

Teuvo Niva

Perämeren ja sen jokien lohi-istutusten
tuloksellisuus vuosina 1959–1999

Helsinki 2001
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Perämeren lohisaalista. (Valokuva: Pekka Antikainen)

ISBN 951-776-342-5

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 2001

Sisällys

1. JOHDANTO	1
1.1. Perämeren lohen elinkierto ja tutkimusalue	1
1.2. Aikaisemmat tutkimustulokset Perämeren lohesta	4
1.2.1. Pitkän aikavälin tutkimukset	4
1.2.2. Lyhyen aikavälin tutkimukset	7
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	9
2.1. Carlin-merkintä ja palautusjärjestelmä	9
2.2. Aineiston rajaus	9
2.3. Istutukset, saaliin jakautuminen ja lohen hinta	17
2.4. Istutuksen tuotto ja elinvaiheiden luokittelu	18
2.5. Kasvu	18
3. TULOKSET	20
3.1. Istutusten määrä	20
3.2. Lohien syönnösvaellus	20
3.3. Lohien kutuvaellus	24
3.4. Kutulohien paino 1900-luvulla	31
3.5. Lohien kasvu syönnösvaelluksella	32
3.6. Istutusten tuotto	35
3.6.1. Ruotsalaisten Carlin-merkintätulokset: Luulaja- ja Tornionjoki	41
3.6.2. Villien ja viljeltyjen istukkaiden erot: Simojoki	42
3.6.3. Eri lohikantojen väliset erot: Kemijoki	44
3.7. Saaliin jakautuminen eri aikoina	45
3.8. Saaliin jakautuminen eri pyydysten kesken syönnöslohilla	48
3.9. Lohisaaliin ikäkoostumus eri aikoina	51
3.10. Kalastusrajoitusten vaikutukset lohisaaliin jakautumiseen	52
3.11. Istutusten vaikuttavuus	55
4. TULOSTEN TARKASTELU	57
4.1. Lohien vaellukset	57
4.2. Lohen kasvu	58
4.3. Istutusten tuotto	60
4.4. Saaliin jakautuminen ja kalastusrajoitukset	61
KIITOKSET	63
KIRJALLISUUS	64

1. Johdanto

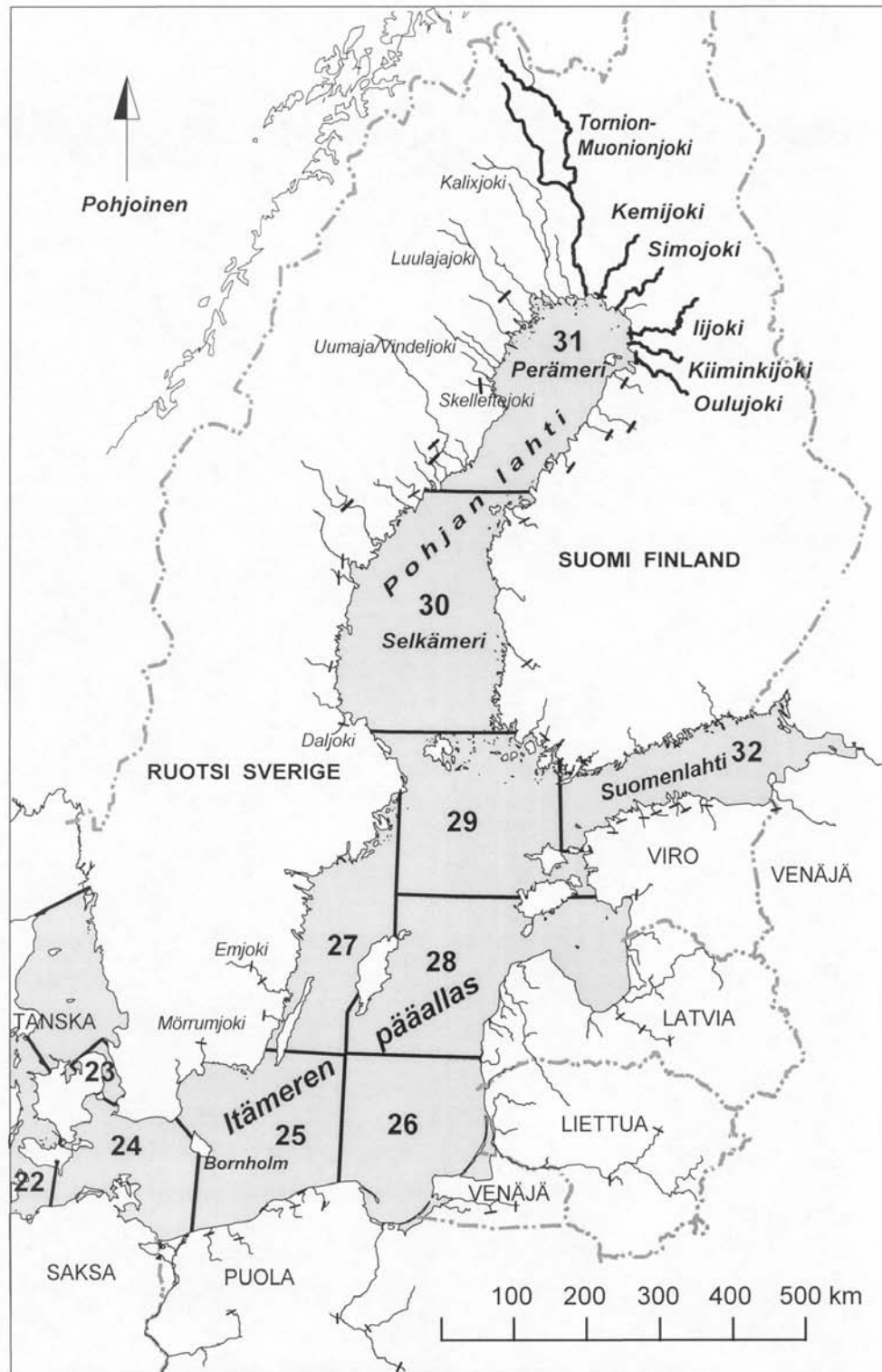
Suomalaisten Perämereen tai siihen laskeviin jokiin tekemien lohi-istutusten tuloksellisuutta on tutkittu tai tarkkailtu Carlin-merkintöjen avulla vuodesta 1959 lähtien. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) aloitti merkinnät vuonna 1974 Itämeren ja Belttien elollisten luonnonvarojen säilyttämistä koskevan ns. Gdanskin sopimuksen edellyttämien lohi-istutusten tulosten seuraamiseksi ja poikastuotantolaitosten vertaamiseksi. Merkintöjä on jatkettu Kansainvälisen Itämeren kalastuskomission (IBSFC) käynnistämän Itämeren lohien suojeluohjelman (Salmon Action Plan) mukaisten kotiutus- ja tuki-istutusten tulosten seuraamiseksi. Kun lohien ns. velvoiteistutukset käynnistyivät Kemi- ja Iijoella vuonna 1984, niihin sisältyneet tarkkailuvelvoitteet merkitsivät huomattavaa lisäystä Perämeren Carlin-merkintöihin. Carlin-merkintöjen avulla on dokumentoitu suuri määrä erilaisia istutustutkimuksia tai -kokeiluja, joiden tuloksia on hyödynnetty mm. Kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) tarpeisiin. Niitä on julkaistu myös kolmessa tuoreessa väitöskirjatyössä (Kallio-Nyberg 1999, Koljonen 1999, Salminen 2000).

