområden 1980-1988. Materialet omfattade 26 partier 1-åriga yngel (23 374 ex.), 51 partier 2-åriga (45 811) och 56 partier 3-åriga (45 058) vandringsyngel. Längdmedianen för ettåriga yngel var 156 mm (Q1 = 148 mm, Q3 = 166 mm), för tvååriga yngel 175 mm (Q1 = 163 mm, Q3 = 187 mm) och för treåriga 199 mm (Q1 = 179 mm, Q3 = 220 mm). Bland de vid olika ålder utplanterade laxarna observerades skillnader bl.a. beträffande tillväxthastighet, tids- och rumsmässig returering av märken samt beträffande retureringens procenterna. De största skillnaderna hänför sig till skillnaderna i utplanteringsstorlek mellan yngel av olika ålder, vilket påverkade resultaten både via selektiv fiske och biologiska mekanismer. Ju större laxarna var vid utplanteringen, desto snabbare fångades de, desto större andel påträffades under ätvandringen i Östersjöns huvudbäcken och inte i Bottenhavet och desto större del av märkena returnerades per år. Då utplanteringslängden ökade från 14 - 15,9 cm till 24 - 25,9 cm ökade fångsten under den första egentliga fiskesäsongen (det 2:a havsåret) från 61 % av havsfångsten till 76 %. Andelen som fångats i Bottenhavet ökade från 2% till 9%, den genomsnittliga retureringens procenten per år förbättrades från 2,5 till 13,2 och dess variationskoefficient minskade från 0,8 till 0,3. För att uppnå en lika stor retureringens procent skulle man behövt 1,5 - 2 ggr mera ettåriga yngel i relation till de största tvååriga ynglen och 2-3 gånger mera i relation till de tråriga ynglen.

Nyckelord

Östersjön, havslax, utplanteringsstorlek, utplanteringsålder, utplanteringsresultat

Seriens namn och nummer
Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 114

ISBN
951-776-082-5

ISSN
0787-8478

Sidoantal
41 s. + 12 bilagor

Språk
Finska

Pris
75 mk

Sekretessgrad
Offentlig

Försäljning
Edita-bokhandel
Annegatan 44
00100 Helsingfors
Tel. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Förlag
Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 202
00151 Helsinki
Tel. (09) 228 811 Fax (09) 631 513

DOCUMENTATION PAGE

Published by
Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication
November 1996

Author(s)
Matti Salminen

The Influence of Stocking Age and Size on the Results of Salmon Smolt Stocking

Type of Publication
Report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Abstract

The stocking results of one-year-old smolts from warm Olkiluoto thermal plant water were compared with two and three-year-old smolts which were reared by traditional methods. The Carling-tagged fish were stocked into the estuaries of the Kemijoki and Iijoki Rivers from 1980 - 1988. The material consisted of 26 groups of one-year-old (23,374 fish), 51 groups of two-year-old (45,811 fish), and 56 groups of three-year-old smolts (45,058 fish). The median length for the one-year-old fish was 156 mm ($Q_1 = 148$ mm, $Q_3 = 166$ mm), for two-year-old 175 mm ($Q_1 = 163$ mm, $Q_3 = 187$ mm), and for three-year-old 199 mm ($Q_1 = 179$ mm, $Q_3 = 220$ mm). There were age-dependent differences for example in growth rate, temporal and spatial returns of the tags, and recapture percentages. The most important factor behind the differences was the age-dependent difference in the stocking size which affected the results through selective fishing and biological mechanisms. The larger the salmon were at stocking the faster they were caught, the greater the percentage were found in the Bothnian Sea than the Baltic proper, and the higher and steadier yearly return rate was. When stocking size increased from 14 - 15.9 cm to 24 - 25.9 cm, the open sea catches of the first fishing season, *i.e.* the 2nd sea year, increased from 61 to 76 per cent. The yield during the feeding migration from the Bothnian Sea increased from 2 to 9 per cent, and the average yearly return percentage increased from 2.5 to 13.2 per cent with a reducing coefficient of variance from 0.8 to 0.3. For an equally good catch as with larger two-year-old fish, the number of one-year-old fish should have been 1.5 - 2 times higher, and in comparison with three-year-old fish, 2 - 3 times higher.

Key words

Baltic sea, sea salmon, stocking size, stocking age, stocking results

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 114

ISBN

951-776-082-5

ISSN

0787-8478

Pages

41 p. + 12 Appendices

Language

Finnish

Price

75 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab
Book-shop
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland
Phone +358 9 566 0566 Fax +358 9 566 0570

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 202
FIN-00151 Helsinki, Finland
Phone +358 9 228 811 Fax +358 9 631 513

1. JOHDANTO

Itämeren lohen (*Salmo salar*, L.) poikanen lähtee syntymäajoestaan merivaellukselle 1—5 vuoden ikäisenä (Alm 1934, Järvi 1938). Lähtöä edeltää joukko fysiologisia prosesseja, jotka vähitellen muuttavat jokipoikasen vaellusvalmiiksi ja -haluiseksi vaelluspoikaseksi eli smoltiksi. Ensimmäiset merkit alkavasta smolttiutumisen havaitaan varhain, jo vaellukselle lähtöä edeltävänä syksynä. (Esim. Wedemeyer ym. 1980, Lindahl ym. 1983, Virtanen 1988.) Ratkaisevat, merielämään sopeuttavat muutokset tapahtuvat kuitenkin keväällä, juuri ennen touko-kesäkuussa alkavaa merivaellusta. Niitä säätelevät kevään tuloon liittyvät luonnonilmiöt, mm. valojakson pidentyminen, veden lämpeneminen ja vedenpinnan nousu (Hoar 1976, McLeave 1978, Youngson ym. 1983).

Vaellusikä on sidoksissa kasvunopeuteen. Nopeakasvuiset poikaset smolttiutuvat nuorempina kuin hidaskasvuiset (esim. Svärdson 1955, Alm 1959). Viljelyparviin saattaa jo ensimmäisen kasvukauden lopulla kehittyä kaksihuippuinen pituusjakauma. Ylemmän huipun yksilöt kasvavat nopeasti ja smolttiutuvat vuotta aikaisemmin kuin alemman huipun hidaskasvuiset yksilöt (Knutsson & Grey 1976, Thorpe 1989, Skillbrei 1991). Keskimääräinen vaellusikä on korkein pohjoisilla ja matalin eteläisillä kannoilla (Järvi 1938, Svärdson 1955, Metcalfe & Thorpe 1990). Suomenlahteen laskevasta Kymijosta poikaset ovat vaeltaneet 2- tai jopa 1-vuotiaina, kun taas Perämeren joissa valtaosa vaelluspoikasia on ollut 3-vuotiaita (Järvi 1938).

Lohen vaelluspoikasia tuottavat kalanviljelylaitokset käyttävät tavallisesti viljelykierrossaan luonnonlämpöistä (joki)vettä ja yleensä myös luonnollista valojaksoa. Tällaisissa oloissa poikaset kasvavat ja smolttiutuvat jokseenkin samassa tahdissa kuin luonnonpoikaset samalla leveysasteella, mikä Etelä-Suomessa tarkoittaa yleensä kahden, Pohjois-Suomessa kolmen vuoden viljelykiertoa.

Vaatimukset tuotannon tehostamisesta ja viljelyn pääoma- ja energiakustannusten alentamisesta ovat johtaneet viljelytekniisiin kokeiluihin, joilla on pyritty kasvun nopeuttamiseen ja sitä kautta viljelykierron lyhentämiseen. Helpoimmin kasvua voidaan nopeuttaa käyttämällä viljelyssä lämmitettyä vettä (Sumari ja Westman 1981, Tuunainen ym. 1981). Varsinkin haudonnassa ja alkukasvatuksessa veden tarve on niin vähäinen, että saavutettu hyöty tavallisesti ylittää kustannukset, vaikka vesi jouduttaisiin varta vasten lämmittämään. Jatkokasvatuksessa kannattavuuden edellytyksenä on yleensä tehokas veden kierrätys tai halvan jätelämmön hyväksikäyttö (Westman ym. 1989, Virtanen ym. 1989).

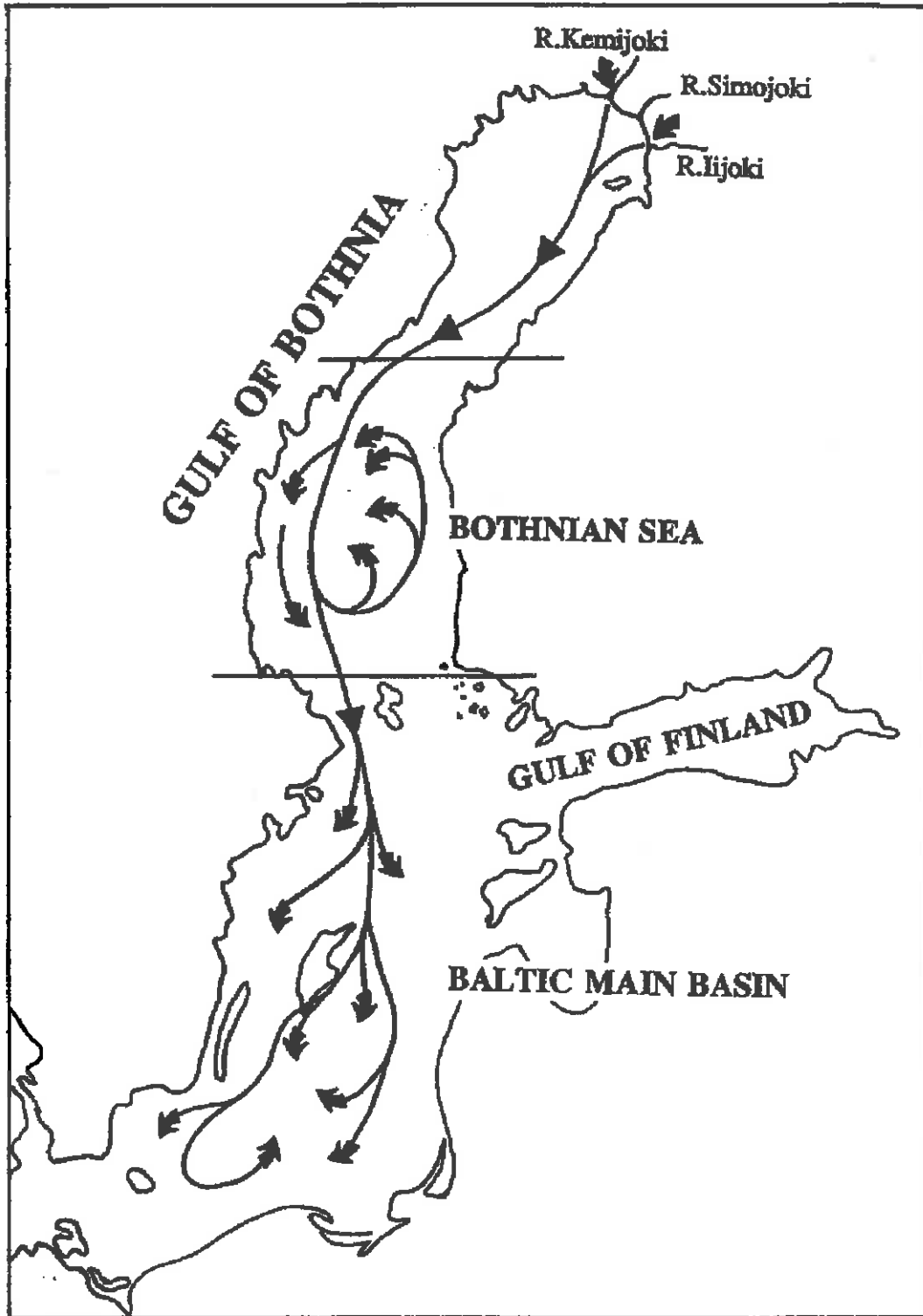
Lämpimässä vedessä lohen poikaset voidaan kasvattaa vaelluspoikasilta vaadittavan istutuskokoon jo 1- tai jopa 0-vuotiaina (Isaksson 1985). Vaellusvalmiuden ja -halun kehitys ei kuitenkaan aina etene samassa tahdissa. Mitä enemmän viljelyssä poiketaan luonnonomukaisesta lämpötilasta ja valojaksosta, sitä vaikeampaa on smolttiutumiseen liittyvien fysiologisten muutosten synkronointi ja niiden ajoittaminen haluttuun istutusajankohtaan (esim. Wedemeyer ym. 1980, Virtanen ym. 1981, Virtanen ym. 1983). Väärin ajoitettuna poikasvaiheen nopeutettu kasvu voi lisätä koiraiden varhaista sukukypsymistä, joka on smolttiutumisen osittain pois sulkeva vaihtoehto (Rowe & Thorpe 1990, Duston & Saunders 1992). Viljelyolosuhteet saattavat vaikuttaa myös lohien myöhempään merikään (Chadwick ym. 1986, Ritter ym. 1986).

Suomessa lohien poikasten lämminvesiviljelyä on tutkittu Imatran voima Oy:n Inkoon voimalaitoksen yhteyteen rakennetussa koelaitoksessa vuosina 1975—1978 (Tuunainen ym. 1981) ja Kemijoki Oy:n ja Pohjolan Voima Oy:n Olkiluodon lohilaitoksessa vuosina 1980—1988 (Westman ym. 1983, Westman ym. 1987). Viljelykokeissa on tutkittu mm. valojakson pituuden ja lämpötilan vaikutusta poikasten kasvuun ja vaellusvalmiuden kehitykseen. Vaellusvalmiuden kehittymistä on seurattu pääasiassa fysiologisin menetelmin, mutta 1-vuotiaiden poikasten istutusarvoa on pyritty selvittämään myös säännöllisin Carlin-merkinnöin.

Tämän kirjoituksessa arvioidaan lämpimässä vedessä kasvatettujen 1-vuotiaiden lohien vaelluspoikasten käyttökelpoisuutta Pohjanlahden lohikantojen hoidossa. Arvointi perustuu Perämereen 1981—1988 istutettujen Carlinin kalamerkeillä merkittyjen 1-vuotiaiden ja 2- ja 3-vuotiaiden Iijoen lohien poikasten istutustulosten vertailuun. Vertailussa keskitytään kolmeen istutustuloksen tärkeään osatekijään:

- Istutettujen kalojen kasvuun meressä
- Istutettujen kalojen vaelluskäyttäymiseen
- Istutettujen kalojen eloonjääntiin meressä

Osittain samoja tuloksia ovat aiemmin esitelleet Kuikka & Salminen (1992), Salminen & Kuikka (1992) ja Salminen, Kuikka ja Erkamo (1994). Samoja aineistoja ovat analysoineet myös Vehanen & Pasanen (1991 a ja b), Salminen (1991) ja Vehanen ym. (1993).



Kuva 1. Itämeri osa-alueineen. Kuvaan on merkitty lijoen lohen istutuspaikat ja Perämeren lohikantojen syönnösvaellusreitit Selkämerelle ja Itämeren pääaltaalle.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Miten vaelluspoikaset kasvatettiin?

2.1.1. Yksivuotiaat poikaset kasvatettiin lämminvesilaitoksessa

Pohjolan Voima Oy ja Kemijoki Oy käynnistivät lohien poikasten viljelyn Olkiluodossa talvella 1980—1981. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Helsingin Yliopiston eläintieteen laitoksen fysiologinen osasto osallistui kasvatuskokeisiin syksystä 1981 alkaen. Tavoitteena oli kehittää Olkiluodon olosuhteisiin sopiva viljelymenetelmä, jolla kyettäisiin tuottamaan Kemi- ja Iijoen kalanhoitovelvoitteeseen soveltuvia, vähintään 14 cm:n pituisia, hyväkuntoisia, vaellusvalmiita lohien istutuspoikasia (Westman ym. 1987).

Olkiluodon kasvatuskokeet tehtiin 4 m²:n neliöaltaissa, 7 m²:n pyöröaltaissa ja 120 m²:n uoma-altaissa (3x40m). Altaisiin ydinvoimalaitoksen jäähdytysveden purkupaikalta pumpatun veden suolapitoisuus oli keskimäärin 6 ‰ ja lämpötila talvella 10—14°C. Liuenneiden kaasujen ylikyllästykseen poistamiseksi vesi ilmastettiin. Lämpimän veden lisäksi laitokseen saatiin myös lämmittämätöntä merivettä.

Olkiluodossa käytettävissä oleva lämpömäärä riittää hyvin tuottamaan lohien vaadittuun istutuskokoon (14 cm) 1-vuotiaana (Soivio & Muona 1987). Alkuvuosien (1981—1983) suurin ongelma oli, että kalat pyrkivät smolttiutumaan alamittaisina ja muuttuivat jatkokasvatuksen kuluessa smoltista takaisin makeanveden vaiheeseen (desmolttiutuminen). Ongelma oli pahimmillaan keväällä 1983, jolloin lähes kaikki poikaset olivat isutushetkellä desmolttiteja. Vuodesta 1984 alkaen saatiin desmolttiutuminen suurelta osin estetyksi siirtämällä poikaset kylmään veteen heti istutuskokoon saavuttamisen jälkeen, ja vuosina 1985—1987 Olkiluodossa lähestyttiin fysiologisten analyysien perusteella lähes ihanteellista istukasta (Soivio & Muona 1987).

Olkiluodon kasvatuskokeita ovat lähemmin selostaneet Westman ym. (1982, 1983, 1984) ja Westman ym. (1987). Kasvatettujen poikasten fysiologista tilaa ovat selostaneet Soivio ym. (1982), Soivio ym. (1984), Soivio ym. (1984) Muona ym. (1986 ja 1987), ja Muona & Soivio (1987 ja 1989) ja Soivio & Muona (1987).

2.1.2. Kaksi- ja kolmevuotiaat poikaset kasvatettiin perinteiseen tapaan

Erotukseksi lämminvesikasvatetuista 1-vuotiaista lohien poikasista 2- ja 3-vuotiaat poikaset kasvatettiin pääosin luonnonlämpöisessä makeassa vedessä (ns. perinteinen viljely). Kasvatustapojen jakoa tosin hämärtävät erilaiset lämminvesimenetelmien, perinteisen kasvatuksen ja luonnonravintoviljelyn yhdistelmät.

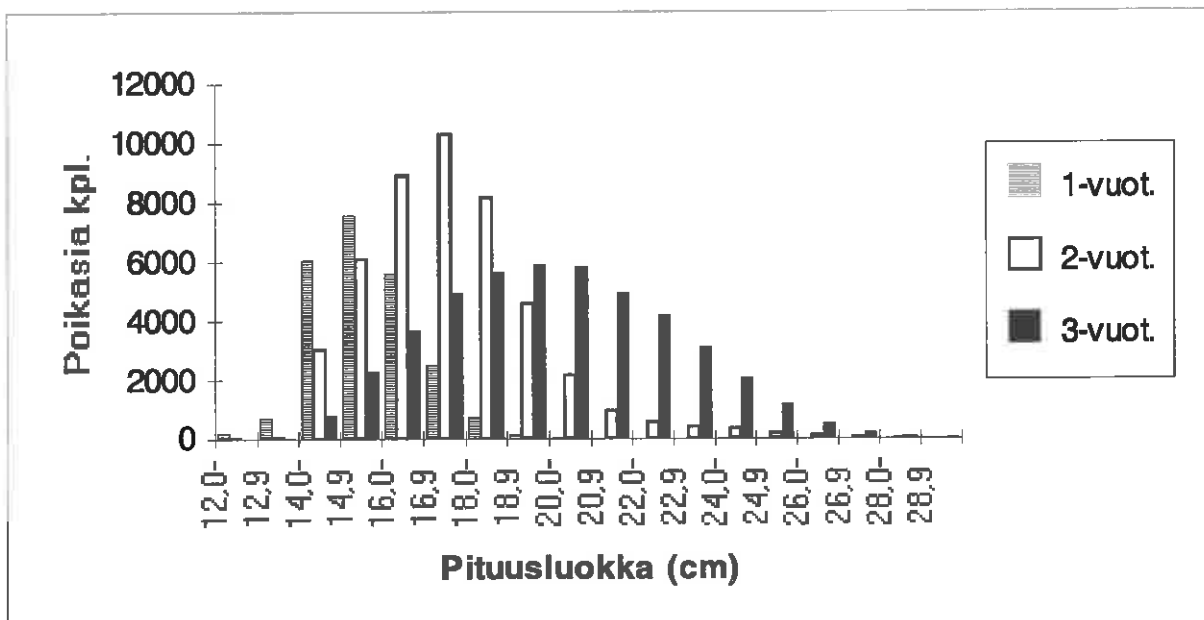
Kaksivuotiaat poikaset kasvatettiin joko voimayhtiöiden velvoiteviljelyä varten rakennetuilla Raasakan ja Ossauskosken laitoksilla tai voimayhtiöiden ns. sopimusviljelyylai-

toksilla (mm. Hanka-Taimen Oy), 3-vuotiaat joko Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella (PSSKVL) tai valtion sopimusviljelylaitoksilla.

2.2. Yli 100 000 poikasta merkittiin

Vuosina 1981—1988 Kemi- ja Iijoen suualueille istutettiin 114 243 Carlin -merkillä merkittyä Iijoen kantaa olevaa lohien vaelluspoikasta. Näistä 23 374 (26 erää) oli 1-vuotiaita, 45 811 (51 erää) 2-vuotiaita ja 45 058 (56 erää) 3-vuotiaita poikasia (liite 1). Aineistosta on karsittu pois kolme erää 3-vuotiaita poikasia, joiden istutus Iijokisuun Praavaan 1986 epäonnistui täysin. Epäonnistuminen johtui Praavan koelaitosta tuolloin vaivanneista furunkuloosista ja ASA-taudista (Vehanen ym. 1993).

Aineiston 1- ja 2-vuotiaiden poikasten merkinnät olivat osa voimayhtiöiden toteuttamaa velvoitetarkkailuohjelmaa, 3-vuotiaiden poikasten merkinnät puolestaan osa PSSKVL:n istutustutkimusohjelmaa. Merkittyinä istutettujen poikasten kokojakauma on esitetty kuvassa 2. Yksivuotiaiden poikasten piteuden mediaani oli 156 mm ($Q_1=148$ mm, $Q_3 = 166$ mm), 2-vuotiaiden 175 mm ($Q_1=163$ mm, $Q_3 = 187$ mm) ja 3-vuotiaiden 199 mm ($Q_1=179$ mm, $Q_3 = 220$ mm).



Kuva 2. Kemi- ja Iijoen suualueille 1981-1988 istutettujen 1-, 2- ja 3-vuotiaiden Iijoenlohen vaelluspoikasten piteusjakaumat

2.3. Miten merkkipalautusaineistoa käsiteltiin?

Vuoden 1991 huhtikuun loppuun mennessä merkintäistutuksista saatiin kaikkiaan 7 956 merkkipalautusta (444 postsmoltia, 7 512 aikuista). Analyysiä varten palautukset luokiteltiin istutuspiteuden, palautuspaikan, palautusajan ja vaellusvaiheen mukaan. Eriikäisten istukkaiden vertailu tehtiin vuosiluokittain yhdistämällä kunakin vuonna istutetut samanikäiset istutuserät.

Merkintäerien yhdistäminen ei ole kaikissa suhteissa korrektia, mutta esim. kasvu- ja vaellusanalyysissä se on välttämätöntä riittävän aineiston saamiseksi. Eriä yhdistettäs-

sä menetetään osa aineistoon sisältyvästä informaatiosta. Valtaosa merkintätulosten vaihtelusta on Perämeren merkinnöissä kuitenkin istutusvuosien välistä (Salminen 1991), ja lohen kalastajia, istuttajia ja kalastuksen säätelystä vastaavia kiinnostanee eniten juuri vuositasen vaihtelu ja sen aiheuttama epävarmuus.

Samana vuonna istutettujen merkintäerien välistä varianssia istutustuloksiin tuovat mm. istutuspaikan valinta, istutusajankohta ja istutusmenetelmä (esim. Vehanen ym 1993). Lähinnä nämä tekijät vaikuttanevat poikasten alkukuolleisuuteen ja sitä kautta eräkohtaiseen palautusprosenttiin. Mainittujen tekijöiden vaikutus alkukuolleisuudesta selvinneiden yksilöiden merivaiheen aikaiseen kasvuun ja vaellusmalliin meressä voidaan olettaa vähäiseksi.

2.3.1. Palautukset luokiteltiin istutuspituuden mukaan

Istutustulosten kokoluokittaista tarkastelua varten kaikki 114 243 istutettua ja 7 956 palautettua lohta jaettiin 1 cm:n pituusluokkiin. Palautuksen antaneiden yksilöiden istutuspituudet saatiin RKTL:n merkintätoimiston keskusrekisteristä. Kaikkien merkittyjen kalojen istutuspituudet (kuva 2) koottiin merkintäpöytäkirjoista.

Suurin osa kaloista oli merkitty keväällä juuri ennen istutusta. Joukossa on kuitenkin myös poikaseriä, jotka oli merkitty ja mitattu jo syksyllä tai kevättalvella. Näiden osalta tieto tarkasta istutuspituudesta puuttuu, sillä lohen poikaset kasvavat jonkin verran myös talvella. Mahdollinen kasvu merkintä- ja istutushetken välillä arvioitiin kuitenkin niin pieneksi, että oletus "merkintäpituus = istutuspituus" katsottiin oikeutetuksi.

2.3.2. ... palautuspaikan mukaan...

Saaliin alueellisen jakauman tarkastelussa noudatettiin jakoa kolmeen (kuva 1):

- palautukset Perämereltä (ICES 31)
- palautukset Selkämereltä (ICES 30)
- palautukset Itämeren pääaltaalta (ICES 22-29)

Vähäiset jokialueilta saadut palautukset on yhdistetty Perämeren aineistoon ja Suomenlahdelta (ICES 32) saadut palautukset Itämeren pääaltaan aineistoon.

2.3.3. ... ja palautusajan ja vaellusvaiheen mukaan

Istutuksista saatavan saaliin ajallisen jakauman tarkastelua varten merkkipalautukset jaettiin merivuosiin ja vaellusvaiheisiin soveltaen Ikosen & Auvisen (1984) esittämiä kriteerejä:

<i>Palautusaika</i>	<i>Kuukausi</i>	<i>Merivuosi</i>	<i>Pyydys(*</i>	<i>Vaellusvaihe</i>
Istutusvuosi	kaikki	1.	kaikki	postsmoltit
2. vuosi	=< 4.			
2. vuosi	> 4.	2.	2	kutuvaellus/kossit
3. vuosi	=< 4.		1	syönnösvaellus
3. vuosi	> 4.	3.	2	kutuvaellus
4. vuosi	=< 4.		1	syönnösvaellus
jne.				

(*pyydys 1 = ajoverkko tai siima, pyydys 2 = muut pyydykset

Itämeren pääaltaalla ja Selkämeren ulapalla kalastetaan syönnöksellä olevaa lohta syyskuusta maaliskuuhun, Pohjanlahden rannikolla puolestaan kudulle palaavaa lohta toukuusta syyskuuhun. Yllä oleva jako merivuosiin ei katkaise kumpaakaan kalastuskesonkia. Puuttuvien tietojen vuoksi vaellusvaihe jäi määrittämättä 245 palautuksen osalta, jotka jätettiin pois ao. analyyseistä.