Tämä työ käynnistettiin ja rahoitettiin yhteistyössä RKTL:n vesiviljely-yksikön sekä kalakantojen ja kalavesien hoidon tutkimusyksikön kesken. Työn tavoitteena on esittää kootusti pitkän aikavälin muutokset Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen lohi-istutuksista peräisin olevien saalislohien kasvussa, ikärakenteessa, vaelluksissa, saaliin alueellisessa jakautumisessa, sekä eri aikakausina vallinneiden kalastusrajoitusten vaikutus saaliin jakautumiseen. Käytännössä kaikkien Perämeren lohi-istukkaiden Carlin-merkintäaineistoihin perustuneiden julkaisujen aineistot sisältyvät tässä raportissa käytettyyn aineistoon. Käsillä olevassa tutkimuksessa on kuitenkin tietoisesti vältetty raportoimasta uudestaan jo toisaalla julkaistuja tutkimustuloksia. Aikaisempien tutkimusten keskeiset tulokset on koottu raportin alkuun lyhyeen kirjallisuuskatsaukseen ja niitä on referoitu tulosten tarkastelussa. Tutkimuksen aineisto perustuu pääosin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ylläpitämään merkintätietokantaan. Suurin osa merkkipalautuksista oli peräisin voimayhtiöiden tekemistä merkinnöistä, joiden käytöstä sovittiin Voimalohi Oy:n (Kemijoki Oy ja Pohjolan Voima Oy) toimitusjohtaja Markku Juolan sekä Fortum Oy:n (Oulujoki Oy) Jussi Tulokkaan kanssa. Tapani Pakarinen (RKTL) avusti palautusten kokoamisessa. Lars Karlsson (Fiskeriverket) lähetti ruotsalaisten Luulaja- ja Tornionjoella tekemien Carlin-merkintöjen tuloksia, joissa oli ilmoitettu jokikohtaisesti eri vuosina tehtyjen merkintöjen keskimääräinen tuotto, mutta ei niiden hajontoja.

1.1. Perämeren lohien elinkierto ja tutkimusalue

Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen (kuva 1) lohien (*Salmo salar* L.) elinkierto on (ollut) samanlainen kuin muillakin lohikannoilla. Sukukypsät lohet nousevat synnyinjokeensa kutemaan. Kutu tapahtuu syksyllä, ja poikaset kuoriutuvat seuraavana keväänä. Jokipoikasista kehittyy vaelluspoikasiksi eli smoltteja n. 15–17 cm:n mittaisina, mikä koko saavutetaan 2–5 -vuotiaana siten, että eteläisillä poikastuotantalueilla poikaset smolttiutuvat aikaisemmin kuin pohjoisilla alueilla. Lisäksi alueiden sisällä nopeasti kasvavat yksilöt smolttiutuvat aikaisemmin kuin hitaasti kasvavat yksilöt. Vaelluspoikaset vaeltavat parvina kevättulvien mukana mereen. Jokisuulta vaellus jatkuu seuraavan kesän ja syksyn aikana etelään aina Itämeren pääaltaalle saakka (kuva 1). Perämeren lohi ei vaella Atlantin puolelle. Pieni osa poikasista pysähtyy jo Selkämerelle. Vaellusta seuraa syönnösvaihe, joka kestää yleensä 1–3 vuotta, mutta pieni osa lohista viipyy merellä 4 tai jopa 5 vuotta. Merivuosien määrä yleensä lasketaan siitä, montako talvea lohi on ollut merellä (Allan ja Ritter 1977). Lohet syövät Itäme-