2.4. Miten eri ikäisiä poikasia vertailtiin?

2.4.1. Vaikuttaako ikä kasvuun?

Eri-ikäisinä istutettujen vaelluspoikasten merivaelluksen aikaisen kasvun vertaamiseksi aineistosta poimittiin Itämereltä ja Suomenlahdelta 2. merivuoden lopulla (marraskuu-huhtikuu) palautetut syönnösvaltajat. Tänä aikana kalat eivät meriveden alhaisen lämpötilan vuoksi juurikaan kasva ja niiden voidaan avomerellä olettaa olevan samassa sukupuolisen kypsymisen vaiheessa. Kasvua kuvaavina muuttujina käytettiin näiden kalojen keskimääräistä saalisipituutta ja pituuden lisäystä (= yksilöllinen saalisipituus miinus istutusipituus).

Vuosiluokkien välisen kasvuvaihtelun analysoimiseksi aineistolle tehtiin varianssianalyysi, jossa käytettiin kovariaattina istutusipituutta. Istutusikäryhmien vertailu tehtiin pareittain ja vuosiluokittain t-testillä. Nollahypoteesinä oli:

Ho: 1-vuotiaiden poikasten kasvu ei poikkea 2- tai 3-vuotiaista poikasista.

Istutuskoon ja istutusiän vaikutusten erottamiseksi 1-, 2- ja 3-vuotiaiden kasvua verrattiin myös istutusipituusluokittain koko tarkastelujakson yhdistetyssä aineistossa.

Syönnösalueen valinnan vaikutusta kasvunopeuteen analysoitiin vertaamalla Itämeren pääaltaan syönnösvaltajien keskimääräisiä saalisipituuksia vuosiluokittain Selkämereltä kalastettuihin syönnösvaltajiin.

Sukukypsyyden saavuttamisen vaikutusta lohen kasvuun tutkittiin vertaamalla 2. merivuoden syyskuussa Perämereltä kalastettujen kossien keskimääräistä saalisipituutta samaan aikaan Itämereltä kalastettuihin immatuureihin syönnösvaltajiin. Tämä on ainoa ajankohta, josta saalisipituustietoja on riittävästi molemmista vaellusvaiheista.

Koiraiden ja naaraiden kasvua ei aineiston pienuuden vuoksi tarkastella erikseen. Kossista noin 64 % on tunnistettu sukupuolelleen, mutta esim. toisen merivuoden syönnösvaltajista vain noin 9 % (liite 2).

2.4.2. Vaikuttaako ikä vaelluskäyttäytymiseen?

Istutusiän ja vaelluskäyttäytymisen yhteyttä tutkittiin vertaamalla 1-, 2- ja 3-vuotiaina istutetuista lohien poikasista saatujen merkkipalautusten jakautumista vaellusvaiheittain, kalastuskausittain ja merialueittain. Jakaumien vertailuun käytettiin G- tai X^2 -testiä.

Ho: 1-vuotiaana istutetuista poikasista saadut palautukset ovat jakautuneet vaellusvaiheittain, merialueittain ja merivuositain samalla tavalla kuin samana vuonna 2- ja 3-vuotiaana istutetuista poikasista saadut palautukset.

Istutuskoon vaikutusta vaelluskäyttäytymiseen tutkittiin vertaamalla vuosiluokittain eri vaellusvaiheissa kalastettujen lohien istutuspituuksien keskiarvoja. Jakaumien vertaamiseen käytettiin Kolmogorovin-Smirnovin kahden otoksen testiä.

Koko jakson yhdistetystä aineistosta laskettiin palautusten jakautuminen vaellusvaiheittain kussakin istutuspituusluokassa. Pyyntihetkisen vaellusvaiheen yleistä riippuvuutta istutuspituudesta testattiin lineaarisella regressiolla.

2.4.3. Kuinka monta naarasta, kuinka monta koirasta?

Eri ikäisinä istutetuista lohista saatujen merkkipalautusten sukupuolijakaumia verrattiin vaellusvaiheittain ja istutuspituusluokittain. Vertailuun käytettiin X^2 -testiä:

Ho: 1-vuotiaana istutetuista poikasista saatujen palautusten sukupuolijakauma ei poikkea 2- tai 3-vuotiaana istutetuista poikasista.

Tarkastelu perustuu kalastajien määrittämiin ja ilmoittamiin sukupuolitietoihin. Merkinän yhteydessä lohien poikasten sukupuolta ei ole määritetty maitia valuvia varhaiskypsiä koiraita lukuunottamatta.

2.4.4. Merkkipalautusten määrä eloonjäännin mittana

Eloonjääntiä kuvaavaksi muuttujaksi valittiin aikuisista kaloista (≥ 2 . merivuosi) saatujen merkkipalautusten määrä prosentteina istutusmäärästä (palautusprosentti). Istutusiän ja istutuskoon vaikutusta eloonjääntiin tutkittiin vertailemalla X^2 -testillä 1-, 2- ja 3-vuotiaiden poikasten palautusmääriä vuosiluokittain kussakin istutuspituusluokassa. Istutettujen kalojen vähimmäismääräksi asetettiin 200/ikäryhmä/pituusluokka/vuosi. Vertailu tehtiin erikseen Ii- ja Kemijoen sualueille istutetuille poikasille.

Eri-ikäisten istutuspoikasten vuosiluokittaisten palautusprosenttien koko jakson (1981—1988) keskiarvoja verrattiin kussakin istutuspituusluokassa Mannin-Whitneyn U-testillä.

Ho: 1-vuotiaiden poikasten eloonjäänti ja ei eroa (samanpituuisista) 2- ja 3-vuotiaista poikasista.

Lisäksi analysoitiin istutuskoon vaikutusta eloonjäännin suhteelliseen vaihteluun. Vaihtelun mittana käytettiin kullekin istutuspituusluokalle vuosiluokittain lasketun palautusprosentin vaihtelukerrointa. Istutettujen kalojen vähimmäismääräksi asetettiin tässä tarkastelussa 100/pituusluokka/vuosi.

3. TULOKSET

3.1. Lohien kasvu meressä

3.1.1. Istutuskoko vaikutti saaliskokoon

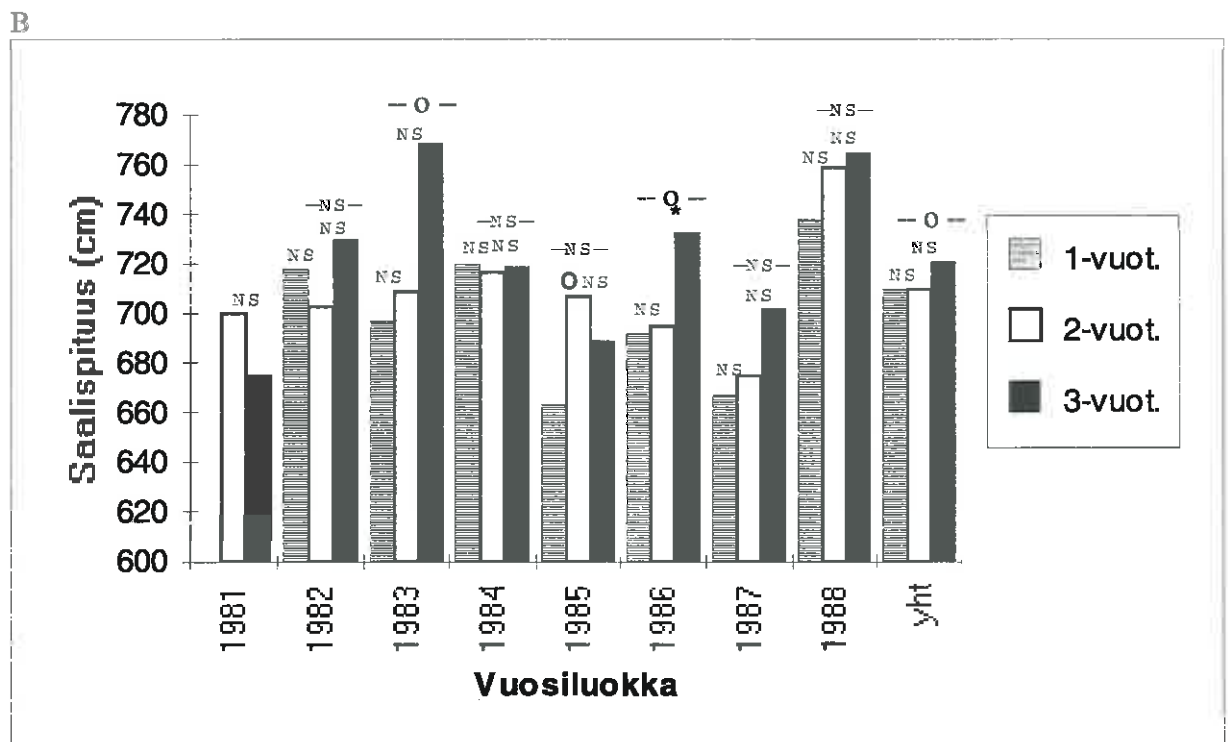
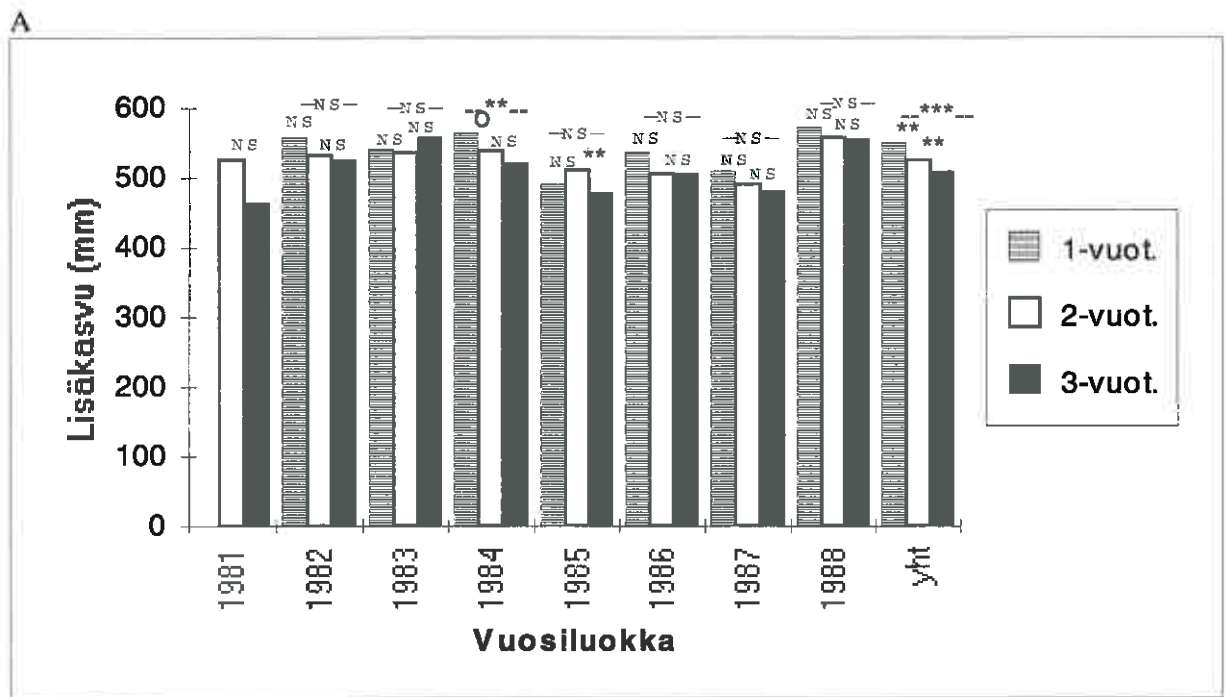
Iijoen lohen kasvunopeudessa on tilastollisesti merkitsevää vuosiluokkien välistä vaihtelua. Istutuspuutteen vaikutuksen poistamisen jälkeen muuttuja "istutusvuosi" selittää varianssianalyysin mukaan 13 % yksilöllisen pituuden lisäyksen ja 8 % saalispuutteen vaihtelusta ($F=16,8$ *** ja $10,1$ ***, $df= 7, 893$, vastaavasti). Noin 90 % valittujen kasvuparametrien vaihtelusta on siis vuosiluokkien sisäistä, eli yksilöiden välistä.

Useimmissa vuosiluokissa 1-vuotiaana istutetut ovat kasvaneet pituutta istutuksen jälkeen keskimäärin hieman enemmän kuin 2- ja 3-vuotiaat (kuva 3 A). Erot tosin ovat tilastollisesti merkitseviä vain yhdessä tapauksessa (1-vuotiaat vs. 3-vuotiaat 1984). Koko jakson yhdistetyssä aineistossa 1-vuotiaiden keskimääräinen pituuden lisäys (550 mm) eroaa merkitsevästi 2-vuotiaista (526 mm) ja erittäin merkitsevästi 3-vuotiaista (509 mm).

Nopeammasta kasvustaan huolimatta 1-vuotiaana istutetut poikaset eivät kahdessa kasvukaudessa täysin saavuta 2- ja 3-vuotiaiden istutushetkestä etumatkaa (kuva 3. B). Kuutena vuotena kahdeksasta 1-vuotiaiden keskimääräinen saalispuute on jäänyt pienemmäksi kuin 2-vuotiaiden ja kaikkina kahdeksana vuotena pienemmäksi kuin 3-vuotiaiden. Tilastollisesti erot ovat tosin korkeintaan suuntaa antavia.

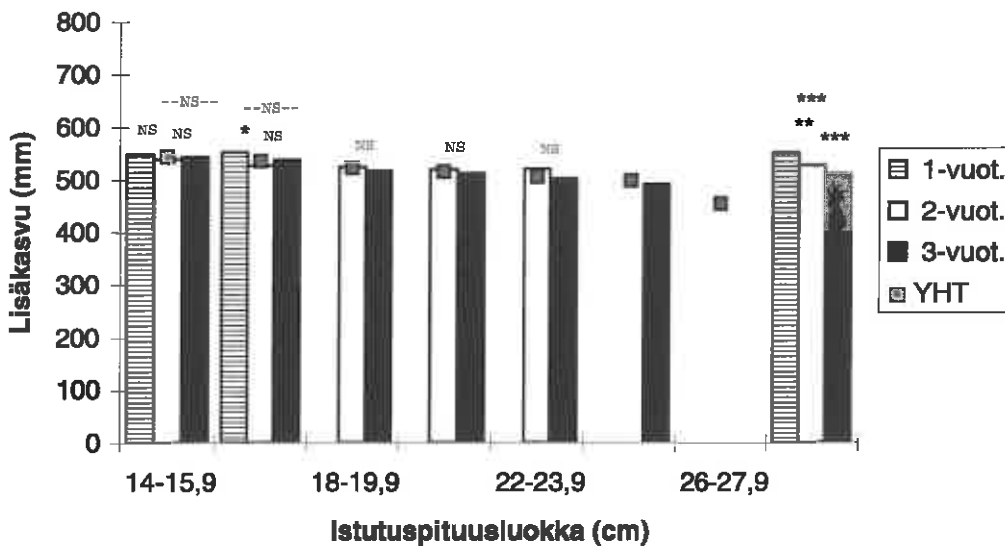
Iästä riippumatta pienet poikaset näyttävät yleensä kasvaneen suuria nopeammin (kuva 4, A). Kuitenkin, mitä suurempaa kala on istutettu, sitä suurempaa se on myös kalastettu (kuva 4, B). Koko aineistosta (koko jakso, kaikki istutusikäryhmät) lasketun regressioon mukaan kahdessa kasvukaudessa saavutetun pituuden lisäyksen keskiarvo pienenee 549 mm:stä 484 mm:iin ja keskimääräinen saalispuute kasvaa 699 mm:stä 734 mm:iin, kun poikasten istutuspuute kasvaa 14,0-15,9:sta 24,0-25,9 cm:iin. Regressiot ovat tilastollisesti merkitseviä ($y=6,55x + 647$, $F=44,1$ **); $y=3,46x + 647$, $F=21,2$ *).

Vaikka kasvunopeus näyttääkin riippuvan lähinnä istutuskoosta, saattaa myös muilla istutusikään liittyvillä eroilla olla jonkin verran merkitystä (kuva 4). Koko jakson yhdistetyssä aineistossa 1-vuotiaiden poikasten keskimääräiset pituuden lisäykset ja saalispuutteen erot ovat hieman suurempia kuin samojen kokoluokkien 2- ja 3-vuotiaiden poikasten. Pituusluokassa 16—17,9 cm on 1- ja 2-vuotiaiden välinen ero pituuden lisäyksessä tilastollisesti jokseenkin merkitsevä ja ero saalispuutteen suuntaa-antava.

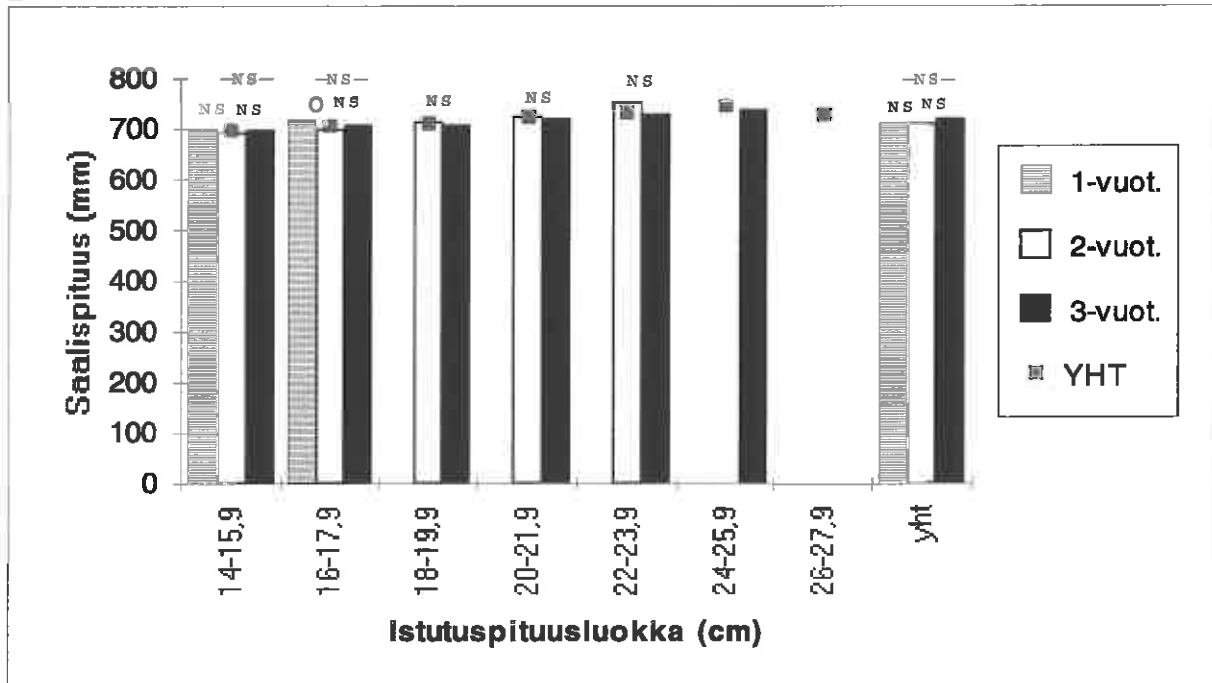


Kuva 3. Toisen merivuoden lopulla (marraskuu-huhtikuu) Itämeren pääaltaalta ja Suomenlahdelta (ICES 22-29, 32) kalastettujen syönnösvaeltajien istutuksen jälkeisen lisäkasvun (A) ja saalispituuden (B) keskiarvo vuosiluokittain (lisäkasvu = saalispituus miinus istutuspituus). Keskiarvoja on verrattu pareittain t-testillä (** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$).

A



B

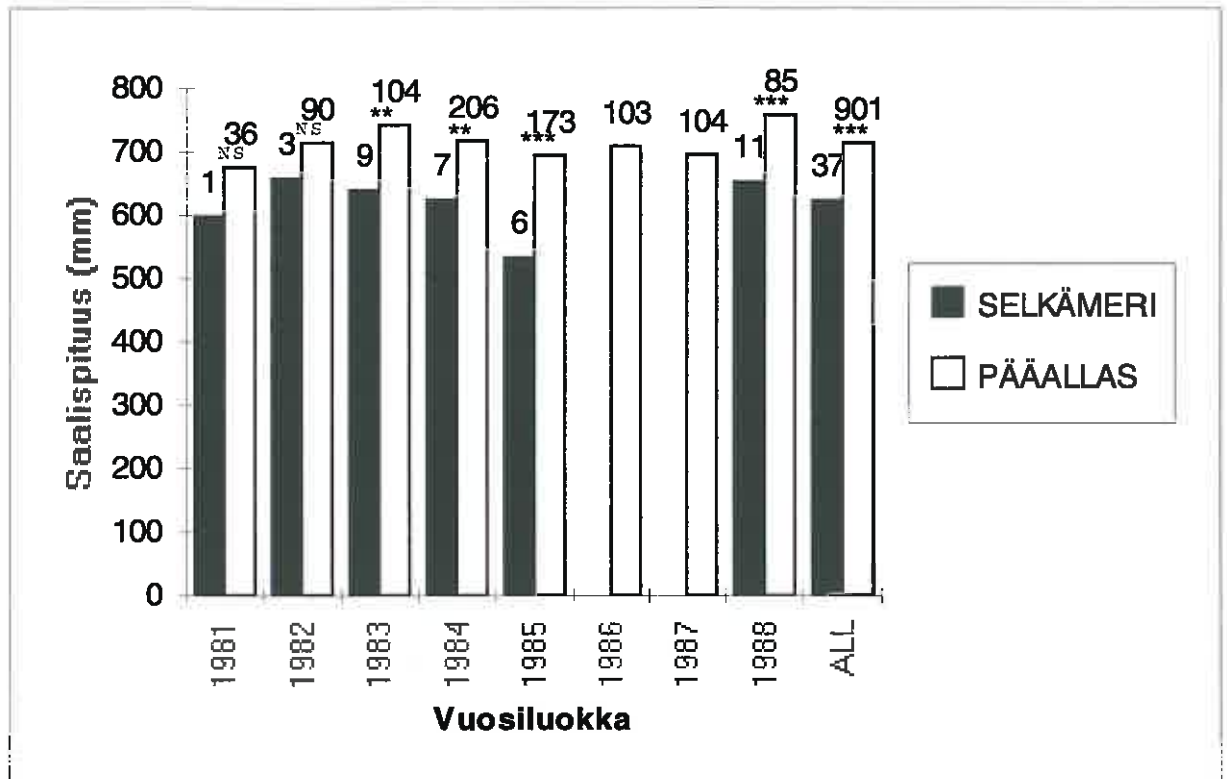


Kuva 4. Toisen merivuoden lopulla (marraskuu-huhtikuu) Itämeren pääaltaalta ja Suomenlahdelta (ICES 22-29, 32) kalastettujen syönnösvaltajien lisäkasvun (A) ja saalispitäuden (B) riippuvuus istutuspitäudesta. Samanpitäisten mutta eri-ikäisten lohien välisten erojen tilastollista merkitsevyyttä on testattu t-testillä (** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$). Havainnot vähintään 10/ikäryhmä/pitäusluokka.

3.1.2. Selkämerelle jääneet lohet kasvoivat hitaasti

Perämeren lohien tärkein syönnösalue on Itämeren pääaltaalla. Vähemmistö kaloista jää syönnökselle Selkämeren altaaseen. Selkämerelle jääneet syönnösvaltajat kasvavat hi-

taammin kuin Itämeren pääaltaalle vaeltaneet (kuva 5). Toisen merivuoden lopulla pääal-
taan lohien keskimääräinen saalispituus on 71,5 cm, Selkämeren lohien 62,6 cm. Näin
siitä huolimatta, että Selkämeren syönnösvaeltajat ovat olleet istutuspituudeltaan keski-
määrin suurempia kuin Itämerelle vaeltaneet.



Kuva 5. Toisen merivuoden lopulla (marraskuu-huhtikuu) pyydettyjen syönnös-
vaeltajien keskimääräinen saalispituus Itämeren pääaltaalla ja Selkämerellä
vuosisluokissa 1981-1988. Keskiarvoja on verrattu Mannin-Whitneyn U-testillä
(*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$). Havaintojen lukumäärä
on merkitty pylväiden yläpuolelle.

3.1.3. Kossiutuminen hidasti kasvua

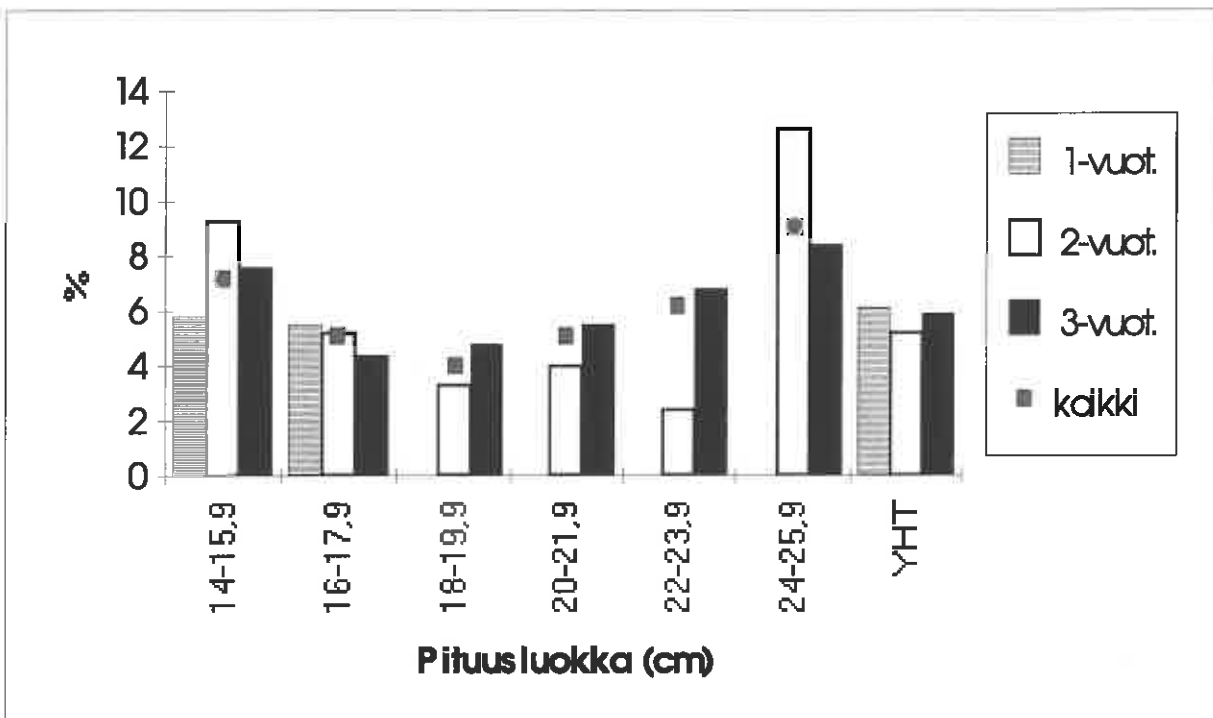
Sukukypsyyden saavuttaminen hidastaa lohien kasvua. Toisen merivuoden kutuvaeltajat
(kossit) ovat olleet syyskuussa saalispituudeltaan keskimäärin jo noin 10 cm lyhyempiä
kuin samaan aikaan Itämeren pääaltaalta kalastetut immatuurit sisaruksensa (liite 3),
sillä kosseilla on vähemmän kasvukuukausia takanaan — tosin kossit näyttäisivät olleen
hieman pienempiä jo istutettaessa.