rellä pääasiassa silakkaa ja kilohailia. Kasvu on nopeaa: kolmen meritalven lohi painaa n. 10 kiloa. Syönnösvaihe päättyy lohen saavuttaessa sukukypsyyden, jonka jälkeen yksilö vaeltaa takaisin pohjoiseen kotijokeensa kutemaan. Vain osa kuteneista lohista selviää hengissä kudun rasituksista. Kudun jälkeisenä talvena ja keväänä lohet vaeltavat takaisin mereen syönnöstimään. Korkeintaan 10 % kutulohista on kudulla toista kertaa.



Kuva 1. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjokisuun sijainti Perämerellä, Itämeren rantavaltiot, Itämeren osa-aluejako (22–32) ICES:n mukaan sekä tärkeimpien tässä tutkimuksessa esille tulevien paikkojen nimet. Karttaan on merkitty myös kaikki Itämeren lohijoet. Rakennetut joet on merkitty poikkiviivalla.

1.2. Aikaisemmat tutkimustulokset Perämeren lohesta

1.2.1. Pitkän aikavälin tutkimukset

T.H. Järvi keräsi mittavan aineiston Oulu-, Kemi- ja Tornionjoen lohesta vuosisadan alkupuolella (Järvi 1938, Järvi 1948). Oulujoki, missä aineiston keruu aloitettiin vuonna 1917, oli erityisen mielenkiinnon kohteena mm. siksi, että sieltä oli olemassa luotettavaa saalistilastointia jo vuodesta 1863 lähtien. Kemijoella aineiston keruu aloitettiin vuonna 1922 ja Tornionjoella vuonna 1930. Vuoteen 1944 mennessä Järvi oli kerännyt em. kolmelta joelta n. 53 000 lohinäytettä, joista suurin osa oli peräisin patosaaliista. Järvi tutki lohien vuosiluokkavaihtelua, eli sitä, mitkä tekijät selittävät lohien vuosiluokkien runsauseroja. Vuosina 1915, 1916, 1922, 1928, 1935, 1937, 1942, 1943 ja 1944 syntyneet vuosiluokat olivat voimakkaita. Esimerkiksi vuonna 1928 Itämeren lohisaalis oli suuri, noin 880 000 lohta, joista merkittävä osa Järven mukaan oli vuoden 1922 vuosiluokkaa. Järven mukaan Itämeren pääaltaalla tapahtuva kalastus on mahdollisesti vaikuttanut alentavasti Perämereen laskeviin jokiin kudulle nousevien lohien määriin, siis jo 80 vuotta sitten. Vuosina 1940–1944 lohien keskipaino pieneni voimakkaasti. Järven mukaan tämä oli monen tekijän summa: ensinnäkin lohien poikastuotanto oli keskimääräistä suurempaa tänä aikana, toiseksi lohien kalastus oli aikaisempaa vähäisempää sodan takia, ja kolmanneksi talvet 39/40 ja 41/42 olivat poikkeuksellisen kylmiä, mikä luultavasti lyhensi lohien kasvukautta merellä. Toisin sanoen lohia oli ravintovaroihin nähden ”liikaa”. Vuosisadan alussa n. 50 % kudulle nousevista lohista oli kolmen merivuoden lohia, 25 % oli kahden, 10 % yhden, 10 % neljän tai viiden merivuoden lohia ja loput 5 % olivat uudelleen kutijoita. Jokipoikaset smolttiutuivat useimmin 3-vuotiaina. Eri-ikäisinä smolttiutuneiden lohien kasvu merellä ei poikennut toisistaan. Kasvu meressä ei myöskään ollut riippuvainen siitä, mistä joesta poikanen oli peräisin. Järven mukaan lohien vuosiluokasta muodostui runsas, jos jokiveden pinta ei laskenut kudun jälkeisenä talvena, vaan pysyi vaakaana.

Lindrothin (1965) laajassa review-artikkelissa esitetään, että Itämeren lohisaaliissa on ollut kaksi suurta huippua, toinen 1880-luvulla ja toinen 1940-luvun lopulla. Lindroth hyödynsi vanhoja aineistoja, joista vanhin oli T.H. Järven Oulujoelta keräämä ja talentama saalistilasto. Lindroth ei löytänyt korrelaatioita Itämeren lohisaaliin ja ravintovarojen, predaation tai tautien välille.