3.2. Vaelluskäyttäytyminen

3.2.1. Postsmolteista saatiin vähän havaintoja

Ensimmäisen merivuoden kalojen (ns. postsmolttien) osuus kaikista palautuksista on istutusiästä riippumatta ollut suunnilleen sama, 5—6 % (liite 4). Postsmolttipalautusten osuus ei näyttäisi olevan selkeässä yhteydessä myöskään istutuskokoon (kuva 6).

Noin 16 % postsmolttipalautuksista on saatu jokialueelta, 35 % Perämereltä, 21 % Selkämereltä ja 28 % Itämereltä. Havaintojen vähäisen määrän vuoksi (444 yksilöä, 8 vuosiluokkaa) istutusiän ja -pituuden mahdollista vaikutusta palautusten alueelliseen jakautumaan ei tarkastella.



Kuva 6. Ensimmäisen merivuoden merkkipalautusten (postsmolttien) osuus (%) kaikista palautuksista istutuspituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Palautuksia vähintään 100/ikäryhmä/pituusluokka.

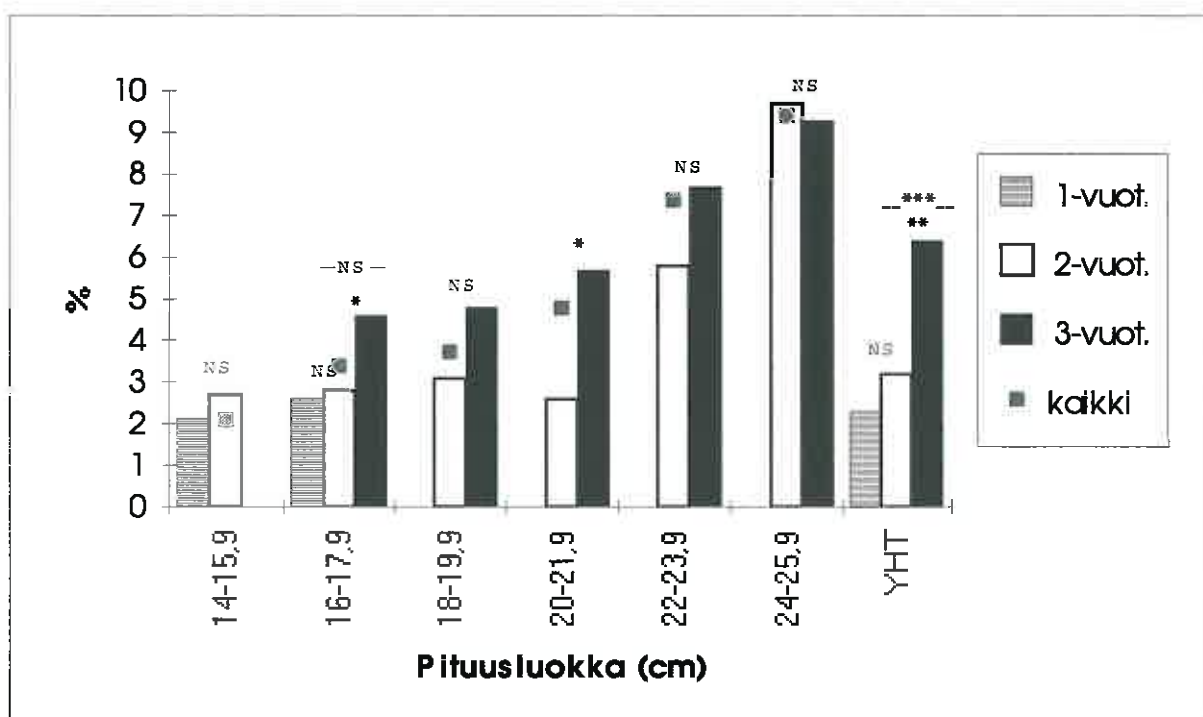
3.2.2. Suurena istutetut lohet jäivät Selkämerelle

Selkämerelle syönnökselle jääneiden yksilöiden osuus on useimmissa vuosiluokissa ollut 1-vuotiailla pienempi kuin 2- ja 3-vuotiailla poikasilla (liite 5). Pienten solukohtaisten frekvenssien vuoksi jakaumia voidaan verrata (G-testillä) vain muutamassa vuosiluokassa. Sekä 1- ja 2- että 1- ja 3-vuotiaiden jakaumat eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi yhdessä vuosiluokassa kolmesta testatusta, 2- ja 3-vuotiaiden jakaumat kolmessa vuosiluokassa viidestä testatusta.

Selkämereltä kalastettujen syönnösvaltajien istutuskeskipituus on kaikissa vuosiluokissa ollut suurempi kuin pääaltaalta kalastettujen (liite 6). Tämä koskee sekä toisen merivuoden että vanhempia (3.—5. merivuosi) syönnösvaltajia. Vanhemmilla syönnösvaltajilla

erot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä. Toisen merivuoden syönnösvaltajilla pituusjakaumat eroavat merkitsevästi kolmessa ja yhdistetyssä aineistossa viidessä vuosiluokassa kahdeksasta.

Koko aineistosta (kaikki istutusikäryhmät) lasketun regression mukaan Selkämeren osuus palautuksista nousee 1,6 prosentista 8,7 prosenttiin kun poikasten koko kasvaa 14,0—15,9 cm:sta 24,0—25,9 cm:iin (kuva 7). Regressio on tilastollisesti merkitsevä ($y=0,71x - 9,04$; $F=54,7^{**}$, $df=1,4$). Poikasten ikä sinänsä ei näytä vaikuttavan Selkämeren osuuteen. Kaikissa istutusikäryhmissä Selkämeren osuus nousee suunnilleen samalla tavalla pituuden kasvaessa. Kaikenkaikkiaan 3-vuotiaat istukkaat ovat tuottaneet Selkämerelle suhteessa merkitsevästi enemmän (6,4 %) syönnösvaltajia kuin 2-vuotiaat (3,2 %) tai 1-vuotiaat (2,3 %).



Kuva 7. Selkämeren osuus (%) syönnösvalteluksen aikaisista merkipalautuksista istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokkien 1981-1988 yhdistetyssä aineistossa. Eri-ikäisinä istutettujen kalojen jakaumia on kussakin pituusluokassa verrattu X^2 -testillä ($^{***}p<0.001$, $^{**}p<0.01$, $^{*}p<0.05$, $^{\circ}p<0.1$, NS $p>=0.1$). Havaintoja vähintään 100/ikäryhmä/pituusluokka.

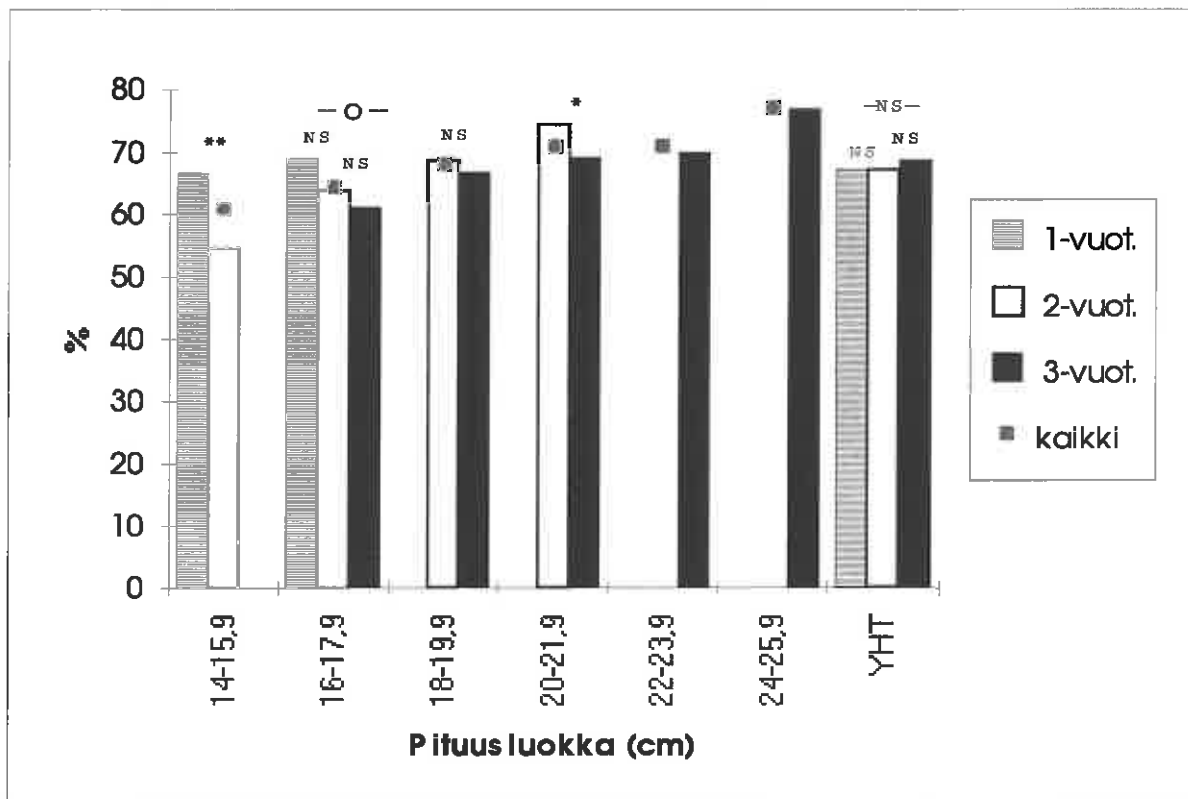
3.2.3. Suurina istutetut kalat myös kalastettiin nopeammin

Liitteessä 7 on tarkasteltu vuosiluokittain Itämeren pääaltaalta kalastettujen syönnösvaltajien jakautumista 2. merivuoden ja tätä vanhempiin yksilöihin. Vuosiluokasta riippuen 2. merivuoden osuus on vaihdellut 53 %:sta 80 %:iin. 1-, 2- vuotiaista poikasista saattujen palautusten ajalliset jakaumat eivät missään vuosiluokassa merkitsevästi eroa toisistaan, 1- ja 3-vuotiaiden jakaumissa on jokseenkin merkitsevä ero vuosiluokassa 1984.

Toisena merivuonna kalastettujen syönnösvaltajien istutuskeskipituus on — ilmeisesti valikoivan kalastuksen vuoksi — kaikissa vuosiluokissa ollut hieman suurempi kuin myöhemmin kalastettujen (liite 6). Erot pituusjakaumissa eivät kuitenkaan missään vuosiluokassa ole tilastollisesti merkitseviä. Koko aineistosta (kaikki vuodet ja istutusi-

käryhmät) lasketun regression mukaan 2. merivuoden osuus palautuksista kasvaa 61 prosentista 76 prosenttiin poikasten koon kasvaessa 14,0-15,9 cm:sta 24,0-25,9 cm:iin (kuva 8). Regressio on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($y=1,47x + 39,3$; $F=101,4$ ***, $df=1,4$).

Vaikka palautusten ajoittuminen näyttääkin riippuvan lähinnä istutuskoosta, saattaa myös muilla istutusikään liittyvillä eroilla — esim kasvunopeuseroilla — olla jonkin verran merkitystä. Kaikissa istutusikäryhmissä 2. merivuoden osuus kasvaa poikasten koon kasvaessa (kuva 8), mutta samankokoisia poikasia verrattaessa 1-vuotiaat ovat tuottaneet suhteessa enemmän 2. merivuoden palautuksia kuin 2-vuotiaat ja nämä puolestaan enemmän kuin 3-vuotiaat.



Kuva 8. Toisen merivuoden osuus (%) kaikista Itämeren pääaltaalta kalaste-
tuista syönnösvaltajista istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokissa
1981-1988. Eri-ikäisinä istutettujen kalojen jakaumia on kussakin pituusluokas-
sa verrattu X^2 -testillä (***) $p < 0.001$, **) $p < 0.01$, *) $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$).
Havaintoja vähintään 100/ikäryhmä/pituusluokka.

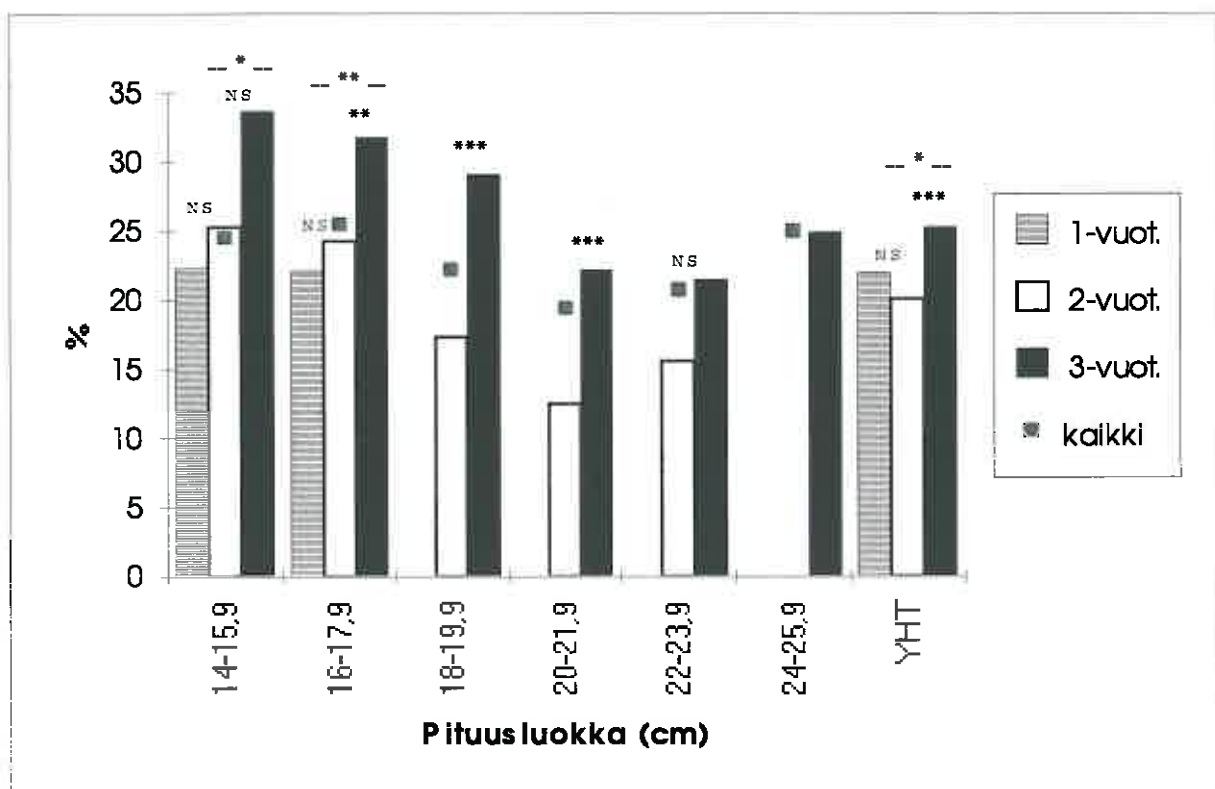
3.2.4. Kutuvaeltajien ja syönnösvaltajien lukusuhte

Kutuvaellukselta saatujen merkkipalautusten osuus kaikista palautuksista on vuosiluokit-
tain vaihdellut 14 %:sta 41 %:iin (liite 8). Istutusiällä ei näytä olleen selvää vaikutusta
kutuvaeltajien osuuteen. 3-vuotiailla kutuvaeltajien osuus on säännöllisesti ollut vähin-
tään yhtä suuri tai suurempi kuin 2-vuotiailla, mutta ero on tilastollisesti merkitsevä vain
yhdessä vuosiluokassa.

Kutuvaellukselta pyydystettyjen lohien istutuskeskipituus on kaikissa vuosiluokissa ollut
pienempi kuin syönnösvaellukselta pyydystettyjen (liite 6). Koko aineistosta (kaikki vuo-
det ja istutusikäryhmät) lasketun regression mukaan kutuvaeltajien osuus laskee 23,9

prosentista 21,9 prosenttiin istutuspituuden kasvaessa 14,0—15,9 cm:stä 24,0—25,9 cm:iin (kuva 9). Regressio ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä ($y = -0,20x + 26,9$; $F = 0,40$ NS, $df = 1,4$).

Kunkin istutusikäryhmän sisällä kutuvaeltajien osuus selvästi laskee istutuspituuden kasvaessa (kuva 9), mutta 3-vuotiailla poikasilla kutuvaeltajien osuus on ollut merkittävästi suurempi kuin samankokoisilla 1- ja 2-vuotiailla. Kaikenkaikkiaan 3-vuotiaat istukkaat ovat tuottaneet kutuvaeltajia suhteessa merkittävästi enemmän (25,3 %) kuin 2-vuotiaat (20,1 %) tai 1-vuotiaat (22,0 %).



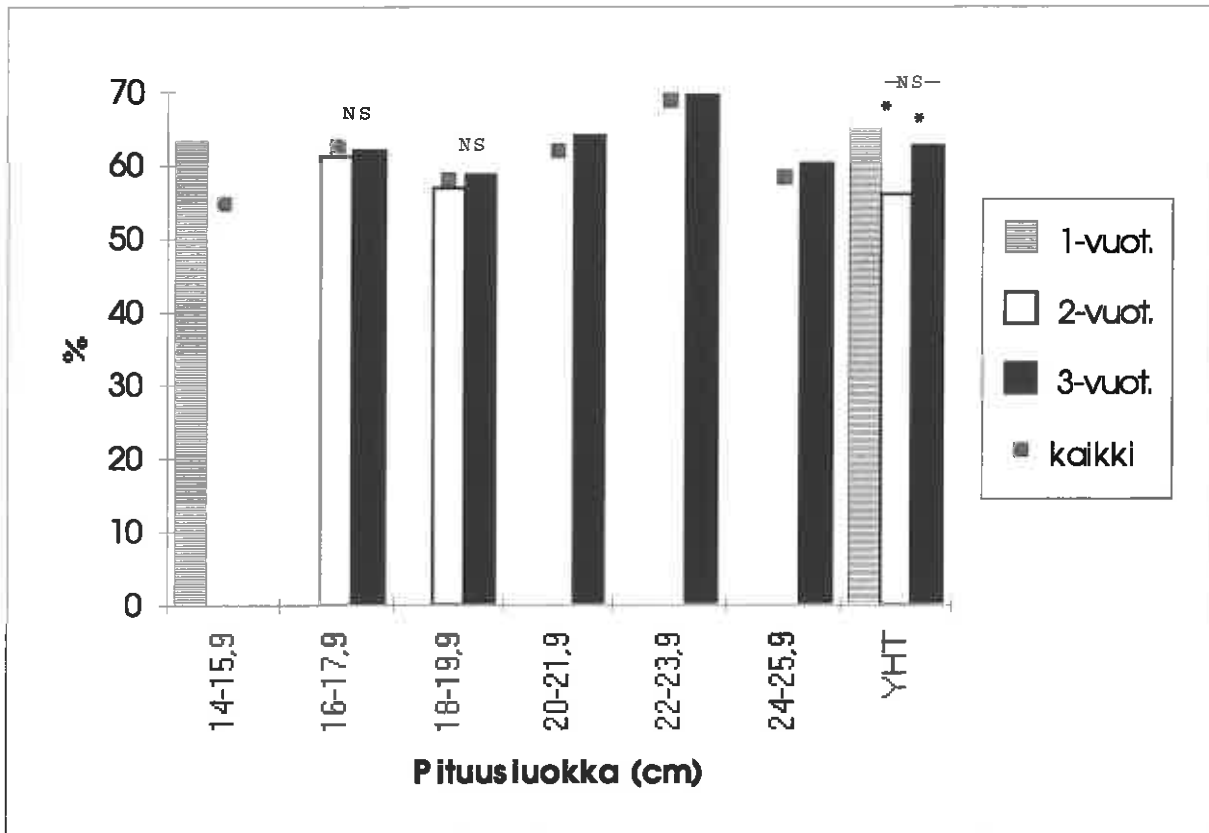
Kuva 9. Kutuvaeltajien osuus (%) kaikista merkkipalautuksista istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Eri-ikäisinä istutettujen kalojen jakaumia on kussakin pituusluokassa verrattu χ^2 -testillä (*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$). Havaintoja vähintään 100/ikäryhmä/pituusluokka.

3.2.5. Istutusiällä ja -koolla ei ollut yhteyttä kossiutumiseen

Lähes 2/3 kutuvaelluksen aikaisista palautuksista on saatu 2. merivuoden kutuvaeltajista, ns. kosseista (liite 9). Vuosiluokittain kossien osuus kutuvaelluspalauteista on vaihdellut 30 %:sta 70 %:iin. Istutusiällä ei näytä olevan selvää vaikutusta kossien osuuteen. Yhdessä vuosiluokassa (1988) kossien osuus on ollut 2-vuotiailla merkittävästi alhaisempi kuin 1- ja 3-vuotiailla.

Kossien osuus kutuvaeltajista ei näytä olevan yhteydessä myöskään poikasten istutuskokoon. Kaikissa vuosiluokissa kossien istutuskeskipituus on ollut jotakuinkin sama kuin vanhempien kutuvaeltajien (liite 6). Myös koko jakson yhdistetyn aineiston kokoluokittainen tarkastelu viittaa siihen, että kutuvaelluksen ajoittuminen ei olisi yhteydessä istu-

tuskokoon (kuva 10). Sekä kosseja että vanhempia kutuvaeltajia on molempia ollut subteessa eniten istutuspoikasten pienimmissä kokoluokissa (kuva 9 ja taulukko 6).



Kuva 10. Kossien osuus (%) kaikista kutuvaeltajista istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Eri-ikäisinä istutettujen kalojen jakaumia on kussakin pituusluokassa verrattu X^2 -testillä (** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$). Havainnointia vähintään 100/ikäryhmä/pituusluokka.

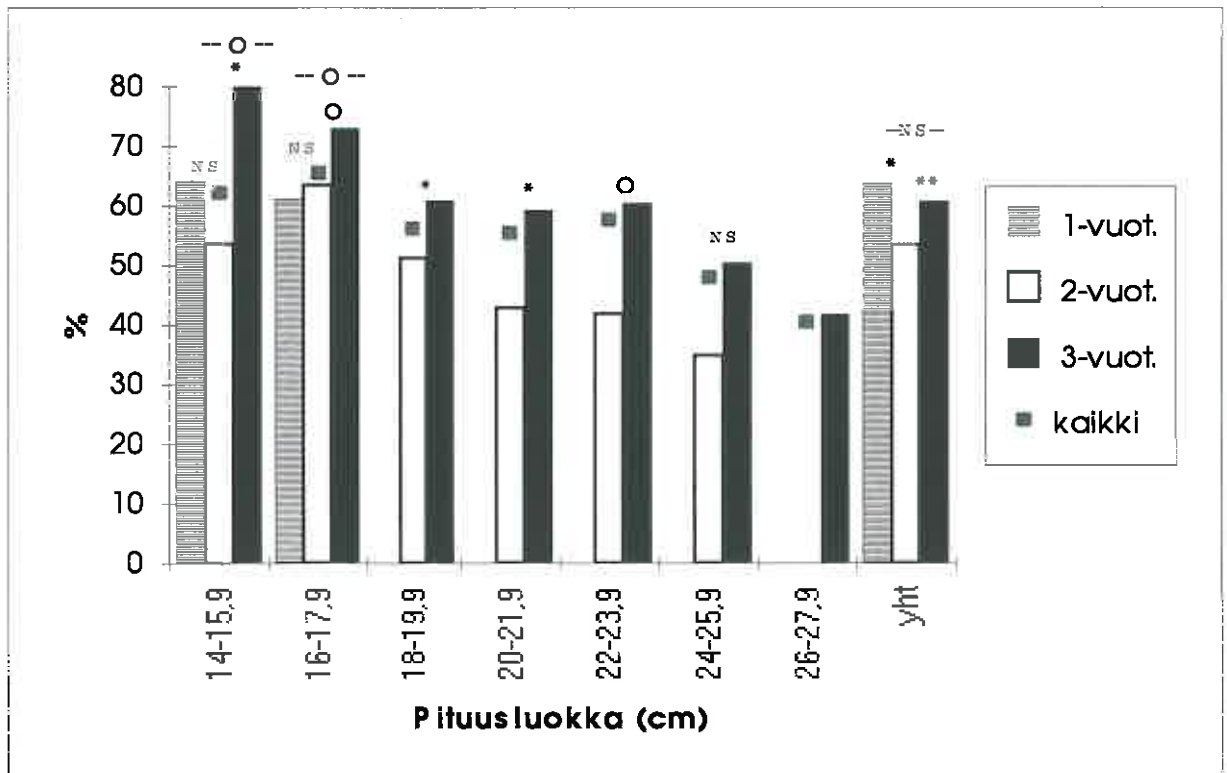
3.2.6. Koiraita oli eniten pienten kolmevuotiaiden poikasten joukossa

Kutuvaelluksen aikana saaliiksi saaduista merkityistä kaloista 63 % on tunnistettu sukupuolelleen, syönnösvaellukselta kalastetuista noin 10 % (taulukko 2). Kosseista 93 % on tunnistettu koiraksi ja 7 % naaraiksi (liite 2). Vanhemmissa kutuvaeltajissa koiraita ja naaraita on jokseenkin yhtä paljon (53 % ja 47 %). Eri ikäisinä istutettujen kalojen sukupuolijakaumat eivät kummassakaan ryhmässä eroa toisistaan, mutta yhteenlasketussa aineistossa koiraiden osuus kutuvaeltajista on 3-vuotiaana istutetuilla merkittävästi suurempi (80 %) kuin 2-vuotiailla (73 %).

Valtaosa sukupuolelleen tunnistetuista syönnösvaeltajista on ilmoitettu naaraiksi (liite 2). Selkämerellä naarasennemmistö on hieman vahvempi kuin Itämeren pääaltaalla (82 % ja 72 %, vastaavasti). Ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä. Myöskään eri ikäisinä istutettujen kalojen sukupuolijakaumissa ei ole kummallakaan syönnösalueella tilastollisesti merkitseviä eroja.

Kaikista merkkipalautuksen tuottaneista 1-vuotiaista 65 % on ilmoitettu koiraksi, 2-vuotiaista 55 % ja 3-vuotiaista 61 % (liite 2). Ero sekä 1- ja 2-, että 2- ja 3-vuotiaiden välillä on tilastollisesti merkitsevä.

Koko aineiston pituusluokittainen tarkastelu (kuva 11) osoittaa, että koirasenemmistö on suurimmillaan (70–80 %) pienimpien 3-vuotiaana istutettujen kalojen joukossa, laskien suurimmilla 3-vuotiailla alle 50 %:iin. Myös 2-vuotiaana istutetuilla kaloilla koiraiden osuus laskee istutuspituuden kasvaessa.



Kuva 11. Koiraiden osuus (%) kaikista sukupuolelleen tunnistetuista merkityistä saalislohistoista istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Havaintoja vähintään 20/ikäryhmä/pituusluokka. Eri-ikäisistä istutettujen kalojen jakaumia on kussakin pituusluokassa verrattu X^2 -testillä (***) $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS $p \geq 0.1$)

3.3. Mitä suurempi istukas, sitä parempi eloonjäänti

Yksivuotiaana istutetuista lohien poikasista on sekä Kemi- että Iijoella säännöllisesti saatu suhteessa vähemmän merkkipalautuksia kuin samoille alueille samoina vuosina istutetuista 2- ja 3-vuotiaista. Kemijoella ero 2-vuotiaisiin on tilastollisesti merkitsevä kahdessa vuosiluokassa neljästä (liite 10), Iijoella viidessä kuudesta (liite 11) ja yhdistetyssä aineistossa kuudessa seitsemästä (liite 12). Ero 3-vuotiaisiin oli Kemijoella merkitsevä ainoassa yhteisessä vuosiluokassa (1981), Iijoella kaikissa kuudessa vuosiluokassa ja yhdistetyssä aineistossa kaikissa kahdeksassa.

Samankokoisten mutta eri ikäisten poikasten vertailu osoittaa että eloonjääntiin vaikuttaa ennen kaikkea istutuskoko, ei niinkään istutusikä (liitteet 10, 11 ja 12). Esimerkiksi Iijoella 1-vuotiaat menestyivät kahdessa vuosiluokassa (1986, 1988) paremmin, kolmessa (1982, 1985, 1987) huonommin ja kolmessa yhtä hyvin kuin samankokoiset 2-vuotiaat (liite 11). Samankokoisiin 3-vuotiaisiin verrattuna 1-vuotiaat menestyivät Iijoella yhden kerran paremmin (1986), yhden kerran huonommin (1987) ja neljä kertaa yhtä hyvin (1982, 1984, 1985 ja 1988).

Kemijoella 1-vuotiaiden poikasten vuosiluokittaisille palautusprosentteille laskettu koko tarkastelujakson keskiarvo on 2,7 %, 2-vuotiaiden vastaavasti 5,4 % ja 3-vuotiaiden 8,8 %. Ero 1- ja 2-vuotiaiden keskiarvoissa on tilastollisesti suuntaa antava, 1- ja 3-vuotiaiden välillä jokseenkin merkitsevä (liite 10, U-testi). Yhtä hyvän keskimääräisen palautusprosentin saamiseksi 1-vuotiaita poikasista olisi Kemijoella tarvittu noin 2 -kertainen määrä 2-vuotiaisiin ja 3 -kertainen määrä 3-vuotiaisiin poikasiin verrattuna.

Iijoella 1-vuotiaiden eloonjäännin koko jakson keskiarvo on 3,9 %, 2-vuotiaiden 6,1 % ja 3-vuotiaiden 8,0 %. Vain 1- ja 3-vuotiaiden keskiarvot eroavat toisistaan tilastollisesti jokseenkin merkitsevästi (liite 11). Yhtä hyvän keskimääräisen palautusprosentin saamiseksi 1-vuotiaita poikasista olisi Iijoella tarvittu noin 1,5-kertainen määrä 2-vuotiaisiin ja 2 -kertainen määrä 3-vuotiaisiin poikasiin verrattuna.

Kemi- ja Ijoen yhteenlasketuissa aineistoissa ero 1-vuotiaiden (3,6%) ja 2-vuotiaiden (6,2%) välillä on tilastollisesti suuntaa-antava ja 1- ja 3-vuotiaiden (8,2%) välillä tilastollisesti merkitsevä (liite 12).

Samankokoisista poikasista on iästä riippumatta saatu hyvin samankaltaisia tuloksia (liitteet 10, 11 ja 12). Tämä koskee sekä eloonjäännin keskiarvoa että varianssia. Yhdistetylle (molemmat joet, kaikki ikäryhmät) aineistolle lasketun regression mukaan eloonjäännin keskiarvo nousee 2,5:stä 13,2:een poikasten koon kasvaessa 14,0-14,9 cm:stä 24,0-24,9 cm:iin ($y=1,073x-12,5$, $F=271,8^{***}$, $df=1,10$).

Vaikka eloonjäännin keskiarvo kasvaakin poikasen koon mukana, pysyy hajonta lähes vakiona. Eloonjäännin vaihtelukerroin eli suhteellinen vaihtelu siis pienenee nopeasti istutukseen koon kasvaessa.

Taulukko 1. Ijoen lohien palautusprosentin keskiarvo, keskihajonta ja variaatiokerroin pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988.

Istutus- pituus (cm)	Vuosien lkm(*)	Palautusprosentti keskiarvo	keskihajonta	variaatiokerroin
14,0-14,9	8	2,5	2,0	0,80
15,0-15,9	8	3,4	2,5	0,74
16,0-16,9	8	4,1	2,9	0,71
17,0-17,9	8	5,5	2,8	0,51
18,0-18,9	8	6,8	3,0	0,44
19,0-19,9	8	8,9	4,0	0,45
20,0-20,9	8	9,8	3,8	0,39
21,0-21,9	8	10,0	3,2	0,32
22,0-22,9	8	10,6	3,4	0,32
23,0-23,9	8	11,9	3,4	0,29
24,0-24,9	7	14,6	3,8	0,26
25,0-25,9	4	13,0	3,7	0,28

(* istutettujen kalojen minimimäärä 100/vuosiluokka/pituusluokka)

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Mitkä tekijät vaikuttavat lohien kasvuun meressä?

Analyysin mukaan 1-vuotiaina istutetut lohet olivat kahdessa kasvukaudessa kasvaneet meressä keskimäärin enemmän pituutta kuin 2- ja 3-vuotiaina istutetut. Selityksenä näyttäisi olevan ikäeroihin liittyvä pituusero: mitä pienempänä lohi oli istutettu, sitä suurempi oli istutuksen jälkeinen lisäkasvu.

Usein osa lohikoiraista saavuttaa sukukypsyyden jo viljelyn aikana ja jää tämän vuoksi kasvussaan jälkeen immatuureista sisaruksistaan (esim. Saunders ym. 1982). Seurauksena on koirasensemistö istutusparvien pienimmissä kokoluokissa. Osa varhaiskypsistä koiraista smolttiiutuu normaalisti seuraavana keväänä (Myers 1984, Myers ja Hutchings 1986, Hansen ja Jonsson 1989, Berglund ym. 1992), mutta myös puutteellisesti smolttiiutuneet yksilöt päätyvät tavallisesti mereen muun istutusparven mukana. Skilbrei (1990) osoitti, että keväällä mereen (verkkokassiin) siirrettyinä varhaiskypsät koiraat kasvoivat vuorostaan nopeammin kuin saman parven suuremmat immatuurit poikaset. Kuudessa kuukaudessa kompensoiva kasvu oli tasannut alkuperäisen kokoeron.

Jos yksittäisten istutuserien pienimmät yksilöt ovat enimmäkseen koiraita, pitäisi koirasensemistön näkyä myös yhdistettyjen aineistojen pienimmissä kokoluokissa. Kuva 11 osoittaa, että näin todella oli. Suurimmillaan, noin 80 %, koirasensemistö on ollut pienten 3-vuotiaiden kalojen joukossa. On mahdollista, että varhaiskypsien koiraiden kompensoiva kasvu osittain selittää pienten yksilöiden suuria nopeammalta näyttävän keskimääräisen kasvun. Pääasiallista selitystä lienee kuitenkin etsittävä muualta, sillä pienistäkin koiraista vain osa on varhaiskypsiä yksilöitä, eikä kompensoivaa kasvua ole todettu immatuureilla koirilla eikä naarailla.

Kompensoivaa kasvua todennäköisempi selitys pienten yksilöiden suuria nopeammalta näyttävälle kasvulle löytynee valikoivasta kalastuksesta. Kasvuanalyysi tehtiin avomereltä (Itämeren pääaltaalta) toisen meritalven aikana pyydystetyille yksilöille. Noin 80 % pääaltaan avomerisaaliista kalastetaan 160 mm:n ajoverkoilla, jotka ovat erittäin valikoivia pyydyksiä (Report of...1992). Toisen meritalven syksyllä valtaosa pääaltaalla syönnöstävistä lohista ylittää 60 sentin alamitan, mutta jää pituudeltaan vielä selvästi ajoverkkojen selektiökäyrän huipun (77,4 cm, Karlsson & Eriksson 1991) alapuolelle. Valikointi kohdistuu suurina istutettuihin ja nopeasti kasvaneisiin yksilöihin. Mitä pienempiä kalat ovat istutettaessa, sitä voimakkaammin pyynti kohdistuu nopeasti kasvaaviin. Pienistä yksilöistä hidaskasvuimmat saattavat lisäksi huonosti kasvaneissa vuosiluokissa jäädä alamittaisiksi (Salminen 1991) ja joutuvat kalastajien aktiivisen valikoinnin kohteeksi — ne joko vapautetaan tai jätetään ilmoittamatta.

Pyynnin valikoivuuden vuoksi kasvun tarkastelussa on otettava huomioon myös saaliin ajallisen kertymän vaihtelu. Mitä suurempia lohet ovat istutettaessa, sitä nopeammin ne rekrytoituvat kalastukseen ja tulevat pyydystetyiksi. 10 sentin lisäys yksilöllisessä istutuspituudessa kasvatti ensimmäisen varsinaisen kalastuskesäsongin eli toisen merivuoden osuutta pääaltaan avomerisaaliista 61 %:sta 76 %:iin. Periaatteessa tämä voisi johtua myös siitä, että suuret istukkaat maturoituvat ja lähtevät kutuvaellukselle pieniä var-

hemmin. Istutuspituuden ja kutuvaelluksen ajoittumisen välinen yhteys on kuitenkin epäselvä.

Istutuserän keskimääräiseen kasvunopeuteen vaikuttaa myös istutettavien kalojen sukupuolijakauma. Thurowin (1966) aineistojen mukaan koiraat kasvavat merivaelluksen aikana naaraita nopeammin. Toisaalta ne myös maturoituvat keskimäärin nuorempina kuin naaraat, ja nopean kasvun vaihe päättyy sukukypsyyden kehittymiseen. Kosseilla tehdyt merkintäistutukset ovat osoittaneet, että kasvuvauhti ei myöhemminkään enää palaudu entiselleen (E.Ikonen, RKTL, henkilökohtainen tiedonanto). Mitä suurempi osa parvesta kossiutuu, sitä heikommin parven kalat keskimäärin kossivuoden jälkeen kasvavat.

Kasvunopeuden tarkastelua monimutkaistaa edelleen se, että osa Perämeren lohista käyttää kasvualueenaan Selkämeren, jossa kasvu on hitaampaa kuin pääaltaalla. Selkämerelle jäävien yksilöiden osuus vaihtelee voimakkaasti vuosiluokasta toiseen. Istutuskoko näyttää vaikuttavan syönnösalueen valintaan: mitä suurempi lohienpoikanen on istutettaessa, sitä todennäköisemmin se pysähtyy Selkämerelle.

Evtjukhovan (1964) mukaan kasvu meressä on sitä nopeampaa mitä nopeammin lohi on kasvanut jokipoikasvaiheessa ja mitä nuorempana se on smolttiutunut. Viljelyssä parven sisäiset kokoerot johtuvat mm. sisäisestä hierarkiasta joka menettää merkityksensä merivaiheessa. Mahdolliset geneettiset erot poikasvaiheen kasvussa sitävastoin voivat säilyä myös meriolosuhteissa. Suuri istutuskoko voi antaa kalalle kasvuedun myös lisäämällä mahdollisten ravintokohteiden määrää. Erkamon ym. (1992) mukaan Selkämerellä vain suurimmat nevanlohen istutuspoikaset kykenevät alkukesästä lähtien syömään ikäryhmän 1+ silakkaa kasvaen ja menestyen tämän vuoksi huomattavasti pieniä paremmin.

1-vuotiaat istukkaat ovat yleensä olleet kasvatusparvistaan valikoituja, nopeakasvuimpia yksilöitä, kun taas samankokoisina istutetut 2- ja erityisesti 3-vuotiaat ovat olleet parviensa hidaskasvuista osaa. Muun kuin dominanssin kautta vaikuttavan geneettisen kasvueron olemassaoloon viittaa se, että 1-vuotiaat olivat myös meressä kasvaneet hieman samankokoisia 2- ja 3-vuotiaita nopeammin. Kysymys ei liene sukupuolten välisestä kasvuerosta. Sukupuolijakaumaltaan 1-vuotiaista poikasista saadut palautukset olivat pienten 2- ja 3-vuotiaiden tapaan koirasvoittoisia. Aineiston luotettavuutta heikentää vertailtavien ryhmien erilainen painottuminen eri istutusvuosille.

4.2. Miten kauas kannattaa vaeltaa syönnökselle?

4.2.1. Merkintäaineiston sudenkuopista

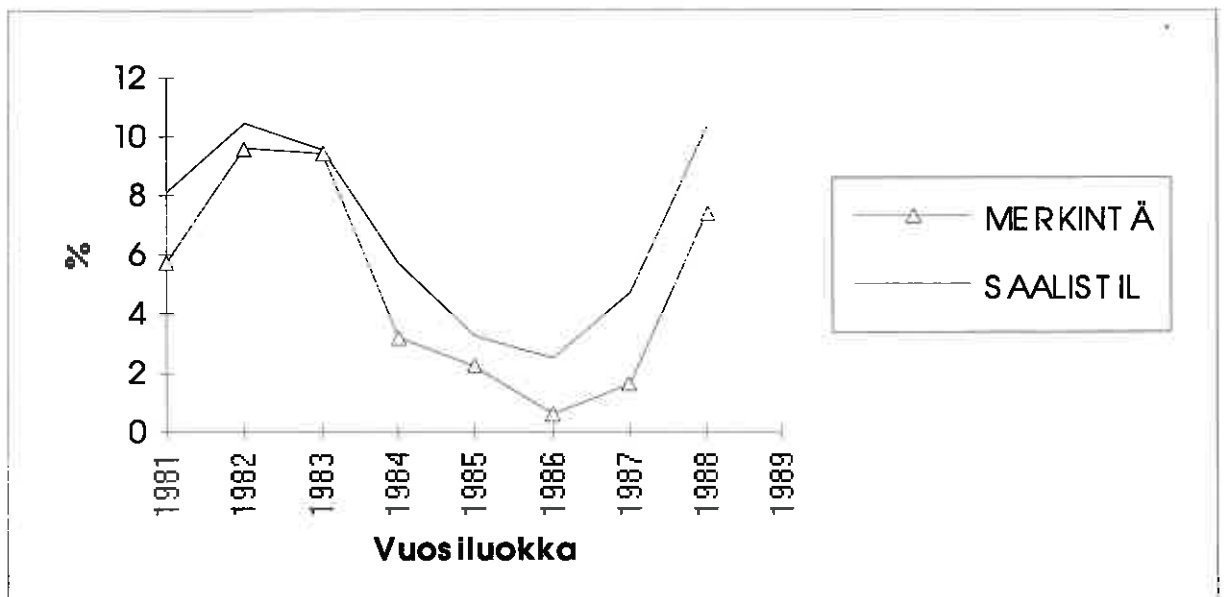
Perämeren lohikantojen tärkein syönnösalue on eteläisellä Itämerellä Gotlannin ja Bornholmin syvänteiden liepeillä, mutta osa lohista jää syönnökselle Selkämerelle. Analysoitu aineisto viittaa siihen, että Selkämerelle jäänti on yhteydessä lohien istutuskokoon: mitä suurempi lohienpoikanen on istutettaessa, sitä todennäköisemmin se jää Selkämerelle. Samansuuntaisia tuloksia on esittänyt myös Peterson (1973). Bergforsin 1968 istutettujen 1-vuotiaiden (pituus 12,5—15 cm) poikasten palautuksista Selkämereltä saatiin vain 2,1—2,5 % kun vastaava osuus suuremmilla (14—24 cm) 2-vuotiailla poikasilla oli 5,9—8,0 %. Peterson ei analyysissään kuitenkaan erottanut toisistaan istutusiän ja istutuskoon vaikutuksia. Iijoenlohella eri ikäisten poikasten kokoluokittainen vertailu osoitti, että Selkämerelle jääntiin vaikuttaa nimenomaan istutuskoko.

Merkittyjen kalojen osalta tulokset ovat varsin selviä, mutta ennen biologisten johtopäätösten tekoa on syytä tarkastella muutamia itse menetelmään liittyviä virhelähteitä. En-

sinnäkin lohien avomeripyynti on kalojen koon suhteen valikoivaa. Keskimäärin 80 % avomerisaaliista kalastetaan ajoverkoilla, jotka ovat erittäin valikoivia pyydyksiä ja noin 20 % ajosiimoilla (Report of... 1992), jotka ovat hieman vähemmän valikoivia. Pyyntimuotojen suhde ei kuitenkaan välttämättä ole sama Selkämerellä ja Itämeren pääaltaalla, ja vaikka olisikin, kykenee jo lohien erilainen kasvunopeus näillä alueilla saamaan aikaan erilaisen valikoinnin istutuskoon suhteen. Erilaisen kasvunopeuden ja valikoivan pyynnin yhdistelmä saattaa osittain selittää istutuskoon ja syönnösalueen välillä havaitun yhteyden. Virhemahdollisuus on suurin 2. merivuoden syönnösvaltajilla, joiden keskipituus ylittää Selkämerellä vain niukasti 60 cm:n alamitan ja jää reilusti ajoverkkojen selektioikäyrän huipun alapuolelle. Puhtaasta harhasta ei kuitenkaan liene kysymys, sillä istutuskoon ja syönnösalueen yhteys on samansuuntainen myös vanhemmilla syönnösvaltajilla (liite 6).

Selkämeren ja Itämeren pääaltaan kalastajien valmiudessa palauttaa löytämänsä merkit voi olla huomattavia eroja. Merkintäaineisto saattaa siten antaa vääristyneen kuvan lohien syönnösalueiden suhteellisesta merkityksestä. Saalistilastot lienevät tässä merkintöjä luotettavampi tietolähde. Vuositason vaihtelun osalta merkintöjen ja saalistilastojen antama kuva on kuitenkin yhtäpitävä (kuva 12).

Carlin-merkin on osoitettu vaikuttavan haitallisesti kalojen kasvuun ja elinkykyyn (Saunders & Allen 1967, Isaksson & Bergman 1978, Berg & Berg 1987). Pienet yksilöt näyttävät kärsivän eniten. Voisi olettaa, että merkin aiheuttamat haitat ovat suuremmat siellä missä kasvuolosuhteet ovat heikommät, tässä tapauksessa siis Selkämerellä. Myös muilla koosta riippuvilla kuolleisuustekijöillä, mm. predaatiolla, on Selkämerellä enemmän aikaa vaikuttaa kuin pääaltaalla. Erot postsmolttien koosta riippuvassa kuolevuudessa saattavatkin osittain selittää istutuskoon ja syönnösalueen välillä havaitun yhteyden.



Kuva 12. Lohien avomerisaaliin vaihtelu Selkämerellä merkintäaineiston ja saalistilastojen perusteella. Merkintä: Selkämeren osuus (%) kaikista iijoenlohen syönnösvalteluksen aikaisista merkkipalautuksista vuosiluokittain. Saalistilasto: Selkämeren osuus (%) pääaltaan ja Pohjanlahden yhteenlasketusta avomerisaaliista (Report of...1992) kahden seuraavan vuoden liukuvana keskiarvona.

4.2.2. Miten sopiva syönnösalue tunnistetaan?

Sopivan syönnösalueen löytäminen edellyttää, että joesta mereen vaeltavilla lohismolteilla on (a) ennalta ohjelmoitu kyky tunnistaa jokin tai joitakin kohdealueelle ominaisia ympäristötekijöitä tai (b) sisäinen kello tai ajastin, joka kykenee ajoittamaan oikein merivaelluksen eri vaiheet (McKeown 1984). Ajastimena voi yksinkertaisesti toimia vaikka tietyn fysiologisen tilan saavuttaminen.

Avomerikalastuksen lohisaaliiden voimakas vuosivaihtelu (Report of..1992) viittaa siihen että Selkämerta syönnösalueena käyttävien Perämeren lohien määrä vaihtelee voimakkaasti vuosiluokasta toiseen. Saalisvaihtelun taustalla olevia ympäristötekijöitä selvittääkseen Ikonen & Parmanne (1991) analysoivat lohisaaliiden riippuvuutta eräistä hydrografisista ja biologisista tekijöistä. Analyysin mukaan tärkein Selkämeren lohisaaliin vuotuista vaihtelua selittävä tekijä oli lohien pääasiallisen saaliskalan, silakan, runsaus. Mitä enemmän Selkämerellä oli silakkaa, sitä suuremmat olivat lohisaaliit. Suurin vaikutus oli istutusvuonna syntyneellä silakkavuosiokalla, jonka ikä postsmoltivaelluksen aikaan on 0+.

Silakan runsauden, lohienpoikasten istutuskoon ja Selkämerelle jäämisen välinen yhteys on sovittavissa sekä kohteentunnistus- että ajastinhypoteesiin. Ensinnäkin silakan runsaus voisi sellaisenaan toimia vaelluksen päättävänä ympäristöärsykkeenä (kohteentunnistushypoteesi). Istutuskoon vaikutus saadaan mukaan olettamalla, että vain kalaravintoon siirtyneet yksilöt reagoivat silakan runsauteen. Erkamon ym. (1992) mukaan lohien postsmoltit siirtyvät Selkämerellä kalaravintoon saavutettuaan noin 25 cm:n kynnyspituuden. Mitä suurempi poikanen on istutettaessa, sitä todennäköisemmin se saavuttaa 25 cm:n pituuden viimeistään elo-syyskuussa, jolloin Perämeren lohien postsmoltivaelluksen painopiste on Selkämerellä (Salminen ym. 1994).

Biologisen ajastimen hypoteesiin havainnot voidaan sovittaa olettamalla, että kalaravintoon siirtymisen edellyttämiin fysiologisiin muutoksiin (esim McKeown 1984) liittyy myös sisäisen vaellushalukkuuden päättyminen. Mitä enemmän Selkämerellä on silakkaa, sitä suurempi osa kynnyskoon saavuttaneista postmolteista todella siirtyy kalaravintoon ja menettää samalla halunsa vaeltaa pidemmälle.

Biologisen ajastimen teoriaa tukevat Erikssonin (1988) tutkimukset. Hän testasi hypoteesia, jonka mukaan lohien vaellusmatkan pituutta meressä säätelee jonkinlainen vuositason aikatauluun ohjelmoitu aktiivisen vaeltamisen jakso tai kausi. Erikssonin suorittamissa kokeissa istutuksen viivästyminen lyhensi lohien vaellusmatkaa meressä verrattuna normaaliin aikaan keväällä istutettuihin poikaseihin. Vaellusmatkan pituus korreloi negatiivisesti viivästyksen keston.

Kaikki tämän tutkimuksen istutukset tehtiin keväällä lohien poikasten luonnollisena vaellusaikana. Istutuspituuden ja Selkämerelle jäämisen välinen yhteys voidaan sovittaa Erikssonin (1988) ajastinteoriaan vain olettamalla, että aktiivisen vaellusjakson kesto korreloi postmolteilla negatiivisesti kalojen kokoon. Tämä sopii myös Erikssonin havaintoihin, sillä viivästyksen aikana lohienpoikasia ruokittiin ja ne kasvoivat suuremmiksi kuin keväällä istutetut vertailukalat.

Jotta vaellus olisi adaptiivisesti mielekäs, täytyy siitä koituvan hyödyn ylittää kustannukset (Baker 1978, McDovall 1988). Lohella vaakakupeissa ovat toisaalta merivaiheen aikaiset luonnolliset vaellustappiot ja toisaalta nopeutunut kasvu ja korkeampi fekunditeetti. Voisi olettaa, että luonnonvalinnan toimiessa Perämeren lohien kaksitahoinen syönnösvaellus säilyisi vain, jos Selkämeren heikompien kasvuolosuhteiden vastapainona ovat lyhyemmästä vaellusmatkasta johtuvat pienemmät vaellustappiot. Toisaalta emme tiedä missä määrin lohet ovat käyttäneet Selkämerta syönnösalueena ns. luonnonmukaisessa tilanteessa. Saattaa olla, että ilmiö on osin luotu kalanviljelyllä. Esim. Simojoen

luonnonpoikasista pienempi osa näyttää jäävän Selkämerelle kuin saman kannan viljelystä poikasista (Ikonen & Auvinen 1984). Syynä voisi olla luonnonpoikasten viljeltyjä pienempi koko (Toivonen 1977), tai erot esim. sukukypsyyden saavuttamisessa (Hansen & Jonsson 1991).

4.2.3. Talvet ovat erilaisia

Fysikaaliset ympäristötekijät saattavat suoraan vaikuttaa lohien syönnösalueen valintaan. Mayn (1973) mukaan pintaveden lämpötila vaikutti lohien esiintymisalueisiin Luoteis-Atlantilla. Lohia tavattiin runsaasti 3—6 °C vedessä, muttei juurikaan alle 2 °C:ssa. Selkämerellä lämpötilojen vuotuinen vaihtelu on laajaa. Joinakin vuosina pintaveden lämpötila saattaa keskisellä Selkämerellä laskea alle 2 °C:een jo marraskuun lopussa, joskus vasta helmikuun puolivälissä (Statistics of the....1987). Vastaavasti vaihtelee jääpeitteen kesto-aika, esim. vuosina 1980—1989 nollassa aina 125 vuorokautteen (Seinä & Kalliosaari 1987, Kalliosaari & Seinä 1991).

Jääpeitteen vuoksi alhaisten lämpötilojen suoraa vaikutusta Selkämeren lohien käyttäytymiseen on vaikea arvioida. Kylmimmiltä talvilta ei ole aineistoja, sillä jääpeite estää kaikenlaisen lohienkalastuksen. Toisaalta voisi odottaa, että lohien avomerisaaliit Selkämerellä korreloisivat negatiivisesti jääpeitteen keston. Suhteellisen pieneen aineistoon perustuvassa analyysissään Ikonen & Parmanne (1991) eivät kuitenkaan todenneet tällaista yhteyttä.