Larsson (1984) analysoi laajan ruotsalaisten tekemistä lohien Carlin-merkinnöistä syntyneen 210 000 merkin palautusaineiston, joka käsitti istutusvuodet 1953–1980. Merkitettyjen ja merkitsemättömien lohien kasvu ja kuolevuus oli yhtä suurta, samoin yhden joen villoilla ja viljellyillä lohilla. Lohien kasvussa ei tapahtunut tutkimusjakson aikana kovin suuria muutoksia: ainoastaan vuosina 1959 ja 1973/74 istutettujen lohien kasvu oli jonkin verran nopeampaa kuin muina vuosina. Pohjanlahteen laskevien jokien, joista pohjoisin oli Tornionjoki ja eteläisin Dal-joki, lohi-istukkaiden kasvu oli yhtä nopeaa, mutta kahden Itämeren pääaltaalle laskevan joen (Emjoki ja Mörrumjoki, kuva 1) istukkaiden kasvu oli selvästi nopeampaa kuin pohjoisemmissa joissa. Larssonin mukaan ajoverkkokalastuksen kokovalikoivuuden takia kudulle nousevien lohien keskipaino oli pienempi kuin ”todellisessa” populaatiossa. Larsson toisaalta toteaa, että 1940-luvulla (Järvi 1948) ja 1970-luvun lopulla havaittu lohien hidastunut kasvu olisi ehkä johtunut turskakantojen runsastumisesta. Turska olisi siis lohien ravintokilpailija.

Christensen ym. (1994) laativat yleiskatsauksen Itämeren lohien ekologiasta ja istutuksista sekä lohien kalastuksen ja sen säätelyn historiasta. Kalastuksen säätelyn osalta heidän katsaustaan on tässä täydennetty viimeisillä säätelypäätöksillä. Christensen ym. (1994) arvioivat, että Itämeren lohijokien smolttituotanto oli lähes 8 miljoonaa

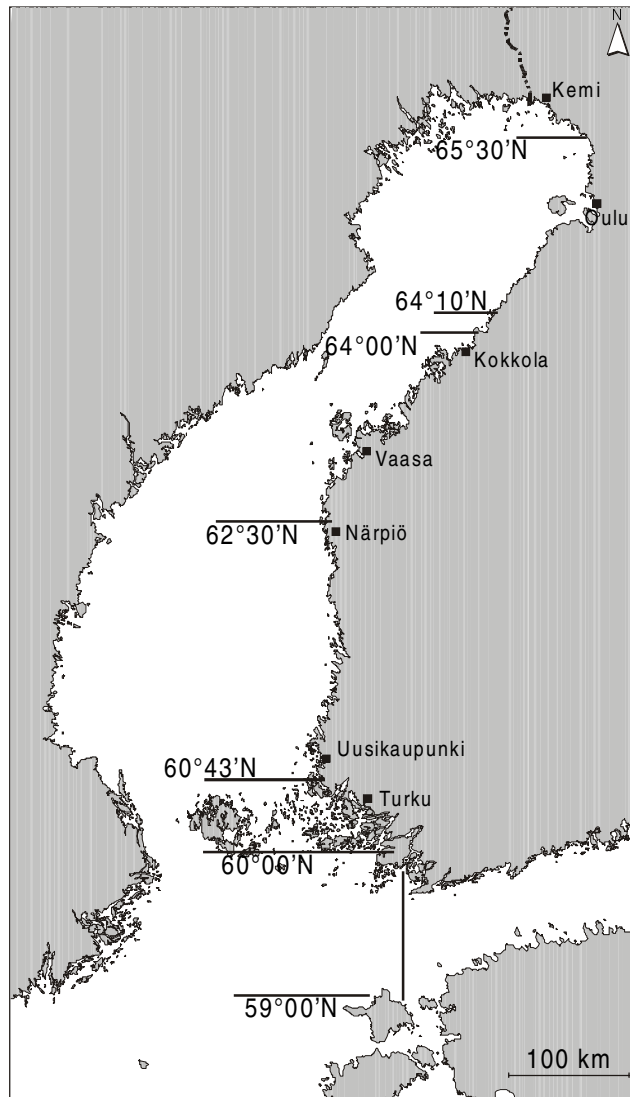
poikasta 1900-luvun alussa. Lohenpoikasten istuttaminen käynnistyi 1940-luvun lopulla, jolloin luonnontuotanto oli laskenut n. 6 miljoonaan poikaseen. Tämän jälkeen luonnontuotanto on pienentynyt voimakkaasti: 1990-luvun alussa luonnontuotanto oli alle 0,5 miljoonaa smoltia. Lohen poikasten istuttaminen on vastaavasti lisääntynyt niin paljon, että Itämeren lohen vaelluspoikasten kokonaismäärä on ollut noin 5 miljoonaa poikasta 1960-luvulta lähtien. Itämeren lohen kansainvälinen yhteistyö ja tutkimus käynnistyi jo vuonna 1902 kun ICES (International Council for the Exploration of the Sea) perustettiin. Itämeren lohen kalastuksen säätelyn voidaan katsoa käynnistyneen vuonna 1966, jolloin Tanska, Saksan liittotasavalta ja Ruotsi vahvistivat ”The Baltic Salmon Fisheries Convention of 1962” -sopimuksen, jossa määriteltiin ajoverkkojen pienimmäksi solmuväliksi 85 mm luonnonkuiduille ja 80 mm synteettisille kuiduille; siimoissa käytettävien koukkujen varren ja kärjen välin tuli olla vähintään 19 mm, ja lohen alimitaksi tuli 60 cm. Suomi ryhtyi soveltamaan em. rajoituksia jo vuonna 1964 vaikka ei vahvistanutkaan sopimusta. Puola vahvisti sopimuksen vuonna 1971. Vuonna 1974 perustettiin IBSFC (International Baltic Sea Fishery Commission, Kansainvälinen Itämeren kalastuskomissio), missä lohen avomerikalastuksen säätelystä on päätetty nykypäiviin. Vuonna 1978 rajoitettiin ajoverkkojen enimmäismäärä 600 kappaleeseen ja ajosiimojen koukkujen lukumääräksi 2 000 alusta kohden. Vuodesta 1978 lähtien ajoverkoilla tapahtuva kalastus on ollut kiellettyä kesäkuun puolivälistä syyskuun puoliväliin, ja siimakalastus huhtikuun alusta marraskuun puoliväliin. Lohisaaliin TAC (Total Allowable Catch) -kiintiöinti aloitettiin vuonna 1991. Kiintiö on pienentynyt, joskin vuonna 2000 kiintiötä nostettiin hieman (taulukko 1).