4.2. Sukukypsyyksikä on monien tekijöiden summa

Lohien sukukypsyyksikä ja -koko määräytyy ainakin osittain geneettisesti (Naevdal ym. 1976, Ritter & Newbould 1977). Varhaiskypsien koiraiden jälkeläisillä on suurempi taipumus varhaiskypsymiseen kuin jokivaiheensa immatuureina viettäneiden koiraiden jälkeläisillä (Glebe & Saunders 1986). Pohjois-Atlantilla on tapana luokitella lohikantoja "grilse"- tai "multi-sea-winter"-kantoihin (esim. Saunders & Schom 1985, Naevdal ym. 1976) sen mukaan palaako valtaosa lohista kudulle kosseina (grilse) vai vanhempina lohina (multi-sea-winter salmon). Kysymyksessä on kantakohtainen adaptaatio joen ja merialueen olosuhteisiin. Islantilaisilla lohikannoilla kossien osuus korreloi Scarnecchian (1983) mukaan positiivisesti merialueen lämpötilaan ja negatiivisesti joen pituuteen, virtaamaan ja leveysasteeseen.

Useimmissa Itämeren lohijoissa kossien osuus ensimmäistä kertaa kudulle tulevista lohista oli 1900-luvun alkupuolella alle 10 prosenttia. Kemijoen kutupopulaatioissa kosseja oli vuosina 1930—1935 noin 5 % (Järvi 1938). Myöhemmin kossien osuus kutuvaeltajista on selvästi noussut. Vuosien 1954—1967 istutuksissa kossien osuus oli Itämerellä 35—51 % (Larsson & Svensson 1974). Vuosiluokissa 1978—1982 puolet Kemi- ja Iijoen istutuslohista palasi kudulle kosseina (Ikonen & Auvinen 1984). Tämän tutkimuksen aineistossa kossien osuus kutuvaelluksen aikaisista merkkipalautuksista oli vuosiluokasta riippuen 30-70 % (keskimäärin 56 %).

Kossien osuuden kasvu on yhteydessä kalastuksessa tapahtuneisiin muutoksiin. Vuosisadan alussa ei varsinaista avomerikalastusta vielä tunnettu. Lohet kalastettiin kutuvaeltajina rannikolta ja joesta. Kutupopulaation rakenne heijasteli mm. vuosiluokkien koossa ja kasvunopeudessa tapahtuneita muutoksia (Alm 1934, Svärdsen 1955, Evtjukhova 1971). 1970- ja 1980-luvuilla valtaosa lohista kalastettiin syönnösvallelta avomerellä. Tämän tutkimuksen merkkipalautuksista syönnösvalleltajien osuus oli 75—80 %. Valikoi-

vuotensa vuoksi avomerikalastus vaikuttaa ratkaisevasti kutuvaeltajien ikäryhmäkoostumukseen. Lohet rekrytoituvat avomeripyyniin toisena meritalvena, joten pyynti ei verota kosseja, mutta kylläkin hyvin voimakkaasti vanhempina sukukypsyyden saavuttavia yksilöitä. Tällöin kossien osuus kutuvaellukselle selviävistä yksilöistä kasvaa.

Vuosikymmeniä jatkuva, nopeimmin kasvaviin ja myöhään sukukypsyyden saavuttaviin yksilöihin kohdistuva valikoiva kalastus saattaa aiheuttaa lohikannoissa myös geneettisiä muutoksia (esim. Koljonen 1993). Todisteita esimerkiksi juuri sukukypsyydessä tapahtuneista geneettisistä muutoksista ei kuitenkaan ole esitetty. Perinnöllisten muutosten havaitsemista vaikeuttaa se, että sukukypsyyden geneettinen komponentti määrää vain varsin laajat rajat, joiden sisällä toteutuva sukukypsyyttä riippuu ympäristön fysikaalis-kemiallisista tekijöistä (esim. Saunders 1986).

Ympäristötekijät vaikuttavat myöhempään meri-ikäen jo makean veden vaiheessa (Chadwick ym. 1986, Ritter ym. 1986). Kossien osuuden kasvu onkin Itämerellä yhdistetty lohenviljelyn yleistymiseen. Larssonin & Svenssonin (1974) ja Toivosen (1977) mukaan luonnonpoikaset tuottavat suhteessa vähemmän kosseja kuin viljellyt.

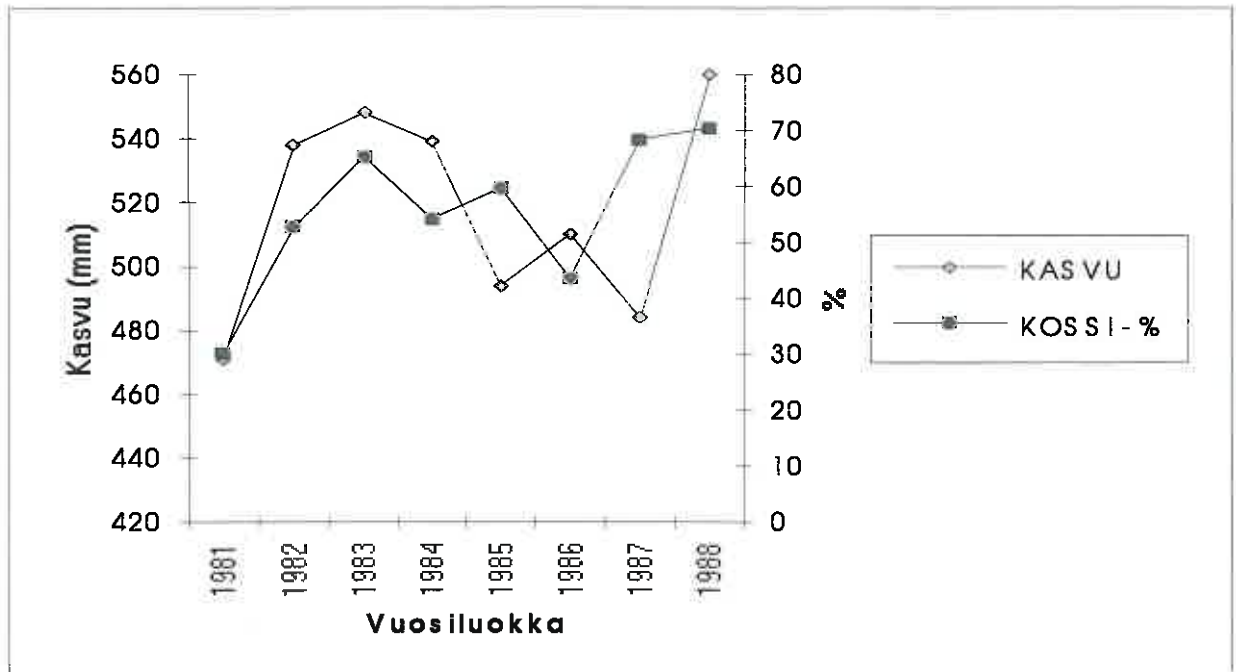
Toivosen (1977) mukaan tämä johtuu siitä, että viljellyt istutuspoikaset ovat ikäänsä nähden suurempia ja fysiologisesti kehittyneempiä kuin luonnonpoikaset. Myös Hansen & Jonsson (1991) ovat esittäneet, että lohien vaellusaika meressä on yhteydessä poikasvaiheen suhteelliseen kasvunopeuteen: mitä nopeampi kasvu ja suurempi istutuskoko, sitä varhaisempi kypsyminen. Toisaalta esim. Ritter (1972) on esittänyt, että samanikäisistä viljellyistä poikasista päinvastoin juuri pienimmät kossituisivat suuria useammin. Mahdollista lienee että eri kannoilla on erilaiset strategiat. Tämän tutkimuksen aineistossa istutuskoon ja sukukypsyyden välinen yhteys jäi epäselväksi. Sekä kosseja että vanhempia kutuvaeltajia oli suhteessa eniten kunkin istutusikäryhmän pienimmissä kokoluokissa.

Itämerellä kossit ovat pääasiassa koiraita (Järvi 1938, Christenssen & Larsson 1979). Kossien painottuminen pienimpiin istutuskokoluokkiin johtunee varhaiskypsytymisen näihin kokoluokkiin aiheuttamasta koirasennemistöstä. Poikasvaiheen sukukypsyys ei sinänsä liene yhteydessä kossituumiseen (esim. Lundqvist ym. 1992), vaikka päinvastasiakin todisteita on esitetty (Larsson & Svensson 1974, Glebe & Saunders 1986). Vanhempien kutuvaeltajien painottuminen pienimpiin istutuskokoluokkiin puolestaan selittänee valikoiva avomerikalastus, joka poistaa kossivaelluksen jälkeen jäljelle jääneistä kaloista suurimmat ennen seuraavia kutuvaelluksia.

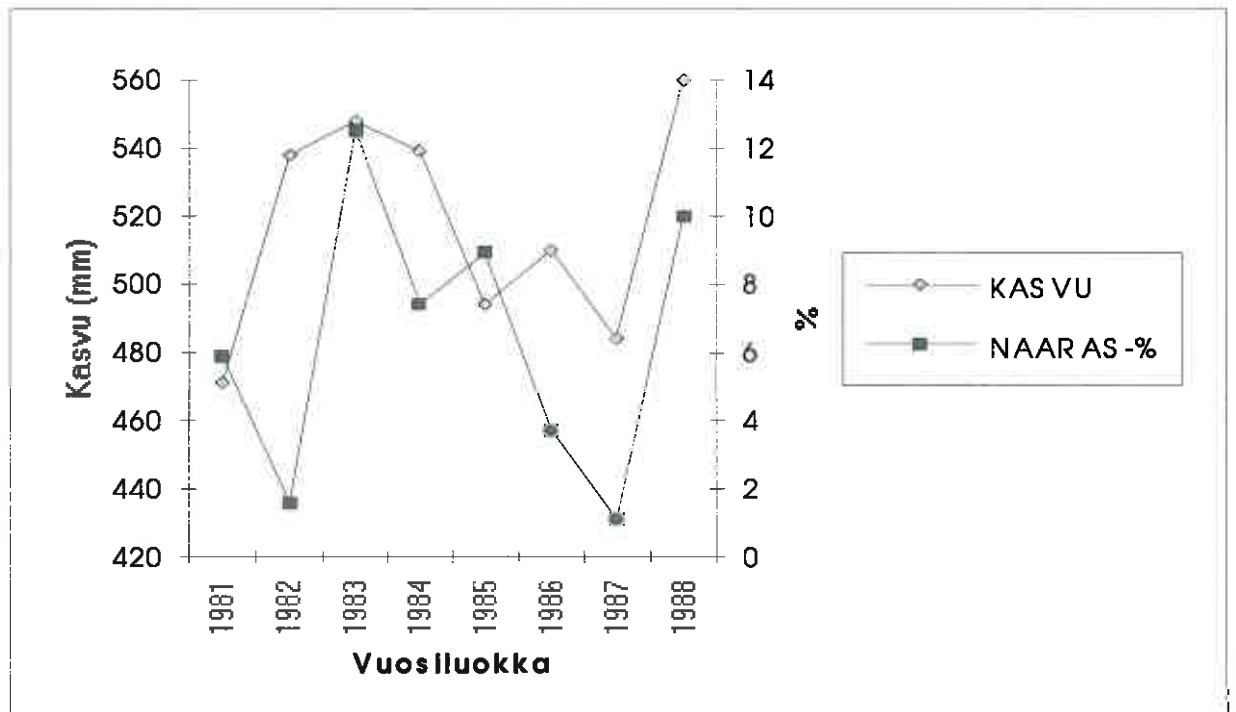
Useimmat kalalajit saavuttavat sukukypsyyden sitä nuorempina mitä nopeammin ne kasvavat (esim. Alm 1959). Tämän perusteella voisi odottaa, että kossien osuus kutuvaeltajista olisi suurimmillaan nopeimmin kasvaneissa vuosiluokissa. Kossien suhteellisen osuuden ja vuosiluokan kasvunopeuden välillä ei kuitenkaan ollut merkittävää korrelaatiota (kuva 13). Myös Rendallin ym. (1986) ja Dempsonin ym. (1986) mukaan mereisen kasvunopeuden ja meri-ikäen välinen suhde on lohella epäselvä. Kossien osuuden laaja vuosittainen vaihtelu (30—70 %) liittyyneekin pääasiassa kalastuksen rakenteeseen ja intensiteetissä tapahtuneisiin muutoksiin. Kossituminen saattaa olla myös suorassa yhteydessä eräisiin ympäristötekijöihin, mm. meriveden talviaikaisiin lämpötiloihin (Svärdson 1955, Saunders ym. 1983).

Naaraille kossituminen on ilmeisesti huonompi vaihtoehto kuin koiraille. Tämän tutkimuksen aineistossa vain 7,3 % kosseista ilmoitettiin naaraiksi. Vuosiluokittain naaraiden osuus vaihteli 1,1 %:sta 12,5 %:iin. Myös tämän vaihtelun voisi olettaa olevan yhteydessä kasvunopeuteen. Suurimmillaan naaraiden osuus onkin ollut nopeimmin kasvaneissa vuosiluokissa 1983 ja 1988 (kuva 13). Koko jaksolla korrelaatio kasvunopeuteen ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä.

A

Spearman $r_s = 0.50$ NS

B

Spearman $r_s = -0.02$ NS

Kuva 13. Vuosisluokittaisen kasvunopeuden korrelaatio (Spearmanin järjestyskorrelaatio) kossien suhteelliseen osuuteen (%) kaikista kutuvaeltajista (A) ja naaraiksi tunnistettujen yksilöiden osuuteen (%) kosseista (B) vuosisluokissa 1981-1988. Kasvunopeus = toisen kasvukauden lopulla pyydystettyjen syönösvaeltajien keskimääräinen lisäkasvu istutuksen jälkeen.

4.3. Vaelluspoikasten eloonjääntiin vaikuttavat monet tekijät

4.3.1. Voidaanko eloonjääntiä mitata luotettavasti?

VPA:lla laskettuna lohien postsmolttien keskimääräiseksi eloonjäänniksi koko Itämeren alueella saatiin vuosiluokissa 1981—1988 noin 21 % (Report of.. 1992). Luku on yli kaksi kertaa korkeampi kuin samojen vuosien merkintäistutusten keskimääräinen palautusprosentti. Tämä ero saattaa pitää sisällään virhelähteitä, jotka tekevät merkkipalautusten perusteella lasketut kokoluokittaiset eloonjääntiarviot kyseenalaisiksi.

Yksi vakavimmista virhelähteistä on Carlin-merkin mahdollinen vaikutus pienten yksilöiden eloonjääntiin. Mm. Isaksson & Bergman (1978) esittivät, että merkinnöissä usein havaittava positiivinen suhde istutuskoon ja palautusprosentin välillä olisi vain merkin aiheuttama harhaa. Päätelmä perustui kuono- ja Carlin-merkittyjen lohien vertailuun. Kymijoella kuono- ja Carlin-merkintöjen tulokset eivät kuitenkaan vastaavassa vertailussa ole poikenneet toisistaan (E. Ikonen, RKTL, suull.). Molemmilla merkintätavoilla arvioituna suurten lohenoikasten eloonjäänti on ollut selvästi parempi kuin pienten.

Myös merkkien irtoaminen saattaa johtaa virheelliseen arvioon eloonjäännin kokoriippuvuudesta. Pyynnin valikoivuuden vuoksi pienille yksilöille jää keskimäärin enemmän aikaa kadottaa merkkinsä kuin suurille. Kokemäenjoen suualueen rysäpyynnistä kerätty aineisto (Salminen 1991) viittaa siihen, että merkkien irtoaminen on yleisesti arvioitua pahempi ongelma. Ikäryhmässä A1+ (kossit) merkittyjen saalislohien osuus oli jopa suurempi kuin istutuksissa, mutta ikäryhmässä A2+ 50 % ja ikäryhmässä A3+ vain 25 % odotetusta. Merkkien irtoamisen lisäksi selityksenä voi tosin olla myös se, että merkityt lohet jäävät merkittömiä herkemmin saaliiksi jo kosseina. Merkittyjen lohien istutuskoko on myös saattanut olla suurempi kuin merkittömien.

4.3.2. Fysiologisen vaellusvalmiuden vaikutus eloonjääntiin jäi epäselväksi

Wedemeyer ym. (1980) esittivät, että suuret vaihtelut viljeltyjen lohenoikasten menestymisessä saattaisivat suurelta osin johtua poikasten heikosti kehittyneestä fysiologisesta vaellusvalmiudesta. Useimpien smolttituumisasteen kuvaamiseen käytettyjen fysiologisten muuttujien yhteys eloonjääntiin on kuitenkin jäänyt epäselväksi. Esim. Eving ym (1985) eivät löytäneet korrelaatiota kidusten ATP-aasi -aktiisuuden, plasman tyroksiinipitoisuuden ja hopealohien (*Oncorhynchus kisutch*) ja kuningaslohien (*O. tsawytscha*) eloonjäännin väliltä. Virtasen ym (1991) mukaan Suomenlahdelle istutettujen nevanlohien tuottama saalis korreloi mm. plasman tyroksiinitasoon ja suolavesitestin jälkeen mitattuun ioni- ja osmoottiseen tasapainoon, mutta istutustuloksen kokonaisvaihtelusta fysiologiset parametrit selittivät vain pienen osan. Tärkeimmiksi vaihtelun lähteiksi arvioitiin istutuskoko ja meressä vallitsevat olosuhteet.

Vaellusvalmiuden arvioimiseen on käytetty myös smolttituumisen helposti havaittavia ulkoisia tunnusmerkkejä, vaikka ne eivät ilmeisesti olekaan kovin tarkkoja vaellusvalmiuden indikaattoreita (Wedemeyer ym 1980, Soivio & Virtanen 1985). Myös tämän tutkimuksen aineistossa on istutuseriä, joissa mm. jokaisen yksilön väriyty on arvioitu merkinnän yhteydessä. Esim. vuonna 1987 istutettiin 4000 3-vuotiasta poikasta, joiden hopeoitumisaste oli arvioitu asteikolla 1—4 (Vehanen & Pasanen 1991a). Palautustuloksen ei kuitenkaan havaittu korreloivan hopeoitumisasteeseen.

Säännöllisesti ulkoista ja fysiologista vaellusvalmiutta on analysoitu vain aineiston 1-vuotiailla poikasilla. Fysiologisten parametrien perusteella arvioituna 1-vuotiaiden poikasten kasvatuksessa oli alkuvuosina (1981—1983) suuria vaikeuksia (Soivio & Muona 1987). Poikaset smolttiutuivat liian aikaisin kevätalvella, ja olivat istutusaikaan jo parhaan vaellusvalmiutensa ohittaneita desmoltteja. Pahimmillaan ongelma oli vuonna 1983, jolloin valtaosa 1-vuotiaista poikasista oli desmoltteja. Vuodesta 1984 alkaen ongelma ratkaistiin siirtämällä poikaset kylmään veteen heti istutuskoon saavuttamisen jälkeen, ja vuosina 1985—1987 Olkiluodossa lähestyttiin fysiologisten analyysien perusteella lähes ideaalista istukasta (Soivio & Muona 1987). Ko. vuosien istutuksista ennustettiin saatavan nousujohteisesti paraneva, tasoltaan erinomainen saalis.

Palautustulosten perusteella arvioiden fysiologisten muuttujien ennustearvo oli eloonjäännin osalta melko vähäinen. Vuonna 1983 Kemijoelle istutetut 1-vuotiaat tosin tuottivat heikomman tuloksen kuin samankokoiset 2-vuotiaat istukkaat, mutta samoin kävi myös vuosiluokissa 1985 ja 1987 Iijoella. Useimmissa vuosiluokissa 1-vuotiaista poikasista on saatu palautuksia suhteessa yhtä paljon kuin samojen pituusluokkien 2- ja 3-vuotiaista istukkaista, mutta vähemmän kuin kaikista 2- ja 3-vuotiaista yhteensä.

Wedemeyerin ym. (1980) mukaan lohien vaelluspoikasten eloonjäänti saattaa riippua enemmänkin poikasten suhteellisesta kasvunopeudesta kuin niiden absoluuttisesta koosta; väite perustuu Ruotsin Bergforsissa 1968 tehtyihin istutuskokeisiin, joissa 2-vuotiaat poikaset menestyivät selvästi heikommin kuin samankokoiset 1-vuotiaat (Peterson 1973). Nopeasti vaelluskokoon kasvaneiden ja vaellusvalmiudeltaan hyväksi todettujen 1-vuotiaiden poikasten olisi tämän mukaan oikeastaan pitänyt menestyä samankokoisia 2- ja varsinkin 3-vuotiaita paremmin. 1-vuotiaat poikaset näyttivätkin myös meressä kasvaneen hieman samankokoisia 2- ja 3-vuotiaita nopeammin, mutta eloonjäännissä eroja ei havaittu.

Viljelyparviin alkaa usein jo ensimmäisen kasvukauden lopulla kehittyä kaksihuippuinen pituusjakauma. Ylemmän huipun yksilöt kasvavat nopeasti ja smolttiutuvat seuraavana keväänä, alemman huipun hidaskasvuiset vasta vuotta myöhemmin (Knutsson & Grey 1976, Thorpe 1977, Skillbrei 1991). Viljelyssä tällainen parvi saatetaan jakaa ylä- ja alalajitteisiin, jotka mahdollisesti istutetaan peräkkäisinä vuosina. Kokolajittelua ja karsintaa on tehty myös tämän tutkimuksen poikasille. Pituusjakaumien katkaistu muoto osoittaa, että 1-vuotiaat ovat yleensä olleet kasvatusparvistaan valikoituja suurimpia yksilöitä. Myös osa 2-vuotiaista poikasista on karsittu velvoiteistutuksissa ja merkinnöissä noudatetun 14 cm:n minimipituuden vuoksi. Kolmevuotisessa viljelykierrossa lajittelua on ilmeisesti harrastettu vähemmän. Monilla 3-vuotiailla erillä mm. ollut selvästi kaksihuippuinen pituusjakauma, mikä viittaa siihen, että näiden erien pienimpien poikasten vaellusvalmiudessa on saattanut olla suuriakin puutteita.

4.3.3. Varhaiskypsät koiraat saattavat menestyä immatuureja sisaruksiaan paremmin

Pienten poikasten keskimääräistä eloonjääntiä saattaa alentaa varhaiskypsien koiraiden muita korkeampi kuolevuus (Eriksson ym. 1987, Lundqvist ym. 1992). Esim. Uumajajoella 1988—1989 tehdyissä joki-istutuksissa immatuurit vaelluspoikaset tuottivat keskimäärin 7—8 kertaisen palautusprosentin varhaiskypsiin yksilöihin verrattuna (Lundqvist ym. 1992, Berglund ym. 1992). Toisaalta esim. Hansen (1980) ja Virtanen ym. (1991) eivät havainneet eroja varhaiskypsien ja immatuurien yksilöiden palautustuloksissa. Myös Selkämerellä 1986 tehdyssä istutuskokeessa varhaiskypsät yksilöt menestyivät jotakuinkin yhtä hyvin kuin immatuurit sisaruksensa (RKTL, julkaisematon aineisto).

Varhaiskypsien koiraiden osuus voi sekä luonnonpopulaatioissa että viljellyillä lohien poikasilla vuosiluokasta riippuen vaihdella nolasta aina 70—80 prosenttiin (Lundqvist ym. 1992). Vaihtelu on yhteydessä edeltävän kasvukauden ravintotilanteeseen ja poikasten kasvunopeuteen (Rowe & Thorpe 1990, Berglund 1992). Osa varhaiskypsistä koiraista smolttiutuu seuraavana keväänä, mutta osa maturoituu uudelleen. Berglundin ym. (1992) mukaan smolttiutumiseen vaikuttavat edellisen syksyn ja talven kasvuolosuhteet ja poikasten koko; suurimmat varhaiskypsät koiraat smolttiutuvat parhaiten, pienimmät heikoimmin. Vaellusvalmiuden kehitystä voidaan edistää esim. nostamalla talviaikaista lämpötilaa. Lundqvistin ym. (1992) mukaan viljelyolosuhteista johtuvat erot varhaiskypsien yksilöiden smolttiutumisasteessa saattavatkin selittää varhaiskypsien koiraiden ristiriitaisilta näyttävät palautustulokset.

Lundqvistin ym. (1992) mukaan pienet, epätäydellisesti smolttiutuneet lohikoiraat ovat suuressa vaarassa joutua petojen saaliiksi istutuksen jälkeen. Uudelleen maturoituvien pienten lohikoiraiden kannalta oikea ekologinen strategia olisi jokeen jääminen (Eriksson ym. 1987). Istutuksissa ne kuitenkin joutuvat yleensä mereen muun istutusparven mukana ja kärsivät suuria tappioita. Uumajajoen tutkimuksissa todettiin, että istutuspiteuden vaikutus palautustuloksiin oli varhaiskypsillä koirilla selvempi kuin immatuureilla yksilöillä (Berglund ym. 1992).

Tämän tutkimuksen aineistossa varhaiskypsien koiraiden osuus on määritetty vain muutamassa tapauksessa. Syksyllä 1986 merkityssä ja keväällä 1987 3-vuotiaana istutetussa 2000 yksilön erässä varhaiskypsiä koiraita oli 315 (15,9 %) (Vehanen & Pasanen 1991a). Poikasten keväistä smolttiutumisastetta tutkimuksessa ei määritetty. Palautuksia saatiin immatuureista yksilöistä 5,1 % ja pienemmistä varhaiskypsistä 1,9 %. Ero palautustuloksessa oli tässä tapauksessa tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Varhaiskypsyyden vaikutusta kokonaistuloksiin on vaikea arvioida. Keskipituudeltaan ja viljelytaustaltaan erilaisia merkintäeriä vuosiluokittain yhdistettäessä varhaiskypsiä yksilöitä joutuneen useimpiin pituusluokkiin. Palautettujen yksilöiden sukupuolijakauma viittaa siihen, että varhaiskypsytymisen ainakin kerran läpikäyneiden osuus on ollut suurin 2- ja erityisesti 3-vuotiaiden istukkaiden pienimmässä kokoluokissa. Varhaiskypsien yksilöiden istutushetkisestä vaellusvalmiudesta meillä ei kuitenkaan ole tietoa. Kohtalaiseen vaellusvalmiuteen viitannee kuitenkin se, että istutusiästään ja viljelytaustastaan riippumatta samankokoiset yksilöt ovat antaneet varsin samankaltaisia palautustuloksia.

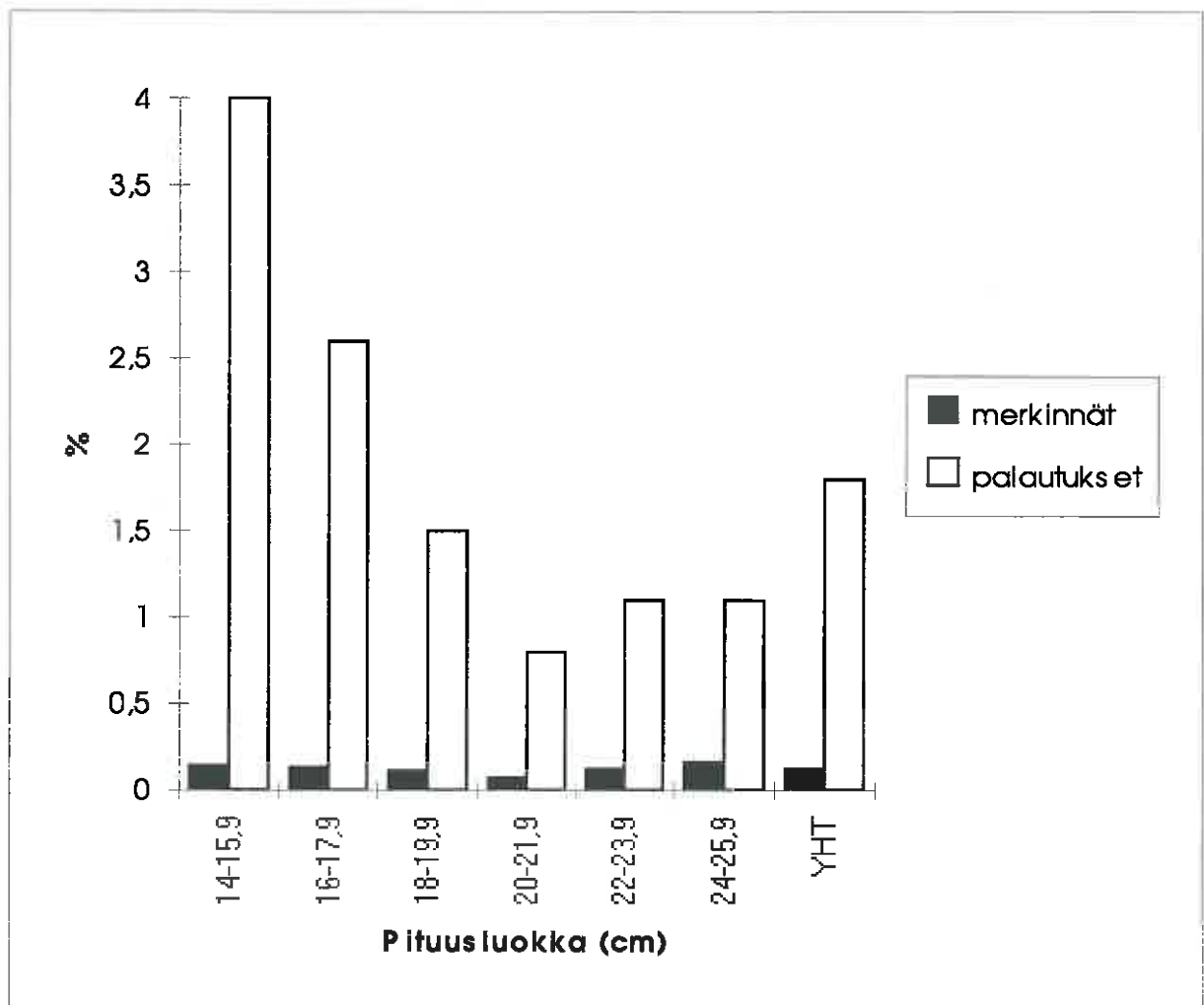
4.3.4. Olosuhteet meressä määräävät eloonjäännin tason

VPA:lla tehdyn arvion mukaan Itämeren pääaltaaseen ja Pohjanlahteen vuosina 1981—1988 istutetuista lohien vaelluspoikasista vain 11—30 % saavutti kalastuskoon (Report of...1992). Valtaosa poikasista siis kuoli postsmoltteina noin vuoden kuluessa istutuksen jälkeen. Suurimman kuolevuuden on arvioitu ajoittuvan muutamaan istutuksen jälkeiseen viikkoon. Eriksson (1988) laski, että Ångermanjokeen 1980—1982 istutettujen poikasten kuolleisuus oli kahden ensimmäisen viikon aikana noin 28 % viikossa. Seuraavien 8—9 viikon aikana kuolevuus oli noin 6 % viikossa ja laski edelleen marraskuun loppuun mennessä noin 3,5 %:iin.

Tärkein post-smolttikuolleisuuden aiheuttaja lienee predaatio (Larsson & Larsson 1975, Larsson 1977, Hvidsten & Mokkelgjerd 1987, Hvidsten & Lund 1988). Itämerellä lohienpoikasten tärkeimpiä predaattoreita ovat jokisuiden ja rannikon mateet, hauet ja taimenet (Christenssen & Larsson 1979). Larssonin & Larssonin (1975) arvion mukaan mateet söivät jo istutuspaikalla kolmanneksen Luulajajokeen istutetuista lohien poikasista. Petokalojen predaation on arveltu kohdistuvan voimakkaimpana pienimpiin istutuspoikasiin, mikä selittäisi eloonjäännin tässä ja monissa muissakin tutkimuksissa havaitun

voimakkaan riippuvuuden istutuskoosta (mm. Carlin 1969, Isaksson 1976, Eriksson 1988, Virtanen ym. 1991).

Merkintä ei juuri tuota suoria havaintoja petokalojen lohenpoikasiin kohdistamasta predaatiosta. Tämän tutkimuksen aineistossa petokalojen mahoista löydetyksi ilmoitettiin vain muutama lohimerkki. Lintujen predaatiosta havaintoja on huomattavasti enemmän. Noin 2 % palautetuista merkeistä on löydetty lокkien ja räyskien pesistä ja jätöksistä. Suhteessa palautusmääriin lintujen jäljiltä löydettyjä merkkejä oli eniten (noin 4 %) istutuspoikasten pienimmässä kokoluokassa (14—15,9 cm, kuva 14). Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, että lintujen predaatio kohdistuisi voimakkaimpana pieniin poikasiin. Kororiippuvuutta ei nimittäin löydy, jos lintujen jätöksistä löydettyjen merkkien määrä suhteutetaan istutusmäärään (kuva 14). Lintujen "saalistus" kohdistunee lähinnä kuljetuksessa ja istutuksessa satunnaisesti vahingoittuneisiin tai kuolleisiin yksilöihin, ja myöhemmin muut, koosta riippuvat kuolleisuustekijät nostavat lintujen jäljiltä löydettyjen merkkien osuuden korkeimmaksi istutuspoikasten pienimmissä kokoluokissa.



Kuva 14. Räyskien ja lокkien pesistä ja jätöksistä löytyneiden merkkien osuus prosentteina merkintämäärästä ja palautusmäärästä vuosien 1981-1988 istutuksissa.

Eloonjäännin vuosivaihtelun taustalla olevat tekijät tunnetaan heikosti. Tyynenmeren lohilla (*Oncorhynchus* sp) eloonjäännin vaihtelusta on Holtbyn ym. (1990) mukaan esi-

tetty kolme päähypoteesia. "Meren tuottavuus"-hypoteesin mukaan olosuhteet meressä ovat ajoittain epäedulliset. Seurauksena on lohismolttien hidas kasvu ja huono kunto, joka lisää poikasten alttiutta predaatiolle. "Tiheysriippuvuus"-hypoteesin mukaan mereen tulee ajoittain niin runsaasti lohenpoikasia, että seurauksena on ravintopula, hidastunut kasvu ja lisääntynyt predaatio tai nälkiintyminen. "Predaatiointensiteetti"-hypoteesi puolestaan selittää lohien eloonjäännin vaihtelun yksinomaan predaatiotason vaihtelulla. Predaatiotason vaihtelu voi johtua joko petokalojen absoluuttisen määrän vaihtelusta, muutoksista petojen esiintymisalueissa tai petojen funktionaalista reaktiosta saalislajin runsauteen.

Holtbyn ym. (1990) mukaan sekä "meren tuottavuus"- että "tiheysriippuvuus"-hypoteesi olettavat, että suuri osa kuolevuudesta on koosta riippuvaa. Tästä seuraa myös, että kuolevuus on negatiivisessa suhteessa kasvunopeuteen. Fisherin & Pearcyn (1988) esittämä "predaatiointensiteetti"-hypoteesi sen sijaan toteaa eksplisiittisesti, että eloonjäänti on poikasten koosta, kasvusta ja meren tuottavuusvaihtelun suorista vaikutuksista riippumatonta.

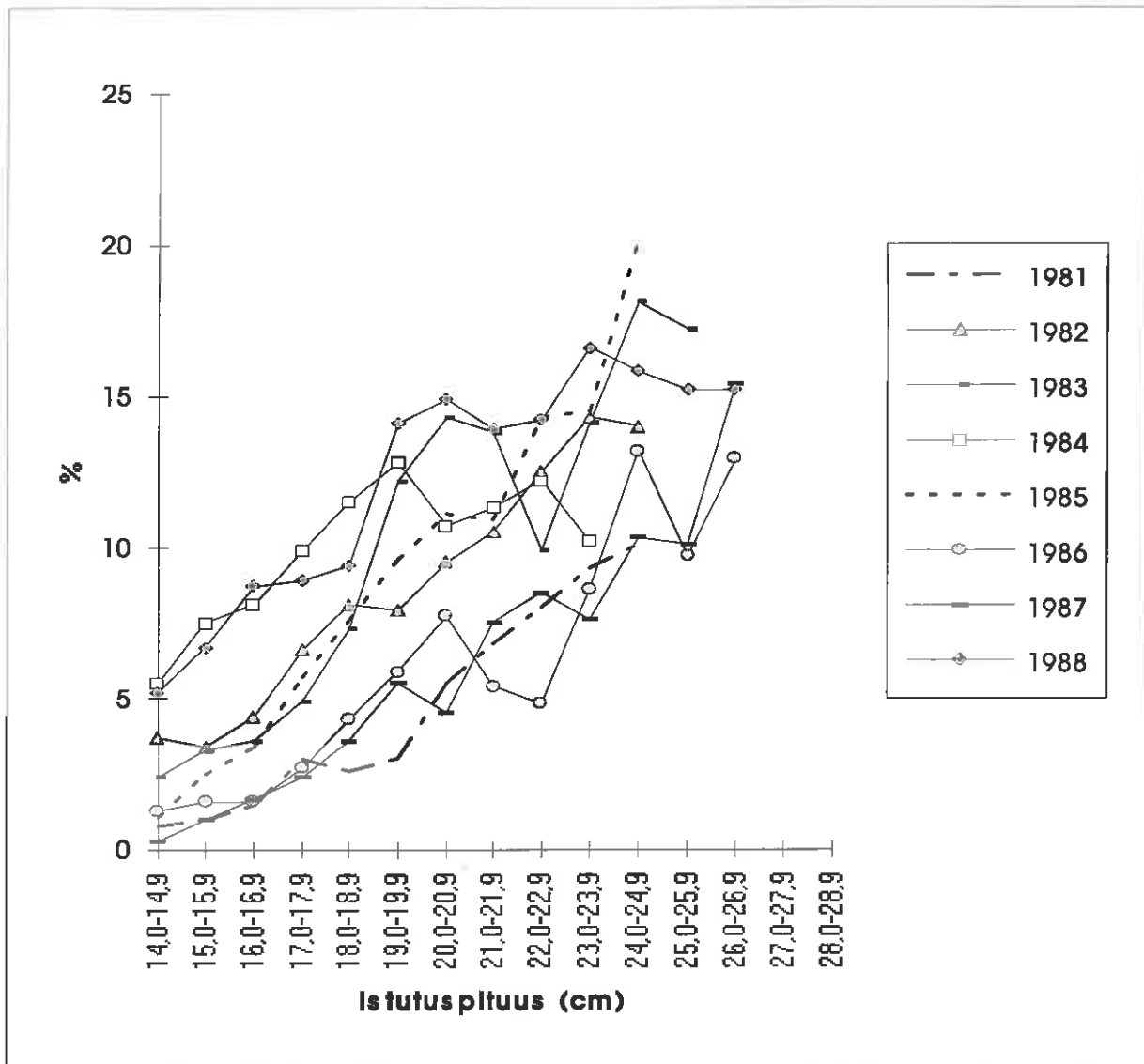
Havainnot Perämerelle istutettujen lohien eloonjäännistä sopivat lähinnä "meren tuottavuus"-hypoteesiin. Hypoteesia tukevat mm. eloonjäännin voimakas riippuvuus istutuskoosta ja eloonjäännin positiivinen korrelaatio kasvunopeuteen (Carlin 1969, Kuikka 1991, Salminen 1991), kilohailin kasvunopeuteen ja meriveden lämpötilaan (Kuikka 1991). Myös "predaatiointensiteetti"-hypoteesi saa hieman tukea. Larsson (1977) on havainnut lohismolttien tärkeimmiksi predaattoreiksi arvioitujen mateiden kerääntyvän lohen istutuspaikoille ja Kuikka (1991) puolestaan on havainnut negatiivisen korrelaation turskakannan koon ja lohien postsmolttien eloonjäännin välillä. Christenssenin & Larssonin (1979) mukaan turska tosin voi olla merkittävämpi lohien ravintokilpailijana kuin predaattorina. "Tiheysriippuvuus"-hypoteesi voitaneen ainakin alkuperäisessä muodossaan hylätä lähes vakiona pysyvien istutusmäärien perusteella. Tilanne kuitenkin muuttuu, jos samasta ravinnosta kilpailevien lajien (turska) yksilömäärä lisätään lohien yksilömäärään. Holtby ym. (1990) eivät kuitenkaan puhuneet mitään ravintokilpailijoista.

Ijoen lohien vaelluspoikasilla eloonjäännin suhteellinen vaihtelu oli laajinta pienillä poikasilla. Kuikan & Salmisen (1992) analyysi samasta aineistosta viittaa siihen, että pienet poikaset reagoivat suurilla herkemmin ympäristötekijöiden vaihteluun. Spearmanin korrelaatiokertoimet eloonjäännin, meriveden lämpötilan ja silakan vuosiluokan koon välillä olivat korkeimpia istutuspoikasten pienimmissä kokoluokissa.

Taulukko 2. Eri istutuspituusluokkiin kuuluvien lijoenlohien vuosittaisen (1981-1988) palautusprosentin korrelaatio (Spearman (p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, ns = ei merkitsevä) veden keskilämpötilaan eri mittausasemilla ja silakan vuosiluokan kokoon (Kuikka & Sairinen 1992).**

Pituus- luokka (cm)	Veden keskilämpötila			Silakan vuosiluokka
	Valassaarilla rs	Seilissä rs	Utössä rs	
14,0-14,9	0,88 *	0,68 o	0,76 *	0,85 **
15,0-15,9	0,81 *	0,70 o	0,63 o	0,79 *
16,0-16,9	0,64 o	0,63 o	0,54	0,74 *
17,0-17,9	0,67 o	0,75 o	0,45	0,66
18,0-18,9	0,66 o	0,61	0,51	0,64
19,0-19,9	0,73 o	0,81 *	0,60	0,78 *
20,0-20,9	0,61	0,81 *	0,45	0,76 *
21,0-21,9	0,58	0,80 *	0,37	0,71 *
22,0-22,9	0,10	0,44	-0,07	0,26
23,0-23,9	0,31	0,63 o	0,19	0,54
24,0-24,9	0,37	0,53	0,04	0,36
25,0-25,9	0,80	0,60	0,02	0,60

Holtbyn ym. (1990) mukaan hopealohismolttien (*Oncorhynchus kisutch*) eloonjäanti British Columbiassa parani smolttikoon kasvaessa vain kasvun ja eloonjäännin kannalta huonoina vuosina. Myös Iijoen lohella eloonjäännin suhteessa istutuskokoon näyttää olevan eroja hyvien ja huonojen vuosien välillä. Heikosti kasvaneissa (ks. kuva 13) ja menestyneissä vuosiluokissa 1981 ja 1987 palautusprosentti parani istutuskoon kasvaessa aina suurimpiin kokoluokkiin saakka (kuva 15). Kasvun ja eloonjäännin kannalta parhaina vuosina 1983, 1984 ja 1985 palautusprosentin paraneminen sen sijaan taittui noin 19 cm:n pituudessa. Myös Carlinin (1969) ja Petersonin (1973) aineistoissa havaittu samanlainen taittuminen saattaa johtua eloonjäänniltään keskinkertaista paremmista tutkimusvuosista.



Kuva 15. lijoen lohen eloonjäännin (palautusprosentin) riippuvuus istutuspituu-
desta vuosiluokissa 1981-1988.

Myös lohen luonnossa syntyneiden smolttien eloonjäänti riippuu merkkipalautusten perusteella vaelluskoosta (Jutila, E., RKTL, julkaisematon aineisto). Kuitenkin luonnonpoikasten keskikoko on yleensä varsin pieni; Simojolla vaelluspoikasten kokojakauman huippu on yleensä 14 ja 16 cm:n välillä. Erikssonin (1988) mukaan luonnonpoikaset vaeltavatkin mereen eloonjäännin kannalta optimokokoa pienempinä. Vaelluskoko on kompromissi joessa ja meressä vaikuttavien valintapaineiden välillä. Joessa kasvu hidastuu noin 15 cm:n koossa niin voimakkaasti, että mereen vaeltamalla saavutettava nopea kasvuetu painaa vaakakupissa enemmän kuin lisäpituuden tuoma parannus eloonjäännissä.

Österdahl (1964) havaitsi, että vanhimmat ja suurimmat luonnonsmoltit vaelsivat Rickleästä keväällä mereen ensimmäisinä. Vastaavasti viljeltyjen lohenpoikasten optimaalinen istutuskoko näyttää riippuvan istutusajankohdasta (Lundqvist ym. 1992). Uumajajoen istutuspoikasille konstruoitu malli istutuskoon ja istutusajankohdan suhteesta osoitti, että maksimaalisen eloonjäännin saavuttamiseksi suuret poikaset kannattaisi yleensä istuttaa aikaisemmin kuin pienet. Lundqvistin ym. (1992) mukaan optimikoon muuttumi-

nen johtuu todennäköisesti kevään edistyessä muuttuvasta ravinto- ja predaatiotilanteesta estuaarissa.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

- Työssä verrattiin Olkiluodon lämminvesilaitoksella kasvatetuilla 1-vuotiailla ja perinteisin menetelmin kasvatetuilla 2- ja 3-vuotiailla Iijoen lohien vaelluspoikasilla Kemi- ja Iijoen suualueille 1980—1988 tehtyjen merkintäistutusten tuloksia.
- Aineisto käsitti 26 erää 1-vuotiaita (23 374 yks.), 51 erää 2-vuotiaita (45 811) ja 56 erää 3-vuotiaita (45 058) vaelluspoikasina. Yksivuotiaiden poikasten pituuden mediaani oli 156 mm ($Q_1=148$ mm, $Q_3 = 166$ mm), 2-vuotiaiden 175 mm ($Q_1=163$ mm, $Q_3 = 187$ mm) ja 3-vuotiaiden 199 mm ($Q_1=179$ mm, $Q_3 = 220$ mm).
- Eri-ikäisinä istutettujen lohien välillä havaittiin eroja mm. merivaiheen kasvussa, merkkipalautusten ajallisissa ja alueellisissa jakaumissa ja palautusten lukumäärässä (palautus-%).
- Istutusiän asemesta useimpien erojen taustalla näytti olevan jokin muu istutusikäryhmiä erottava tekijä — erilainen istutuskoko, sukupuoli-jakauma tai vaellusvalmius. Merkittävimpien erojen taustalla oli erilainen istutuskoko, joka vaikutti tuloksiin sekä koon suhteen valikoivan pyynnin että biologisten mekanismien kautta.
- Pynnin valikoivuuden vuoksi pienenä istutetut yksilöt näyttivät toisen merivuoden lopun avomeripyynnin näytteissä (ikäryhmät A.1+/A.2) kasvaneen suurina nopeammin. Kun istutuspuu kasvoi 14—15,9 cm:stä 24—25,9 cm:iin, pieneni kahden kasvukauden aikana saavutettu keskimääräinen pituudenlisäys 55 cm:stä 48 cm:iin.
- Mitä suurempia lohet olivat istutettaessa, sitä nopeammin ne tulivat valikoivassa avomeripyynnissä kalastetuiksi. Kun istutuspuu kasvoi 14—15,9 cm:stä 24—25,9 cm:iin, lisääntyi ensimmäisen varsinaisen kalastuskauden eli 2. merivuoden (syksy-talvi, A.1+/A.2) palautusten osuus koko avomerisaaliista 61 %:sta 76 %:iin.
- Mitä suurempia lohet olivat istutettaessa, sitä suurempi osa niistä tavattiin syönnökseltä Itämeren pääaltaan sijasta Selkämereltä. Kun istutuspuu kasvoi 14—15,9 cm:stä 24—25,9 cm:iin, nousi Selkämeren osuus syönnösvaelluksen aikaisista palautuksista 2 %:sta 9 %:iin. Istutuskoon kasvu ilmeisesti paransi poikasten mahdollisuuksia hyödyntää Selkämeren ravintovaroja.
- Mitä suurempia lohet olivat istutettaessa, sitä korkeampi ja vuositasolla vakaampi oli palautusprosentti. Kun istutuspuu kasvoi 14—15,9 cm:stä 24—25,9 cm:iin, parani keskimääräinen vuotuinen palautusprosentti 2,5:sta 13,2:een ja sen vaihtelukoefficientti pieneni 0,8:sta 0,3:een. Istutuskoon kasvu ilmeisesti pienensi postsmoltivaiheen luonnollista kuolevuutta ja paransi poikasten kykyä kestää ympäristöolosuhteiden vaihtelua.
- Istutuspoikasten kokojakauman säätely tarjoaa mahdollisuuksia vaikuttaa lohi-istutusten tuotantoon ja eri alueiden kalastuksen kannattavuuteen ja sen vuositasoon epävarmuuteen.
- Yksivuotiaat vaelluspoikaset ovat varteenotettava vaihtoehto lohikantojen hoidossa. Pienemmän kokonsa vuoksi ne eivät kuitenkaan istutusarvoltaan sellaisenaan vastaa 2-vuotiaita ja 3-vuotiaita vaelluspoikasina. Esimerkiksi yhtä hyvän keskimääräisen palautusprosentin saamiseksi 1-vuotiaita poikasina olisi käsillä olevan aineiston perusteella arvioiden tarvittu noin 1,5—2 -kertainen määrä 2-vuotiaisiin ja 2—3 -kertainen määrä 3-vuotiaisiin poikasiin verrattuna.

6. Kiitokset

Kiitän Voimalohi Oy:tä ja Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lohitutkijoita aineistojen luovuttamisesta käyttööni. Matti Naarminen, Tapani Pakarinen, Soili Timperi ja Lili Lampenius-Porspakka merkintätoimistosta ovat ystävällisesti ja vaivojaan säästämättä koonneet ja muokanneet palautustiedostot haluamaani muotoon. Kiitos heille. Käsikirjoitusta koskevista rakentavista kommentteista ja parannusehdotuksista kiitokset Marja-Liisa Koljoselle, Sakari Kuikalle, Veijo Pruukille ja Kai Westmanille.

7. Lähteet

- Alm, G. 1934. Salmon in the Baltic precincts. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 91: 1-64.
- Alm, G. 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 40: 1-145.
- Baker, R.R. 1978. The evolutionary ecology of animal migration. Hodder and Stoughton, London, 1012 p.
- Berg, O.K. & Berg, M. 1987. Effects of Carlin-tagging on the mortality and growth of sea trout *Salmo trutta* L.. Fauna norv. Ser A. 8:15-20.
- Berglund, I. 1992. Growth and early sexual maturation in Baltic salmon (*Salmo salar*) parr. Can. J. Zool. 70: 205-211..
- Berglund, I., Schmitz, M., & Lundqvist, H. 1992. Seawater adaptability in Baltic salmon (*Salmo salar*): A bimodal smoltification pattern in previously mature males. Can. J. Fish Aquat. Sci. 49:1097-1106.
- Carlin, B. 1969. Salmon tagging experiments. LFI Medd. 2-4: 8-13.
- Chadwick, E.M.P., Randall, R.C. & Leger, C. 1986. Ovarian development of Atlantic salmon smolts and age at first maturity. In: Meerburg, D.J. (ed) Salmonid age at maturity. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 89. p. 15-23.
- Christenssen, O. & Larsson, P.-O. (ed.) 1979. Review of Baltic salmon research. A synopsis compiled by the Baltic Salmon Working Group. ICES Coop. Res. Rep. 89. 124 pp.
- Dempson, J.B., Myers, R.A. and Reddin, D.G. 1986. Age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) - influences of the marine environment. In: Meerburg, D.J. (ed) Salmonid age at maturity. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 89. p. 79-89.
- Duston, J. & Saunders, R.L. 1992. Effect of 6-, 12- and 18-month photoperiod cycles on smolting and sexual maturation in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2273-2280.
- Eriksson, T. 1988. Migratory behaviour of Baltic salmon (*Salmo salar* L.); adaptive significance of annual cycles. Academic dissertation. Department of animal Ecology, University of Umeå.
- Eriksson, T., L.-O. Eriksson & H. Lundqvist 1987. Adaptive flexibility in life-history tactic of mature male Baltic salmon parr in relation to body-size and environment. Am. Fish. Soc. Symp. 1. Common strategies of anadromous and catadromous fishes. p. 236-243.

- Erkamo, E., Salminen, M., Salmi, J. & Tana, L. 1992. Feeding, food quality and nutritional state of salmon post-smolts in the Finnish coast of the Bothnian Sea. NJF-seminar "Post-smolt biology of salmonids in ranching systems, Umeå, Sweden 10.-12.1992.
- Eving, R.D., Hemmingsen, W.R., Evenson, M.D. & Lindsay, R.L. 1985. Gill (Na+K)-ATPase activity and plasma thyroxinen concentrations do not predict time of release of hatchery coho (*Oncorhynchus kisutch*) and chinook salmon (*O. tshawytscha*) for maximum adult returns. *Aquaculture* 45: 359-373.
- Evtjukhova, B.K. 1964. The influence of river growth rate on sea growth rate and fecundity of salmon. ICES, C.M.1964/No.15.
- Fisher, J.P. & Percy, W.G. 1988. Growth of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) off Oregon and Washington, USA, in years of differing coastal upwelling. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1036-1044.
- Glebe, B.D. & Saunders, R.L. 1986. Genetic factors in sexual maturity of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr and adults reared in sea cages. In: Meerburg, D.J. (ed) *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 89.
- Hansen, L. P. 1980. Tagging and relase of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in the river Glomma. *Fauna* 33: 89-97.
- Hansen, L. P. & Jonsson B. 1989. Influence of parr maturity on emigration of smolting Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 46, 410-415.
- Hansen, L. P. & Jonsson, B. 1991. Effect of smolt age on migratory behaviour of Baltic salmon, *Salmo salar* L., transplanted to the east Atlantic. *Aquaculture and Fisheries Management* 1991, 22, 357-362.
- Hoar, W. S. 1976. Smolt transformation: evolution, behaviour and physiology. *J. Res. Bd. Can.* 33, p. 1234-1252.
- Holtby, L.B., Andersen, B.C. & Kadowaki, R.K. 1990. Importance of smolt size and early ocean growth to interannual variability in marine survival of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 2181-2194.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. *J. Fish. Biol.* 33: 121-126.
- Hvidsten, N.A. & Mokkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts, *Salmo salar* L., in the estuary of River Surna, Norway. *J. Fish. Biol.* 30: 273-280.
- Ikonen, E. & Auvinen, H. 1984. Migration of salmon in the Baltic Sea, based on Finnish tagiing experiments. ICES C.M. 1984/M:4.
- Ikonen, E. & Parmanne, R. 1991. Possible interactions between salmon migration and landings, smolt production, herring abundance and hydrographical factors in the Gulf of Bothnia in 1976-1990. ICES 1991; No. 42. Session 4. Variability Symp.
- Isaksson, A. 1976. The results of tagging experiments at the Kollafjörður fish farm from 1970 through 1972. *J Agr. Res. Icel.* 8: 3-13.
- 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. Iceland* 10(2):74-79.
- Isaksson, A. 1985. The production of one-year smolts and prospects of producing zero-smolts of Atlantic salmon in Iceland using geothermal resources. *Aquaculture* 45: 305-319.