Taulukko 1. Itämeren lohisaaliin kiintiöt vuosina 1991–2001.

Vuosi	Pääallas ja Pohjanlahti	Suomenlahti
1991	3 350 t ~ 670 000 lohta	430 t
1992	3 350 t ~ 670 000 lohta	430 t
1993	650 000 lohta	109 000 lohta
1994	600 000	120 000
1995	500 000	120 000
1996	450 000	120 000
1997	410 000	120 000
1998	410 000	110 000
1999	410 000	100 000
2000	450 000	90 000
2001	450 000	70 000

Lohen kalastusta, jota harjoitetaan Suomen aluevesillä ja Suomen kalastusvyöhykkeellä Itämeren pääaltaalla, on säädelty kansallisin päätösin vuodesta 1986 lähtien. Sääntely on perustunut kalastuksen aloittamisen ajalliseen porrastukseen Pohjanlahdella, riippuen leveyspiiristä (ks. kuva 2). Vuosina 1986–1991 kalastuksen säätelyn eteläraja kulki 60°43’N -leveyspiirillä, joka sijaitsee Ahvenanmaan pohjoispuolella; seuraava raja oli 62°30’N, joka sijaitsee Kaskisen/Närpiön kohdalla, ja pohjoisin raja oli 64°10’N, joka sijaitsee Lohtajan kohdalla (kuva 2). Kalastuksen aloituspäivää on siirretty vuosittain jonkun verran, yleensä myöhemmäksi (taulukko 2).

Vuonna 1996 rannikkokalastuksen säätelyä tiukennettiin huomattavasti: säätelyn eteläraja siirrettiin leveyspiirille 59°N, joka sijaitsee n. 110 km etelään Ahvenanmaan eteläkärjestä (kuva 2). Myös aikarajat muuttuivat huomattavasti. Esimerkiksi leveyspiirillä 62°30'N kalastus sai alkaa vasta 25. kesäkuuta, kun aikaisemmin aloituspäivä vaihteli välillä 7.–16. kesäkuuta (taulukko 2). Perämeren pohjukkaan muodostettiin uusi säätelyraja (65°30'). Vuonna 1997 säätely toteutettiin samalla tavalla kuin vuonna 1996, mutta vuodesta 1998 lähtien aikarajoja on lievennetty (aikaistettu) viidellä päivällä (taulukko 2).



Kuva 2. Suomen aluevesillä lohien kalastuksen aikasäätelyssä vuodesta 1986 lähtien käytetyt aluerajat (vertaa taulukko 2).

Taulukko 2. Suomen aluevesillä toimeenpantu lohien kalastuksen aikasäätely vuodesta 1986 lähtien (vertaa kuva 2). Tietyllä leveyspiirillä ilmoitettu kalastuksen aloituspäivä on voimassa seuraavaan pohjoisempaan ilmoitettuun aikarajaan saakka (esim. vuonna 1996 kalastus oli sallittu 59°00' – 62°30' välisellä alueella 20.6. lähtien, mutta 62°30' ja 64°00' välisellä alueella 25.6. lähtien). ER = ei rajoitusta; ← = sama kuin edellinen.

Vuosi	Leveyspiiri (N)						
	59°00'	60°00'	60°43'	62°30'	64°00'	64°10'	65°30'
1986–88	ER	ER	5.6.	10.6.	←	16.6.	←
1989	ER	ER	10.6.	16.6.	←	19.6.	←
1990	ER	ER	31.5.	6.6.	←	13.6.	←
1991	ER	ER	6.6.	11.6.	←	19.6.	←
1992–93	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER
1994–95	ER	1.6.	←	7.6.	13.6	←	←
1996–97	20.6.	←	←	25.6.	30.6.	←	5.7.
1998–	15.6.	←	←	20.6.	25.6.	←	30.6.

1.2.2. Lyhyen aikavälin tutkimukset

Vehanen ym. (1993a) tutkivat istutuskoon, eväkulumien, poikasten ihon hopeoitumisen ja varhaiskukukypsyyden vaikutusta palautusprosenttiin Iijokisuulle 1986 ja 1987 istutetuilla Carlin-merkityillä lohien poikasilla. Poikasten hopeoitumisaste ja eväkulumien määrä eivät vaikuttaneet istutustulokseen. Varhaiskukukypsillä poikasilla oli pienempi palautusprosentti kuin ei-sukukypsillä poikasilla. Palautusprosentti oli positiivisesti riippuvainen istukkaan koosta.