- Järvi, T.H. 1938. Fluctuations in the Baltic stock of salmon. Rapp.P.-v. Reun.Cons. int.Explor.Mer; 106: 1-114.
- Kalliosaari, S. & Seinä, A. 1991. Ice winters 1986-1990 along the Finnish coast. Finnish Marine Research 259.
- Karlsson, L. & Eriksson, C. 1991 Experimental fishery with salmon drift nets of different mesh sizes in the Baltic in the autumn 1990. ICES C.M. 1991/M:13.
- Knutsson, S. and Grey, T. 1976. Seawater adaptation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) at different experimental temperatures and photoperiods. Aquaculture 8: 169-187.
- Koljonen, M.-L. 1993. Perimän muuttuminen on otettava huomioon kalakantojen hoidossa. Suomen Kalastuslehti 2: 10-13.
- Kuikka, S. 1991. Effects of some external factors on the predictability and production capacity of Baltic salmon stocks. ICES C.M. 1991/M:29. 21 p.
- Kuikka S. & Salminen M. 1992. Effect of salmon smolt size on the expected value and variance of stocking results in the Northern Baltic Sea. NJF-seminar "Post-smolt biology of salmonids in ranching systems, Umeå, Sweden 10.-12.1992.
- Larsson, H.-O. 1977. The influence of predation after release on the result of salmon smolt planting. ICES C.M.1977/M:44.
- Larsson, H.O. & Larsson P.O. 1975. Predation på nyutsatt odlad smolt i Luleälven 1974. LFI Medd. 9: 1-7.
- Larsson, P.-O. and Svensson, K.M. 1974. Studies on the possible influence of early maturity on grilse frequency by means of tagging experiments in the river Lule. ICES Anadromous and Catadromous Fish Committee, C.M.1974/M28.
- Lindahl, K. Lundqvist, H. and Rydevik, M. 1983. Plasma thyroxine levels and thyroid gland histology in Baltic salmon (*Salmo salar* L.) during smoltification. can. J. Zool. 61: 1954-1958.
- Lundqvist, H. McKinnell, S. Fängstam, H. & I. Berglund. 1992. Return rates and biomass production of river released early mature Baltic salmon males; where do we stand today? ICES C.M. 1992/M:18.
- May, A. W. 1973. Distribution and migrations of salmon in the northwest Atlantic. Int. Atl. Salmon Sympos., 1972. Int. Atl. Salmon Found., Spec. Publ. 4 : 373-382.
- McDovall, R. M. 1988. Diadromy in fishes. University Press, Cambridge, 308 p.
- McKeown, B. 1984. Fish migration. Timber Press, Portland, Oregon. 224 p.
- McLeave, J.D. 1978. Rhythmic aspects of estuarine migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. J. Fish Biol. 12:559-570.
- Metcalf, N. B. & J. E. Thorpe 1990. Determinants of geographical variation in the age of seaward-migrating salmon, *Salmo salar*. Journal of Animal Ecology, 59, 135-145.
- Muona, M., Soivio, A. & Virtanen, E. 1986. Olkiluodon lohilaitoksen lohi-istukkaiden (Ijoen kanta) kunto ja vaellusvalmiuden kehittyminen eri viljelyoloissa 1984-85. Moniste, 12 s. + taulukot.
- Muona, M., Soivio, A. & Virtanen, E. 1987. Olkiluodon lohilaitoksen lohi-istukkaiden (Ijoen kanta) kunto ja vaellusvalmiuden kehittyminen kasvatuskaudella 1985-86. Moniste, 7 s. + taulukot.

- Muona, M. & Soivio, A. 1987. Iijoen kantaa olevien 1-vuotiaiden lohi-istukkaiden kunto ja vaellusvalmiuden kehittyminen Olkiluodon lohilaitoksella kasvatuskaudella 1986-87. *Moniste*, 5 s. + taulukot.
- Muona, M. & Soivio, A. 1989. Olkiluodossa kasvateetujen 1-vuotiaiden iijoenlohien sekä Voimalohi Oy:n ja Savon Taimen Oy:n kalanviljelylaitoksilla viljeltyjen velvoiteistukkaiden (merilohi, järvitaimen) fysiologinen tila ja vaellusvalmius keväällä 1988. *Moniste*, 6 s. + taulukot.
- Myers, R. A. 1984. Demographic consequences of precocious maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* 41, 1349-1353.
- Myers, R. A. and Hutchings 1986. Selection against parr maturation in Atlantic salmon. *Aquaculture* 53, 313-320.
- Naevdal, G., Holm, M., Moller, D. & Osthus, O. D. 1976. Variation in growth rate and sexual maturity in Atlantic salmon. *ICES C.M.* 1976/E:40.
- Peterson, H. H. (1973). Adult returns to data from hatchery-reared one-year-old smolts. In: Smith, M. V. & Carter, W. M. (eds.) *International Atlantic salmon symposium*, vol 4: 219-226. *Int. Atl. Salmon Found. N.Y.*
- Rendall, R. G., Thorpe, J.E., Gibson, R.J. & Reddin, D.G. 1986. Biological factors affecting age at maturity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: Meerburg, D.J. (ed) *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 89. p. 90-101.
- Report of the Baltic Salmon and Trout Working Group. *ICES C.M.* 1992/Assess: 10 118 p.
- Ritter, J.A. & Newbould, K. 1977. Relationships of parentage and smolt age to age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *ICES C.M.* 1977/M:32.
- Ritter, J.A., Farmer, G.J., Misra, R.K., Goff, T.R., Bailey, J.K. & Baum, E.T. 1986. Parental influences and smolt size and sex-ratio effects on sea-age at first maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: Meerburg, D.J. (ed) *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 89. p. 30-38.
- Rowe, D. K. and Thorpe, J. E. 1990. Differences in growth between maturing and non-maturing male Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr. *J. Fish. Biol.* 36, 643-658.
- Salminen, M. 1991. Variation of growth rate, tag-recovery rate and temporal distribution of tag-recoveries in Baltic salmon tagging experiments. *ICES C.M.* 1991/M:28.
- Salminen, M. & Kuikka S. 1992. Lohi-istukkaan koko vaikuttaa istutustuloksiin. *Suomen Kalastuslehti* 2: 22-26.
- Salminen, M., Kuikka, S and E. Erkamo. 1994. Divergence in the feeding migration of Baltic salmon (*Salmo salar* L.); the significance of smolt size. *Nordic J. Freshw. Research* 69: 32-42.
- Saunders, R.L. 1986. The scientific and management implications of age and size at sexual maturity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: Meerburg, D.J. (ed) *Salmonid age at maturity*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 89. p. 3-23.
- Saunders, R. L. & Allen, K. R. 1967. Effects of tagging and of finclipping on the survival and growth of Atlantic salmon between smolt and adult stages. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 24(12).
- Saunders, R. L., Hendersson, E. B. & Glebe, B. D. 1982. Precocious sexual maturation and smoltification in male Atlantic salmon (*Salmo salar*) *Aquaculture* 28, 211-219.

- Saunders, R.L., Henderson, E.B., Glebe, B.D. & Loudenslager, E.J. 1983. Evidence of a major environmental component in determination of the grilse : larger salmon ratio in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture* 33:107-118.
- Saunders, R.L. & Schom, C.B. 1985. Importance of the variation in life history parameters of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 615-618.
- Scarnecchia, D.L. 1983. Age at sexual maturity in Icelandic stocks of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 1456-1468.
- Seinä, A. & Kalliosaari, S. 1987. Ice winters 1981-1985 along the Finnish coast. *Finnish Marine Research* 254.
- Skilbrei, O. T. 1990. Compensatory sea growth of male Atlantic salmon, *Salmo salar* L., which previously mature as parr. *Journal of Fish Biology* 37, 425-435.
- Skilbrei, O. T. 1991. Importance of threshold length and photoperiod for the development of bimodal length-frequency distribution in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 2163-2172.
- Soivio, A., Nikunen, E., Muona, M., Virtanen, E. & Bäckström, M. 1982. Raportti Olkiluodon lohilaitoksen kasvatuskokeisiin liittyvästä fysiologisesta seurannasta. Helsingin Yliopisto, Eläintieteen laitos. Fysiologinen osasto. Moniste, 10 s. + taulukot.
- Soivio, A., Muona, M., Virtanen, E. & Bäckström, M. 1984. Poikasten fysiologinen tila ja vaellusvalmiuden kehittyminen Olkiluodon lohilaitoksen lämminvesikasvatuksessa. Helsingin Yliopisto, Eläintieteen laitos. Fysiologinen osasto. Moniste, 40 s.
- Soivio, A., Muona, M., & Virtanen, E. 1984. Olkiluodon lohilaitoksen lohi-istukkaiden fysiologinen tila ja vaellusvalmius 1983-1984. Helsingin Yliopisto, Eläintieteen laitos. Fysiologinen osasto. Moniste, 20 s. + taulukot.
- Soivio, A. ja Muona, M. 1987. Olkiluodon lohilaitoksen istukkaiden laatu vv. 1981-1987. Moniste. 2 s.+liitteet.
- Soivio, A. & Virtanen, E. 1985. The quality and condition of reared *Salmo salar* smolts in relation to their adult recapture rate. *Aquaculture* 45: 335-343.
- Statistics of the sea surface temperature of the Baltic Sea 21 October - 1 March (1965-1986). *Finnish marine research* 254, suppl.
- Sumari, O. and Westman, K. 1981. Biological and economic aspects of using heated water for salmon smolt production as compared with traditional methods. In: Tiews, K. (ed.), *proc. World Symp. on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation systems, Stavanger 28-30 May, 1980, Vol. II: 534-543. Berlin.*
- Svärdson, G. 1955. Salmon stock fluctuations in the Baltic sea. *Rep. Inst. Freshw. res. Drottningholm*, 36: 226-262.
- Thorpe, J. E. 1977. Bimodal distribution of length of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under artificial rearing conditions. *J. Fish. Biol.* 11: 175-184.
- Thorpe, J. E. 1989. Developmental variation in salmonid populations. *J. Fish. Biol.* 35 (Suppl.A): 295-303.
- Thurrow, F. 1966. Beiträge zur Biologie und Bestandskunde die Atlantischen Lachses (*Salmo salar* L.) in der Ostsee. *Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch.*, XVIII(3/4):223-379.
- Toivonen, J. 1977. Differences in recaptures of wild and hatchery reared salmon smolts. *ICES C.M.* 1977/M:7.

- Tuunainen, P., Westman, K., Sumari, O. & Virtanen, E. 1981. Comparative rearing experiments with Baltic salmon (*Salmo salar*) fingerlings in heated brackish-water effluents and fresh water. In: Tiews, K. (ed.), proc. World Symp. on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation systems, Stavanger 28-30 May, 1980, Vol. II: 133-144. Berlin.
- Wedemeyer, G. A., Saunders, R.L. & Clarke, W. C. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. *Marine Fisheries Review*, June 1980.
- Vehanen, T. & Pasanen, P. 1991a. Koon, värityksen, evävaurioiden ja varhaisen sukukypsyyden vaikutus lohen Carlin-merkkiplautuksiin. *Suomen Kalankasvattaja* 3:40-42.
- Vehanen, T. & Pasanen, P. 1991b. Eri kasvatusmenetelmin tuotettujen lohi-istukkaiden merkintätuloksista. *Suomen Kalankasvattaja* 4: 35-38.
- Vehanen, T., Pasanen, P., Lehtinen, E. & Simola, O. 1993. Pohjois-Suomen Keskuskaulanviljelylaitoksen lohi-istutusten (*Salmo salar* L.) Carlin-merkintätulokset vuosilta 1973-1988. *Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar* 62. 75 s.
- Westman, K., Savolainen, R., Louhimo, J. & Pursiainen, M. 1982. Lohen poikasten kasvatuskoe Olkiluodon ydinvoimalan jäähdytysvedessä talvella 1981-1982. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. 31 s. + 19 liitesivua. Helsinki. (Moniste)
- Westman, K., Savolainen, R., Louhimo, J. & Pursiainen, M. 1983. Rearing of Baltic salmon (*Salmo salar*) fingerlings in heated brackish water effluents of the Olkiluoto nuclear power plant, Gulf of Bothnia. *Salmo salar*, International Symposium on Salmon Problems, Luleå 4-6 october 1983.
- Westman, K., Savolainen, R., Louhimo, J. & Pursiainen, M. 1984. Lohen poikasten kasvatuskoe Olkiluodon ydinvoimalan jäähdytysvedessä talvella 1982-1983. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. 25 s. + 19 liitesivua. Helsinki. (Moniste)
- Westman, K., Soivio, A., Autti, M., Juola, M., Nenonen, O. ja Tuunainen, P. 1987. Kemi- ja iijoen lohivelvoitteen hoito. RKTL. Monistettuja julkaisuja 63. 81 s.
- Westman, K., Virtanen, E. ja Eskelinen, U. 1989. Jätelämmön hyväksikäyttö vesiviljelyssä. *Suomen Kalankasvattaja* 2. s. 33-35.
- Virtanen, E. 1988. Smolting and osmoregulation of Baltic salmon, *Salmo salar* L., in fresh and brackish water. *Finnish Fisheries Research* 7: 38-65.
- Virtanen, E., Eskelinen, U., Westman, K., Huhtinen, M., Söderholm-Tana L. ja Mäkinen T. 1989. Jätelämmön hyväksikäyttö kalanviljelyssä. RKTL. Monistettuja julkaisuja 85: 1-28.
- Virtanen, E., Söderholm-Tana, L., Soivio, A., Forsman, L. & Muona, M. 1991. Effect of physiological condition and smoltification status at smolt release on subsequent catches of adult salmon. *Aquaculture* 97: 231-257.
- Virtanen, E., Westman, K. ja Soivio A. 1983. Lohen luonnonpoikasten ja viljeltyjen poikasten fysiologinen tila ja vaellusvalmius. *Suomen kalatalous* 49: 57-73.
- Virtanen, E., Westman, K., Soivio A and Tuunainen, P. 1981. Physiological condition and smoltification of one-year-old baltic salmon (*Salmo salar*) reared in heated brackish-water effluents and fresh water. In: Tiews, K. (ed.), proc. World Symp. on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation systems, Stavanger 28-30 May, 1980, Vol. II: 122-131. Berlin.

Youngson, A.F., Buck, R.J.G., Simpson, T.H. and D.W. Hay. 1983. The autumn and spring emigrations of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., from the Girnock Burn, Aberdeenshire, Scotland: environmental release of migration. *J. Fish Biol.* 23: 625-639.

Österdahl, L. 1964. Smolt investigations in the River Ricleån. *Laxforskningsinst. Medd.* 8.

Liite 1. Merkittyjen 1-, 2- ja 3-vuotiaiden Iijoen lohen vaelluspoikasten istutukset Kemijoen ja Iijoen suualueilla 1981-1988.

Istutus- vuosi	Istutusalue	Istutusmäärä ikäryhmittäin (kpl)							
		1-vuotiaat		2-vuotiaat		3-vuotiaat		Yhteensä	
		eriä	lohia	eriä	lohia	eriä	lohia	eriä	lohia
1981	Kemijoki	1	958	2	980	1	998	4	2936
	Iijoki	0	0	1	467	6	4910	7	5377
	Yhteensä	1	958	3	1447	7	5908	11	8313
1982	Kemijoki	5	4165	3	2918	0	0	8	7083
	Iijoki	1	528	3	2209	4	3908	8	6645
	Yhteensä	6	4693	6	5127	4	3908	16	13728
1983	Kemijoki	3	2624	3	2503	0	0	6	5127
	Iijoki	0	0	2	1475	5	3479	7	4954
	Yhteensä	3	2624	5	3978	5	3479	13	10081
1984	Kemijoki	0	0	4	3947	1	996	5	4943
	Iijoki	5	4505	5	4848	5	4771	15	14124
	Yhteensä	5	4505	9	8795	6	5767	20	19067
1985	Kemijoki	0	0	1	926	1	994	2	1920
	Iijoki	3	2741	6	5783	7	6339	16	14863
	Yhteensä	3	2741	7	6709	8	7333	18	16783
1986	Kemijoki	1	987	2	1186	0	0	3	2173
	Iijoki	2	1889	7	6821	7	5279	16	13989
	Yhteensä	3	2876	9	8007	7	5279	19	16162
1987	Kemijoki	0	0	1	1001	1	500	2	1501
	Iijoki	3	2981	7	6775	10	6963	20	16719
	Yhteensä	3	2981	8	7776	11	7463	22	18220
1988	Kemijoki	0	0	0	0	0	0	0	0
	Iijoki	2	1996	4	3972	8	5921	14	11889
	Yhteensä	2	1996	4	3972	8	5921	14	11889
Yhteensä	Kemijoki	10	8734	16	13461	4	3488	30	25683
	Iijoki	16	14640	35	32350	52	41570	103	88560
	Yhteensä	26	23374	51	45811	56	45058	133	114243

Liite 2. Saaliiksi saatujen merkittyjen Iijoen lohien sukupuolijakauma vaellusvaiheittain Kemijoen ja Iijoen istutuksissa 1981-1988. Eri-ikäisinä istutettujen lohien sukupuolijakaumia on verrattu X^2 -testillä (***) $p < 0.001$, (**) $p < 0.01$, (*) $p < 0.05$, o $p < 0.1$, NS = ei merkitsevä).

Merivuosi	Ikä	Sukupuoli				Yhteensä		X ² -testi			Sukupuoli		Kaikki	
		Koiras	%	Naaras	%			tuntematon	1/2	1/3	2/3	kpl	%	ykpl
Vaellusvaihe		kpl	%	kpl	%	kpl	%				kpl	%	kpl	%
2. MERIVUOSI														
Kutuvaellus (Kossit)	1	83	95,4	4	4,6	87	100,0	NS			40	31,5	127	100,0
	2	193	90,6	20	9,4	213	100,0		NS		114	34,9	327	100,0
	3	322	93,3	23	6,7	345	100,0			NS	206	37,4	551	100,0
	1-3	598	92,7	47	7,3	645	100,0				360	35,8	1005	100,0
Selkämeri (Syönnös)	1	2	66,7	1	33,3	3	100,0				4	57,1	7	100,0
	2	1	20,0	4	80,0	5	100,0				25	83,3	30	100,0
	3	3	13,6	19	86,4	22	100,0				65	74,7	87	100,0
	1-3	6	20,0	24	80,0	30	100,0				94	75,8	124	100,0
Itämeri (Syönnös)	1	12	37,5	20	62,5	32	100,0	NS			424	93,0	456	100,0
	2	39	27,9	101	72,1	140	100,0		NS		1370	90,7	1510	100,0
	3	37	24,7	113	75,3	150	100,0			NS	1519	91,0	1669	100,0
	1-3	88	27,3	234	72,7	322	100,0				3313	91,1	3635	100,0
>=3. MERIVUOSI														
Kutuvaellus	1	20	50,0	20	50,0	40	100,0	NS			28	41,2	68	100,0
	2	79	49,7	80	50,3	159	100,0		NS		98	38,1	257	100,0
	3	111	56,9	84	43,1	195	100,0			NS	134	40,7	329	100,0
	1-3	210	53,3	184	46,7	394	100,0				260	39,8	654	100,0
Selkämeri (Syönnös)	1	1	50,0	1	50,0	2	100,0				7	77,8	9	100,0
	2	4	21,1	15	78,9	19	100,0				26	57,8	45	100,0
	3	3	12,0	22	88,0	25	100,0				53	67,9	78	100,0
	1-3	8	17,4	38	82,6	46	100,0				86	65,2	132	100,0
Itämeri (Syönnös)	1	9	28,1	23	71,9	32	100,0	NS			187	85,4	219	100,0
	2	21	27,6	55	72,4	76	100,0		NS		661	89,7	737	100,0
	3	26	31,3	57	68,7	83	100,0			NS	678	89,1	761	100,0
	1-3	56	29,3	135	70,7	191	100,0				1526	88,9	1717	100,0
YHTEENSÄ														
Kutuvaellus	1	103	81,1	24	18,9	127	100,0	0			68	34,9	195	100,0
	2	272	73,1	100	26,9	372	100,0		NS		212	36,3	584	100,0
	3	433	80,2	107	19,8	540	100,0			*	340	38,6	880	100,0
	1-3	808	77,8	231	22,2	1039	100,0				620	37,4	1659	100,0
Selkämeri (Syönnös)	1	3	60,0	2	40,0	5	100,0				11	68,8	16	100,0
	2	5	20,8	19	79,2	24	100,0				51	68,0	75	100,0
	3	6	12,8	41	87,2	47	100,0			NS	118	71,5	165	100,0
	1-3	14	18,4	62	81,6	76	100,0				180	70,3	256	100,0
Itämeri (Syönnös)	1	21	32,8	43	67,2	64	100,0	NS			611	90,5	675	100,0
	2	60	27,8	156	72,2	216	100,0		NS		2031	90,4	2247	100,0
	3	63	27,0	170	73,0	233	100,0			NS	2197	90,4	2430	100,0
	1-3	144	28,1	369	71,9	513	100,0				4839	90,4	5352	100,0
Kaikki	1	127	64,8	69	35,2	196	100,0	*			690	77,9	886	100,0
	2	337	55,1	275	44,9	612	100,0		NS		2294	78,9	2906	100,0
	3	502	61,2	318	38,8	820	100,0			*	2655	76,4	3475	100,0
	1-3	966	59,3	662	40,7	1628	100,0				5639	77,6	7267	100,0

Liite 3. Toisen merivuoden syyskuussa kalastettujen kossien ja immatuurien syönnösvaltajien keskimääräinen saalispituus vuosiluokkien 1981-1988 yhdistetyssä aineistossa. Keskiarvoja on verrattu t-testillä (**p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, NS = ei merkitsevä)

	Kossit		n	Immatuurit		n	t-testi
	keskiarvo (mm)	hajonta (mm)		keskiarvo (mm)	hajonta (mm)		
1-vuotiaina istutetut							
istutuspituus	157,3	12,4	16	159,4	10,7	45	NS
kasvu	313,6	47,4	16	502,4	74,0	45	***
saalispituus	470,9	49,4	16	661,9	72,2	45	***
2-vuotiaina istutetut							
istutuspituus	175,8	18,5	29	186,8	26,3	136	*
kasvu	303,6	53,5	29	495,3	66,9	136	***
saalispituus	479,4	58,1	29	682,1	62,4	136	***
3-vuotiaina istutetut							
istutuspituus	201,7	27,1	45	216,2	27,4	140	**
kasvu	280,2	75,5	45	474,3	67,5	140	***
saalispituus	481,9	79,5	45	690,4	63,5	140	***
Kaikki yhteensä							
istutuspituus	185,5	28,3	90	195,8	32,2	321	**
kasvu	293,7	65,5	90	487,1	69,0	321	***
saalispituus	479,1	67,9	90	682,9	64,8	321	***

Liite 4. Ensimmäisen merivuoden aikana saatujen palautusten (=postsmolttien) jakautuminen alueittain Kemi- ja Iijoen yhdistetyssä aineistossa 1981-1988.

		Pyyntipaikka					Yhteensä	Osuus palautuksista %
		Joki	Perämeri	Selkämeri	Itämeri			
1-vuotiaat	kpl	3	25	18	10	56	6,1	
	%	5,4	44,6	32,1	17,9	100,0		
2-vuotiaat	kpl	34	40	40	43	157	5,3	
	%	21,7	25,5	25,5	27,4	100,0		
3-vuotiaat	kpl	34	92	36	69	231	6,4	
	%	14,7	39,8	15,6	29,9	100,0		
Yhteensä	kpl	71	157	94	122	444	5,9	
	%	16,0	35,4	21,2	27,5	100,0		

Liite 5. Syönnösvaellukselta saatujen merkkipalautusten jakautuminen Selkämeren ja Itämeren pääaltaan kesken istutusikäryhmittäin vuosiluokissa 1981-1988. Eri-ikäisten istukkaiden jakaumia on kussakin vuosiluokassa verrattu G-testillä (***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, ns = ei merkitsevä).

Vuosi- luokka	Istutus- ikä	Selkämeri		Pääallas		Yhteensä		G-testi		
		kpl	%	kpl	%	kpl	%	1/2	1/3	2/3
1981	1	0	0,0	7	100,0	7	100,0	=		
	2	0	0,0	28	100,0	28	100,0			
	3	13	6,7	180	93,3	193	100,0			
	yht	13	5,7	215	94,3	228	100,0			
1982	1	3	2,4	124	97,6	127	100,0	*		
	2	18	7,6	218	92,4	236	100,0		***	
	3	32	16,9	157	83,1	189	100,0			**
	yht	53	9,6	499	90,4	552	100,0			
1983	1	0	0,0	42	100,0	42	100,0	=		
	2	7	4,1	162	95,9	169	100,0			
	3	47	12,9	316	87,1	363	100,0			***
	yht	54	9,4	520	90,6	574	100,0			
1984	1	8	3,0	261	97,0	269	100,0	NS		
	2	22	2,9	748	97,1	770	100,0		NS	
	3	17	4,0	408	96,0	425	100,0			NS
	yht	47	3,2	1417	96,8	1464	100,0			
1985	1	0	0,0	69	100,0	69	100,0	=		
	2	8	1,7	462	98,3	470	100,0			
	3	14	3,1	436	96,9	450	100,0			NS
	yht	22	2,2	967	97,8	989	100,0			
1986	1	0	0,0	65	100,0	65	100,0	=		
	2	0	0,0	271	100,0	271	100,0			
	3	3	1,5	199	98,5	202	100,0			
	yht	3	0,6	535	99,4	538	100,0			
1987	1	0	0,0	16	100,0	16	100,0	=		
	2	3	2,1	142	97,9	145	100,0			
	3	5	1,4	344	98,6	349	100,0			NS
	yht	8	1,6	502	98,4	510	100,0			
1988	1	5	5,2	91	94,8	96	100,0	NS		
	2	17	7,3	216	92,7	233	100,0		NS	
	3	34	8,0	390	92,0	424	100,0			NS
	yht	56	7,4	697	92,6	753	100,0			

Liite 6. Eri vaellusvaiheissa saaliiksi saatujen merkittyjen lohien istutuskeskipituus (\bar{x}), keskihajonta (s) ja havaintojen lukumäärä (n) vuosiluokissa 1981-1988. Selkämeren ja Itämeren pääaltaan syönnösvaeltajien istutuspituuksien jakaumia on verrattu Kolmogorovin-Smirnovin kahden otoksen testillä (** $p < 0.001$, * $p < 0.01$, $p < 0.05$, o $p < 0.1$, ns = ei merkitsevä).