Vehanen ym. (1993b) tutkivat RKTL:n Pohjois-Suomen Keskuskalanviljelylaitoksen vuosina 1973–1988 Perämereen tekemien lohi-istutusten tuloksiin vaikuttaneita tekijöitä. Eri istutuspaikoilla (jokisuu, meri) tai eri istutusmenetelmillä (autokuljetus, laitosistutus, sumputus, vapautusallas) ei ollut vaikutusta istutustulokseen. Kemijokisuuhun istutettujen Tornionjoen ja Iijoen kantaa olevien poikasten välillä ei ollut visuaalisen karttatarkastelun perusteella oleellista eroa vaelluskäyttäytymisessä.

Salminen ym. (1994) raportoi, että Iijoen lohi-istukkaiden post-smoltti -vaiheen merivaellusta ohjasi istukkaan koko siten, että pienimmistä poikasista (150 mm) jäi 1,6 % syönnöstämään Selkämerelle, mutta suurimmista (250 mm) 8,7 %. Salminen (1996) tutki lämminvesikasvatuksella aikaansaattujen 1-vuotiaiden (keskipituus 156 mm) smolttien istutustuloksia verrattuna tavanomaisiin 2- (175 mm) tai 3-vuotiaisiin (199 mm) poikasiin, jotka istutettiin Kemi- ja Iijoen suualueille 1980–1988. Istutuserän palautusprosentti oli positiivisesti riippuvainen istukkaiden koosta, ja istukkaan koon suureneminen suurensi todennäköisyyttä jäädä syönnökselle Selkämerelle.

Koljosen (1989) mukaan vuosina 1981–1983 pyydettyjen Kemi-, Simo-, Ii- ja Oulujoen lohien geneettiset etäisyydet erosivat tilastollisesti erittäin merkittävästi toisistaan. Kun Koljonen (1995) analysoi vuonna 1991 Selkämereltä kutuvaelluksen (huhtitoukokuu) aikana pyydettyjen lohien geneettistä taustaa käyttäen vertailuaineistona aikaisemmassa tutkimuksessa kerättyä aineistoa, oli yli puolet kaloista Perämerelle

vaeltavia lohia ja loput alueelle istutettua Nevan lohta. Villien lohien osuus oli vain 3 % kaikista lohista. Kahtena seuraavana vuonna näytteitä kerättiin pitemmältä ajalta ja vertailuaineistoa laajennettiin kahdeksalla ruotsalaisella Pohjanlahdelta vaeltavalla lohikannalla. Tällä kertaa (Koljonen ja McKinnell 1996, Koljonen ja Pella 1997) kantojen geneettiset etäisyydet eivät olleet läheskään niin suuria kuin 10 vuotta aikaisemmin kerätyssä aineistossa: kaikkiaan 17 kannasta löytyi vain 6 geneettisesti erilaista ryhmää. Monet maantieteellisesti suhteellisen etäiset kannat olivat geneettisesti samanlaisia: Kalix- ja Simojoen kannat eivät eronneet tilastollisesti toisistaan eivätkä Kemi-, Luulaja-, Tornion-, Ii-, Umeå- ja Indalsjoen kannat. Kaiken lisäksi Tornionjoen villit ja viljellyt lohet sijoittuivat eri vuosina erilaisiin geneettisiin ryhmiin. Koljonen ym. (1999) esittävät hypoteesin, jonka mukaan eteläisen Itämeren lohikannat olisivat peräisin Baltian jääjärven aikana idästä vaeltaneista lohikannoista. Pohjanlahden lohikannat olisivat puolestaan peräisin Baltian jääjärven jälkeen muodostuneen Joldiameren ja Pohjois-Atlantin yhdistäneen Närken salmen kautta vaeltaneista Pohjois-Atlantin lohikannoista. Nilsson ym. (2001) kuitenkin esittävät, että Pohjanlahden lohikannat saattavat olla peräisin Vienanmeren suunnasta, koska näiden alueiden lohikannoilla on enemmän geneettistä samankaltaisuutta kuin Pohjanlahden ja Atlantin kantojen välillä.

Kallio-Nyberg ja Ikonen (1992) osoittivat, että Iijoen lohikannalla on pitempi syönnösvaellus kuin Nevan lohella. Kallio-Nybergin ja Koljosen (1997) mukaan Kemijoen suulle istutettujen viljelyalkuperäisten emojen jälkeläisten kasvu oli nopeampaa kuin villien emojen jälkeläisillä. Viljellyistä lohista suurempi osuus tuli sukukypsäksi yhden merivuoden jälkeen kuin villien emojen jälkeläisistä. Kallio-Nyberg ym. (1999) tutkivat Oulu-, Ii-, Kemi- ja Tornionjoen vuosina 1984–1991 Carlin-merkittyjen lohistukkaiden merivaellusten eroja. Termiä ”lohikanta” on em. julkaisussa käytetty synonyyminä istutuspaikalle, vaikka esim. Kemijokisuulta pyydettyjen emokalastojen alkuperän tiedetään muuttuneen huomattavasti kyseisenä aikana (ks. Kallio-Nyberg ja Koljonen 1997, s. 211). Suurista lohenpoikasista suurempi osa jäi syönnökselle Selkämerelle kuin pienistä poikasista. Merivaellus oli riippuvainen myös lohikannasta (tai istutuspaikasta) siten, että Oulujoen istukkaat jäivät herkemmin syönnöstimään Selkämerelle kuin Iijokiset poikaset, joiden vaellus oli samanlaista kuin Tornionjoen poikasilla. Iijoen poikasista pienempi osuus vaelsi eteläiselle Itämerelle kuin Kemijoen poikasista. Selkämeren 0+ silakoiden runsaus korreloi positiivisesti sinne syönnökselle jäävien lohien runsauden kanssa, erityisesti Oulujoen istukkailla. Kokemäenjoen suuhun vuonna 1989 istutettujen Iijoen ja Nevan kantaa olleiden lohenpoikasten vaelluskäyttäytyminen meressä oli samanlaista (Kallio-Nyberg ja Koljonen 1999), mutta vuonna 1994 istutetuilla vastaavilla poikasilla erilaista (Kallio-Nyberg ym. 2000).