Vuosi- luokka		2.merivuosi			>2.merivuosi			Kaikki palautukset					
		Kutu- vaellus	Syönnösvaellus		Kutu- vaellus	Syönnösvaellus		Kutu- vaellus	Syönnösvaellus				
			Selkämeri	Pääallas		Selkämeri	Pääallas		Selkämeri	Pääallas			
1981	\bar{x}	19.7	21.9	NS	21.0	19.7	21.0	NS	20.1	19.7	21.5	NS	20.6
	s	2.3	1.7		2.3	2.7	2.3		2.5	2.6	2.0		2.4
	n	22	7		114	51	6		101	73	13		215
1982	\bar{x}	17.9	21.3	***	18.0	17.9	19.1	NS	17.9	17.9	19.7	**	17.9
	s	2.5	2.5		2.5	2.8	3.0		2.5	2.6	3.0		2.5
	n	109	14		270	99	39		229	208	53		499
1983	\bar{x}	19.8	22.5	***	20.0	19.3	20.8	NS	19.6	19.6	21.9	***	19.8
	s	3.3	2.6		3.1	3.2	2.0		3.3	3.3	2.5		3.2
	n	64	36		337	35	17		183	99	53		520
1984	\bar{x}	17.5	19.3	NS	18.0	17.8	17.9	NS	17.8	17.6	18.5	NS	18.0
	s	2.1	2.7		2.2	2.3	1.9		2.1	2.2	2.3		2.2
	n	148	18		983	126	29		434	274	47		1417
1985	\bar{x}	19.5	22.4	***	20.2	19.3	21.5	NS	19.7	19.4	22.0	***	20.0
	s	2.2	1.6		2.3	2.5	2.8		2.4	2.3	2.2		2.3
	n	126	13		601	85	9		366	211	22		967
1986	\bar{x}	20.2	26.5	NS	20.1	19.4	25.0	NS	19.7	19.8	25.5	NS	20.0
	s	3.0			3.1	2.7	0.7		3.0	2.9	1.0		3.1
	n	37	1		406	48	2		129	85	3		535
1987	\bar{x}	20.3	22.0	NS	21.0	20.4	21.8	NS	20.6	20.4	21.9	NS	20.9
	s	2.9	3.5		3.0	3.3	3.1		2.8	3.0	3.0		2.9
	n	124	2		367	57	6		135	181	8		502
1988	\bar{x}	20.1	21.6	NS	20.6	20.4	20.9	NS	19.4	20.2	21.3	NS	20.3
	s	3.3	3.2		3.3	3.5	2.8		3.4	3.4	3.0		3.3
	n	368	33		564	156	23		140	524	56		704
81-88	\bar{x}	19.4	21.6	***	19.6	19.2	19.9	*	19.0	19.3	20.7	***	19.4
	s	3.0	2.8		2.9	3.1	2.9		2.8	3.1	3.0		2.9
	n	998	124		3642	657	131		1717	1655	255		5359

Liite 7. Itämeren pääaltaalta kalastettujen syönnösvaltajien jakautuminen 2. merivuoden ja tätä vanhempiin yksilöihin vuosiluokissa 1981-1988. Eri-ikäisten istukkaiden jakaumia on kussakin vuosiluokassa verrattu G-testillä (**p<0.001, *p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, ns = ei merkitsevä).

Vuosi- luokka	Istutus- ikä	2-merivuosi		>2. merivuosi		Yhteensä		G-testi		
		kpl	%	kpl	%	kpl	%	1/2	1/3	2/3
1981	1	2	28,6	5	71,4	7	100,0	-		
	2	14	50,0	14	50,0	28	100,0		-	
	3	98	54,4	82	45,6	180	100,0			NS
	yht	114	53,0	101	47,0	215	100,0			
1982	1	75	60,5	49	39,5	124	100,0	o		
	2	110	50,5	108	49,5	218	100,0		NS	
	3	85	54,1	72	45,9	157	100,0			NS
	yht	270	54,1	229	45,9	499	100,0			
1983	1	21	50,0	21	50,0	42	100,0	o		
	2	105	64,8	57	35,2	162	100,0		*	
	3	211	66,8	105	33,2	316	100,0			NS
	yht	337	64,8	183	35,2	520	100,0			
1984	1	186	71,3	75	28,7	261	100,0	NS		
	2	505	67,5	243	32,5	748	100,0		NS	
	3	292	71,6	116	28,4	408	100,0			NS
	yht	983	69,4	434	30,6	1417	100,0			
1985	1	42	60,9	27	39,1	69	100,0	NS		
	2	294	63,6	168	36,4	462	100,0		NS	
	3	265	60,8	171	39,2	436	100,0			NS
	yht	601	62,2	366	37,8	967	100,0			
1986	1	51	78,5	14	21,5	65	100,0	NS		
	2	210	77,5	61	22,5	271	100,0		NS	
	3	145	72,9	54	27,1	199	100,0			NS
	yht	406	75,9	129	24,1	535	100,0			
1987	1	10	62,5	6	37,5	16	100,0	NS		
	2	105	73,9	37	26,1	142	100,0		NS	
	3	252	73,3	92	26,7	344	100,0			NS
	yht	367	73,1	135	26,9	502	100,0			
1988	1	69	75,8	22	24,2	91	100,0	NS		
	2	167	77,3	49	22,7	216	100,0		NS	
	3	321	82,3	69	17,7	390	100,0			NS
	yht	557	79,9	140	20,1	697	100,0			

Liite 8. Kutuvaeltajin osuus kaikista merkkipalautuksista istutusikäryhmittäin vuosiluokissa 1981-1988. Eri-ikäisten istukkaiden jakaumia on kussakin vuosiluokassa verrattu G-testillä (**p<0.001, *p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, ns = ei merkitsevä).

Vuosi- luokka	Istutus- ikä	Kutuvaltajat		Syönösvaltajat		Yhteensä		G-testi		
		kpl	%	kpl	%	kpl	%	1/2	1/3	2/3
1981	1	3	30,0	7	70,0	10	100,0	NS		
	2	8	22,2	28	77,8	36	100,0			
	3	62	24,3	193	75,7	255	100,0			NS
	yht	73	24,3	228	75,7	301	100,0			
1982	1	53	29,4	127	70,6	180	100,0	NS		
	2	77	24,6	236	75,4	313	100,0			
	3	77	28,9	189	71,1	266	100,0		NS	
	yht	207	27,3	552	72,7	759	100,0			NS
1983	1	10	19,2	42	80,8	52	100,0	NS		
	2	24	12,4	169	87,6	193	100,0			
	3	64	15,0	363	85,0	427	100,0		NS	
	yht	98	14,6	574	85,4	672	100,0			NS
1984	1	37	12,1	269	87,9	306	100,0	o		
	2	152	16,5	770	83,5	922	100,0			
	3	84	16,5	425	83,5	509	100,0		o	
	yht	273	15,7	1464	84,3	1737	100,0			NS
1985	1	14	16,9	69	83,1	83	100,0	NS		
	2	83	15,0	470	85,0	553	100,0			
	3	114	20,2	450	79,8	564	100,0		NS	*
	yht	211	17,6	989	82,4	1200	100,0			
1986	1	7	9,7	65	90,3	72	100,0	NS		
	2	43	13,7	271	86,3	314	100,0			
	3	35	14,8	202	85,2	237	100,0		NS	
	yht	85	13,6	538	86,4	623	100,0			NS
1987	1	7	30,4	16	69,6	23	100,0	NS		
	2	49	25,3	145	74,7	194	100,0			
	3	125	26,4	349	73,6	474	100,0		NS	
	yht	181	26,2	510	73,8	691	100,0			NS
1988	1	64	40,0	96	60,0	160	100,0	NS		
	2	148	38,8	233	61,2	381	100,0			
	3	319	42,9	424	57,1	743	100,0		NS	
	yht	531	41,4	753	58,6	1284	100,0			NS

Liite 9. Kossien osuus kaikista kutuvaeltajistaistutusikäryhmittäin vuosiluokissa 1981-1988. Eri-ikäisten istukkaiden jakaumia on kussakin vuosiluokassa verrattu G-testillä (**p<0.001, *p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, ns = ei merkitsevä).

Vuosi- luokka	Istutus- ikä	Kossit		Vanhemmat		Yhteensä		G-testi		
		kpl	%	kpl	%	kpl	%	1/2	1/3	2/3
1981	1	2	66,7	1	33,3	3	100,0	-		
	2	1	12,5	7	87,5	8	100,0			
	3	19	30,6	43	69,4	62	100,0			
	yht	22	30,1	51	69,9	73	100,0			
1982	1	28	52,8	25	47,2	53	100,0	NS		
	2	39	50,6	38	49,4	77	100,0		NS	
	3	42	54,5	35	45,5	77	100,0			NS
	yht	109	52,7	98	47,3	207	100,0			
1983	1	7	70,0	3	30,0	10	100,0	NS		
	2	14	58,3	10	41,7	24	100,0		NS	
	3	43	67,2	21	32,8	64	100,0			NS
	yht	64	65,3	34	34,7	98	100,0			
1984	1	23	62,2	14	37,8	37	100,0	NS		
	2	81	53,3	71	46,7	152	100,0		NS	
	3	44	52,4	40	47,6	84	100,0			NS
	yht	148	54,2	125	45,8	273	100,0			
1985	1	9	64,3	5	35,7	14	100,0	NS		
	2	50	60,2	33	39,8	83	100,0		NS	
	3	67	58,8	47	41,2	114	100,0			NS
	yht	126	59,7	85	40,3	211	100,0			
1986	1	4	57,1	3	42,9	7	100,0	-		
	2	15	34,9	28	65,1	43	100,0			
	3	18	51,4	17	48,6	35	100,0			NS
	yht	37	43,5	48	56,5	85	100,0			
1987	1	2	28,6	5	71,4	7	100,0	-		
	2	35	71,4	14	28,6	49	100,0			
	3	87	69,6	38	30,4	125	100,0			
	yht	124	68,5	57	31,5	181	100,0			
1988	1	52	81,3	12	18,8	64	100,0	**		
	2	92	62,2	56	37,8	148	100,0		NS	
	3	231	72,4	88	27,6	319	100,0			*
	yht	375	70,6	156	29,4	531	100,0			

Liite 10. Kemijoelle istutettujen lohien palautusprosentti istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Istutettujen poikasten minimimäärä 100/ikäryhmä/pituusluokka. Eri-ikäisten istutettujen palautusmääriä on kussakin vuosi- ja pituusluokassa verrattu X^2 -testillä. Koko jakson osalta on lisäksi laskettu pituusluokittaisten palautusprosenttien keskiarvot kullekin istutusikäryhmälle. Keskiarvojen vertaamiseen on käytetty Mannin-Whitneyn U-testiä (*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, ns = ei merkitsevä).

Istutus- vuosi	Ikä (v)	Pituusluokat (cm)								Kaikki	X ² -testi
		12,0- 13,9	14,0- 15,9	16,0- 17,9	18,0- 19,9	20,0- 21,9	22,0- 23,9	24,0- 25,9	26,0- 27,9		
1981	1	.	1,0 ns	.	.	.	.	.	.	1,0 ***	(1/2)
	2	.	1,0	5,6	.	.	.	.	.	3,6 **	(2/3)
	3	.	.	.	3,1	7,8	8,7	.	.	6,9 ***	(3/1)
1982	1	.	3,7 *	4,6 ns	.	.	.	.	.	4,2 o	
	2	.	1,8	4,7	7,9	.	.	.	.	5,2	
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1983	1	.	2,1 ns	2,2 ***	.	.	.	.	.	2,1 ***	
	2	.	2,3	5,3	7,3	.	.	.	.	5,5	
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1984	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	5,5	9,9	13,5 *	17,0 *	.	.	.	10,8 o	
	3	.	.	.	8,8	9,5	.	.	.	8,7	
1985	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	2,9	7,6 **	.	.	.	.	6,7 ***	
	3	.	.	.	16,4	14,0	21,1	.	.	13,9	
1986	1	.	3,1	3,8 ns	.	.	.	.	.	3,3 ns	
	2	.	.	2,5	6,9	.	.	.	.	4,0	
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1987	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	0,1	2,7	.	.	.	.	.	2,3 ***	
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	5,8	
1988	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
KESKIARVOT										U-testi	
1-vuotiaat	x		2,5	3,5 ns						2,7 o	(1/2)
	s		1,2	1,2						1,4	
	n		4	3						4	
2-vuotiaat	x		2,1	4,8	8,6 ns	17,0 ns				5,4 o	(2/3)
	s		2,1	2,6	2,7					2,7	
	n		5	7	5	1				7	
3-vuotiaat	x				9,4	10,4	14,9			8,8 *	(3/1)
	s				6,6	3,2	8,7			3,6	
	n				3	3	2			4	

Liite 11. Iijoelle istutettujen lohien palautusprosentti istutusikäryhmittäin ja -pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Istutettujen poikasten minimimäärä 100/ikäryhmä/pituusluokka. Eri-ikäisten istukkaiden palautusmääriä on kussakin vuosi- ja pituusluokassa verrattu X²-testillä. Koko jakson osalta on lisäksi laskettu pituusluokittaisten palautusprosenttien keskiarvot kullekin istutusikäryhmälle. Keskiarvojen vertaamiseen on käytetty Mannin-Whitneyn U-testiä (***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, o p<0.1, ns = ei merkitsevä).

Istutus- vuosi	Ikä (v)	Pituusluokat (cm)								Kaikki	X ² -testi	
		12,0- 13,9	14,0- 15,9	16,0- 17,9	18,0- 19,9	20,0- 21,9	22,0- 23,9	24,0- 25,9	26,0- 27,9			
1981	1	(1/2)
	2	.	0,6 ns	.	.	.	.	.	.	0,4 ***	(2/3)
	3	.	0,9	1,2	2,8	5,4	8,3	.	.	3,9	(3/1)	
1982	1	.	2,4 ***	.	.	.	.	.	.	1,9 ***	
	2	.	6,3 **	7,9 *	10,5 o	.	.	.	.	7,9 ns	
	3	.	2,4 ns	5,3	6,9	9,5	13,3	.	.	7,2 ***		
1983	1	
	2	.	4,4	3,6 *	.	.	.	.	.	4,0 ***	
	3	.	.	6,9	11,9	14,2	11,8	17,8	.	12,7		
1984	1	5,8	6,7 ns	8,6 ns	.	.	.	.	.	7,0 ***	
	2	.	7,2 ns	9,8 *	14,6 ***	.	.	.	.	10,6 *	
	3	.	6,3 ns	7,1 ns	9,7	10,0	11,9	.	.	9,2 ***		
1985	1	.	1,2 *	3,7 *	5,9 **	.	.	.	.	3,2 ***	
	2	.	2,7 ns	5,6 *	11,3 ***	16,1 ***	19,9 **	.	.	8,9 ***		
	3	.	2,4 o	3,8 ns	5,1 ns	8,8	11,5	.	.	7,1 ***		
1986	1	.	1,7 **	3,0 ns	.	.	.	.	.	2,1 ***	
	2	.	0,3 ns	2,2 o	5,9 ***	9,8 ***	.	.	.	4,0 ns		
	3	.	0,5 o	1,3 *	2,5	4,9	6,8	11,6	.	4,6 ***		
1987	1	.	0,8 ns	0,8 **	.	.	.	.	.	0,8 ***	
	2	.	0,9 ns	2,0 *	2,9 ***	2,5 ***	7,6 ns	.	.	2,6 ***		
	3	.	0,9 ns	3,2 ***	6,0	7,3	8,9	11,0	.	6,5 ***		
1988	1	.	6,4 ns	10,1 *	.	.	.	.	.	8,4 o	
	2	.	4,6 *	6,9 *	10,7 ns	15,5 ns	17,8 ns	20,4 o	.	10,0 ***		
	3	.	7,8 ns	10,3 ns	12,5	14,1	14,9	14,3	17,4	13,1 ***		
KESKIARVOT											U-testi	
1-vuotiaat	x	5,8	3,2 ns	5,3 ns	5,9 ns					3,9 ns	(1/2)	
	s		2,7	4,0						3,1		
	n	1	6	5	1					6		
2-vuotiaat	x		3,4 ns	5,4 ns	9,3 ns	11,0 ns	15,1 ns	20,4 ns		6,1 ns	(2/3)	
	s		2,6	3,0	4,2	6,3	6,6			3,8		
	n		8	7	6	4	3	1		8		
3-vuotiaat	x		3,1 ns	4,9 ns	7,2 ns	9,3	10,9	13,7		8,0 *	(3/1)	
	s		2,9	3,1	3,9	3,5	2,7	3,1		3,4		
	n		7	8	8	8	8	4		8		

Liite 12. Kemijoelle ja Iijoelle istutettujen lohien palautusprosentti istutusikäryhmittäin ja pituusluokittain vuosiluokissa 1981-1988. Istutettujen poikasten minimimäärä 100/ikäryhmä/ pituusluokka. Eri-ikäisten istukkaiden palautusmääriä on kussakin vuosi- ja pituusluokassa verrattu X^2 -testillä. Koko jakson osalta on lisäksi laskettu pituusluokittaisten palautusprosenttien keskiarvot kullekin istutusikäryhmälle. Keskiarvojen vertaamiseen on käytetty Mannin-Whitneyn U-testiä (** $p < 0.001$, * $p < 0.05$, o $p < 0.1$, ns = ei merkitsevä).

Istutus- vuosi	Ikä (v)	Pituusluokat (cm)								Kaikki	X ² -testi
		12,0- 13,9	14,0- 15,9	16,0- 17,9	18,0- 19,9	20,0- 21,9	22,0- 23,9	24,0- 25,9	26,0- 27,9		
1981	1	.	1,0 ns	.	.	.	.	.	.	1,0 **	(1/2)
	2	.	0,8 ns	4,3 ***	.	.	.	.	.	2,6 **	(2/3)
	3	.	0,9 ns	1,3	2,8	6,0	8,4	.	.	4,4 ***	(3/1)
1982	1	.	3,5 ns	4,3 *	.	.	.	.	.	4,0 ***	
	2	.	4,3 o	6,1 ns	8,6 ns	.	.	.	.	6,4 ns	
	3	.	2,4 ns	5,3 ns	6,9	9,5	13,3	.	.	7,2 ***	
1983	1	.	2,1 *	2,2 **	.	.	.	.	.	2,1 ***	
	2	.	3,6	4,8 ns	6,8 **	.	.	.	.	4,9 ***	
	3	.	.	6,9 ***	11,9	14,2	11,8	17,8	.	12,7 ***	
1984	1	5,8	6,7 ns	8,6 ns	.	.	.	.	.	7,0 ***	
	2	.	6,6 ns	9,8 **	14,1 ***	14,3 *	.	.	.	10,7 **	
	3	.	6,2 ns	7,2 ns	9,5	9,9	11,4	.	.	9,1 ***	
1985	1	.	1,2 *	3,7 *	5,9 *	.	.	.	.	3,2 ***	
	2	.	2,6 ns	5,3 ns	10,6 ***	15,2 ***	18,6 o	.	.	8,6 ns	
	3	.	2,4 o	4,1 ns	6,5 ns	9,5	13,4	.	.	8,0 ***	
1986	1	.	2,2 ***	3,3 ns	.	.	.	.	.	2,5 ***	
	2	.	0,2 ns	2,2 o	6,1 ***	10,2 ***	.	.	.	4,0 ns	
	3	.	0,5 o	1,3 **	2,5	4,9	6,8	11,6	.	4,6 ***	
1987	1	.	0,8 ns	0,8 **	.	.	.	.	.	0,8 ***	
	2	.	0,7 ns	2,1 *	3,0 ***	2,5 ***	7,6 ns	.	.	2,6 ***	
	3	.	0,9 ns	3,2 ***	5,8	7,4	8,2	10,8	.	6,4 ***	
1988	1	.	6,4 ns	10,1 *	.	.	.	.	.	8,4 o	
	2	.	4,6 *	6,9 *	10,7 ns	15,5 ns	17,8 ns	20,4 o	.	10,0 ***	
	3	.	7,8 ns	10,3 ns	12,5	14,1	14,9	14,3	17,4	13,1 ***	
KESKIARVOT											
1-vuotiaat	x	5,8	3,0 ns	4,7 ns	5,9 ns					3,6 o	(1/2)
	s		2,4	3,4						2,7	
	n	1	8	7	1					8	
2-vuotiaat	x		2,9 ns	5,2 ns	8,5 ns	11,5 ns	14,7 ns	20,4 ns		6,2 ns	(2/3)
	s		2,2	2,5	3,6	5,5	6,2			3,2	
	n		8	8	7	5	3	1		8	
3-vuotiaat	x		3,0 ns	4,9 ns	7,3 ns	9,4	11,0	13,6	17,4	8,2 *	(3/1)
	s		2,9	3,1	3,8	3,4	2,9	3,1		3,3	
	n		7	8	8	8	8	4	1	8	

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

75. NYLANDER, E. ja PRUUKI, V.:

Tornionjoen vesistön kalastustilastot vuosilta 1991 ja 1992.

(Fiskestatistik för Torne älvs vattensystem, åren 1991–1992.) (The Fishery Statistics of the Tornionjoki River Basin in 1991 and 1992). 26 s. + 10 liites. Helsinki 1994.

76. AALTO, J. ja RAHKONEN, R.:

Gyrodactylus salaris -loisen esiintyminen, haitallisuus ja torjunta.

(Förekomst, skadlighet och bekämpning av parasiten (*Gyrodactylus salaris*.) (The Distribution, Adverse Effects and Prevention of the Parasite (*Gyrodactylus salaris*). 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

77. VEHANEN, T.:

Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Pohjois-Suomessa.

(Resultat av utplantering av insjööring i norra Finland.) (Importance of Environment and Stocking Density for the Efficiency of Brown Trout Stocking in Northern Finland.) 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

78. TAMMI, J. ja KUIKKA, S.:

Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana.

(Gäddans näringsanvändning -temporära och spatiella variationer under lektiden) (The Spatial and Temporal Variation in the Food and Food Consumption of Northern Pike (*Esox lucius* L.) during the Spawning Period). 43 s. Helsinki 1994.

79. KEMPPAINEN, S.:

Kiiminkijoen vapakalastuksen kehitys vuosina 1989–1992.

(Utvecklandet av spöfisket i Kiminge älv åren 1989–1992.) (The Development of Rod Fishing in the River Kiiminkijoki from 1989–1992). 39 s. + 7 liitettä. Helsinki 1994.

80. MÄKI-PETÄYS, A., MUOTKA, T., TIKKANEN, P., HUUSKO, A., KREIVI, P. ja KUUSELA, K.:

Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä.

(Forell yngels utnyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser.) (Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout.) 38 s. + 6 liitettä. Helsinki 1994.

81. HUUSKO, A., VEHANEN, T. ja KORHONEN, P.:

Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972–1988 Carlin- merkkipalautuksiin perustuen.

(Resultaten av utplanteringar med insjööring i Kuusamo med hjälp av Carlin-märkningarna åren 1972–1988.) (Results of Stocking with Carlin-Tagged Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in the Kuusamo Area in 1972–1988.) 41 s. Helsinki 1994.

82. SALMI, P., JUVONEN, L., LAAMANEN, K., PIIPPONEN, M. ja PITKÄNEN, M.:

Kenen ehdoilla kalavaroja hyödynnetään? Onkamojärven kalastuskiistan taustoja.

(På vars villkor utnyttjas fiskresurserna? Bakgrundsfaktorer angående fiskekonflikten kring sjön Onkamojärvi.) (On whose terms will the fish resources be harvested? Some background of the Lake Onkamo fishery conflict.) 33 s. Helsinki 1994.

83. SALMI, J., SALMI, P. ja SETÄLÄ, J.:

Ammattikalastajien kalan markkinointi. Ongelmat ja kehittämisedellytykset Pohjois-Satakunnan rannikolla.

(Yrkesfiskarnas marknadsföring av fisk. Problem och utvecklingsförutsättningar längs kusten i norra Satakunda.) (The marketing of fish products by professional fishermen. Problems and advancement in the Bothnian Sea.) 96 s. Helsinki 1994.

84. MIKKOLA, J. ja SAURA, A.:

Viemäristä lohijoeksi –Vantaanjoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1987–1993.

(Från kloak till laxälv –Vandringsfiskundersökningar i Vanda åren 1987–1993) (From sewer to salmon river – studies on migratory fish in the River Vantaanjoki from 1987–1993). 103 s. Helsinki 1994.

85. Valtion kalanviljelyn XVIII neuvottelupäivät.

(Statens XVIII fiskodlingskonferens) (State fish culture conference, No. XVIII). Yrjö Lankinen ja Juhani Pirhonen (toim.). 102 s. Helsinki 1994.

86. LAAMANEN, M., AHVONEN, A. ja JUTILA, E.:

Metsätalouden toimenpiteiden vaikutus Isojoen vesistön kalastukseen ja vesistön tilaan — tiedustelututkimus.

(Effekter av skogsbruksåtgärder på fisket och på vattendragets tillstånd i Isojoki-Lappfjärds å — gallupundersökning) (Effects of forestry on fish and fishing in the river Isojoki watercourse — questionnaire survey). 49 s. + liite. Helsinki 1994.

87. JUTILA, E., KARTTUNEN, V. ja NIEMITALO, V.:

Parempi kivi koskessa kuin kymmenen rannalla — Erialaisten kunnostusmenetelmien vaikutus taimenen poikasmääriin Iijoen sivujokien koskissa.

(Bättre en sten i forsen än tio på stranden — Olika restaureringsmetoders inverkan på öringsyngel i forsarna i Ijo älvs biflöden) (Better one stone in the rapid than ten on the bank — Influence of various restoring methods on the parr densities of brown trout in the rapids of the tributaries flowing into the Iijoki River). 29 s. + liite. 29 s. Helsinki 1994.

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

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

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

89. NYLANDER, E. JA ROMAkkANIEMI, 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 tillämnade) 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

(Vintertotfångst 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. + liite. Helsinki 1995.

93. URHO, L.:

Kalatäit kalojen terveysriskinä.

(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.:

Lohikalajien paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus

(Furunkulos hos laxfiskar och bekämpning av den. Litteraturoversikt). (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

(Öringsyngelns födoämnetspreferenser 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. Esimerkkitapauksena 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 soveltuvuus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä.

(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 Valkajärvi. 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 – litteraturoversikt) (The Effects of Eutrophication on Fishes, Fish Stocks and Fisheries – A Literature Review). 66 s. Helsinki 1996.

104. SAURA, A., MIKKOLA, J.:

Henkiin herätetty lohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

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

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

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

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

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

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

(Öringens och den införda 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.

Nierian (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat

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

110. MAKKONEN, J., PURSIAINEN, M. (Toim.):

Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi, Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät

(Utplanterade yngels livscykel — från romkom till fångst, Statens fiskodlings XX diskussionsdagar) (Fish stocking — lifecycle eggs to catch, State Fish Culture Conference, No. XX). 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 furunculosisvaccin 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 in 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. SALONEN, ERNO (Toim.)

Inarijärven pohjasiika — Istutusten merkitys (Storsiken i Enare träsk - utplanteringsarnas betydelse) (Sparsely-raked

Whitefish from Lake Inari: Results from Stocking). 90 s. Helsinki 1996