Kemi- ja Iijoen velvoiteistutusten tarkkailutuloksia on raportoitu vuosilta 1983–1995 (Zitting-Huttula ym. 1996, Zitting-Huttula ym. 1997). Raporttien pääpaino on erilaisissa istutuksissa ja kalastusta kuvaavissa yleiskatsauksissa, joissa ei ole käytetty tilastollisia testejä. Velvoiteistutuksiin liittyvät varsinaiset tutkimustulokset on kuvattu edellä (esim. Kallio-Nyberg ja Koljonen 1997).

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Carlin-merkintä ja palautusjärjestelmä

Carlin-merkki kehitettiin Ruotsissa lohen poikasten merkintään 1950-luvulla (Carlin 1969). Sen kiinnitys on tapahtunut periaatteessa aina samalla tavalla: merkkilipukkeessa kiinni olevat kaksi ruostumatonta teräslankaa lävistetään erityisten neulojen avulla lohen selkäevän juuresta, ja lankojen päät yhdistetään kalan toisella puolella. Vuodesta 1978 lähtien Suomessa käytetyt Carlin-merkit on valmistettu teollisesti. Kalojen käsittelystä ei ollut yleisesti hyväksyttyä käytäntöä ennen vuotta 1984: merkittävien kalojen säilytysvedessä oli jäähdytys tai hapetus vain satunnaisesti, ja nukutusaineena käytetyn MS222:n annostelu perustui lähinnä merkitsijöiden tai viljelijöiden kokemukseen. Nukutusainetta ei yleensä laimenettu ns. varastoliuokseksi, vaan jauhe ravisteltiin suoraan veteen. Nukutusaineen yliannostus erityisesti lämpimässä vedessä aiheutti joskus huomattavaa merkintäkuolevuutta. Vuodesta 1984 lähtien em. puutteita ei ole juuri ollut, vaan kaloja on käsitely asian- ja yhdenmukaisella tavalla (Naarminen 1985).

Saaliskaloissa olleiden Carlin-merkkien palautus on perustunut kansainväliseen yhteistyöhön jo vuodesta 1956 lähtien. Joistakin maista merkkejä on palautunut vähemmän kuin niissä tapahtuneen kalastuksen perusteella on voitu odottaa. Esimerkiksi Viro on aikaisemmin ollut tällainen maa, mutta nykyisin ongelmina ovat olleet lähinnä Venäjä, Liettua ja Latvia. Merkin palauttamisesta maksettava palkkio oli esim. 1960 3 FIM, kun se nykyisin on 25 FIM. Merkkien palauttamista koskeva tiedotus on lisääntynyt ja monipuolistunut viimeisen 20 vuoden aikana. Palauttajien kesken on järjestetty arpajaisia vuodesta 1995 lähtien. Uudet kalastusrajoitukset ovat vähentäneet ja viivästyttäneet merkkien palautuvuutta (jopa 10 vuotta). Esimerkiksi vuonna 1986 alkaneiden aikarajoitusten takia Selkämeren palautukset vähenivät selvästi. Myöskin muut inhimilliset tekijät ovat vaikuttaneet merkkien palautusaktiivisuuteen. Esimerkiksi Hailuodosta on saatu vähän palautuksia sen jälkeen kun kalastajia uhkailtiin rangais- tuksilla alamittaisissa lohissa olleiden merkkien palauttamisesta 1980-luvulla.

2.2. Aineiston rajaus

RKTL:n tietokannan helmikuussa vuonna 2000 tehdyn päivityksen mukaan vuosien 1959 ja 1999 välillä Perämereen tai siihen laskeviin jokiin on istutettu kaikkiaan 682 Carlin-merkittyä lohieraä, joissa kaikkiaan oli 599 995 merkittyä lohta, keskimäärin 880 kalaa erässä (taulukko 3). Niistä ylivoimainen enemmistö (665 erää) oli Oulu-, Kiihimäki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen istutuksia. Loput 17 erää olivat Perhon-, Pyhä-, Siika- ja Kuivajokeen tehtyjä yksittäisiä merkintöjä, joiden käyttöarvo tässä raportissa oli vähäinen, joten erät poistettiin aineistosta. Toinen aineiston rajaus tehtiin istukkaiden koon ja istutusajankohdan perusteella. Suurin osa Perämeren lohi- istutuksista, ja myös istukkaiden Carlin-merkinnöistä, on tehty vaelluspoikasille, joiden luontainen alasvaellus yleensä ajoittuu touko-kesäkuun vaihteeseen (Simojoki; Jokikokko ja Jutila 1998) tai kesäkuulle (Tornionjoki; Haikonen ym. 2001). Tällä perusteella aineistoon kelpuutettiin ainoastaan touko- tai kesäkuussa istutetut erät, joissa kalojen keskipituus oli alle 262 mm (suurimman 3-vuotiaan istukaserän keskipituus oli 261 mm). Aineisto rajattiin ajallisesti poistamalla vuonna 1996 ja sen jälkeen tehdyt istutukset, koska niistä palautusaineisto oli epätäydellinen. Lopuksi aineistosta poistettiin 1 675 pian merkinnän jälkeen saatua ja uudelleen vapautettua poikasta,

joista suurin osa oli Simojoen alajuoksun poikasrysästä saatuja rysän ylävirran puolelle istutettuja smoltteja. Kannattaa mainita, että 181 vapautettua lohenpoikasta saatiin myöhemmin saaliiksi, ja nämä kalat ovat mukana aineistossa. Vapautettujen poikasten lisäksi aineistossa oli muitakin kahteen kertaan esiintyneitä havaintoja, joista vähemmän informaatiota sisältäneet havainnot poistettiin. Samalla poistettiin merkinnän aikana kuolleet yksilöt (n=25) sekä 9 sellaista kalaa (kukin merkintäeränsä ainoa edustaja), joiden merkkikoodi oli tuntematon, minkä takia palautustiedoista puuttuivat mm. kalan istutus- ja pyyntihetken pituus- ja painotiedot sekä tiedot pyyntipaikasta ja -ajasta. Näiden rajausten jälkeen aineisto käsitti 544 istukaserää, joista palautustieto oli kaikkiaan 39 325 lohesta (taulukot 3 ja 4).

Taulukko 3. Perämeren lohen Carlin-merkintäerien ja niissä olleiden merkittyjen yksilöiden lukumäärä istutushetkellä sekä niiden määrä merkkipalautuksissa RKTL:n tietokannan mukaan helmikuussa vuonna 2000. Aineiston rajaus on kuvattu tarkemmin tekstissä.

Rajausperuste	Istutushetki		Palautukset	
	Eriä	Merkkejä	Eriä	Merkkejä
1. Ei mitään (koko aineisto)	682	599 995	680	45 125
2. Kuusi tärkeintä jokea	665	587 123	663	44 369
3. Kevätistukkaat < 262 mm	606	556 468	606	42 571
4. Istutusvuosi 1959 – 1995	553	501 386	553	41 049
5. Vapautetut + kuolleet + muut	544	494 530	544	39 325

Seuraavaksi aineistosta korjattiin kalastajien tai tallentajien puutteellisesti tai väärin tekemiä kirjauksia. Kaikkiaan muutoksia tehtiin yli 1 000 havaintoon, joista suurin osa (n. 700) oli puuttuvien tai virheellisten pyyntipaikkojen korjauksia. Sekä istutus- että pyyntihetken puuttuvia pituus- ja painotietoja täydennettiin laskennallisesti. Ensin määritettiin sekä istutuspoikasille että saalislohille kalojen pituuden ja painon suhdetta kuvaava logaritminen yhtälö hyödyntämällä sellaista aineiston osaa, jossa kalan sekä pituus että paino olivat tunnettu. Näiden yhtälöiden avulla puuttuvat pituus- tai painoarvot laskettiin niistä havainnoista, joissa toinen mitoista oli ilmoitettu. Laskennassa käytettiin seuraavia yhtälöitä (tuntematon arvo vasemmalla):

- $\text{istutuspituus} = \text{EXP}(4,229 + 0,246 * \ln(\text{istutuspaino}))$
- $\text{Istutuspaino} = \text{EXP}(-12,165 + 3,097 * \ln(\text{istutuspituus}))$
- $\text{pyyntipituus} = \text{EXP}(4,07 + 0,308 * \ln(\text{pyyntipaino}))$
- $\text{pyyntipaino} = \text{EXP}(-11,698 + 3,031 * \ln(\text{pyyntipituus}))$

Lohien pyyntipituus- ja -painokirjauksissa oli virheitä, joita oli kuitenkin mahdoton korjata, koska lukuarvoltaan mahdottomat arvot (esim. lohen paino 10 merikuukauden jälkeen 4 kg) eivät erottuneet graafisissa tarkasteluissa selkeinä poikkeavina havainnoina. Myös ilmoitetuissa tai tallennetuissa pyyntipäivissä oli virheitä. Esimerkiksi aineistossa oli yli 10 merivuoden lohia. Noudattaen RKTL:n raportointikäytäntöä kaikki yli 6 merivuoden lohet tulkittiin pyydetyiksi 6. merivuotena. Tästä syystä lopullisessa aineistossa 5. merivuoden kaloja oli hieman vähemmän kuin 6. merivuoden kaloja. Lohisaaliin ikäkoostumusta eri aikoina tutkittiin jakamalla merkkipalautukset kalenterivuositain ja laskemalla lohien ikäryhmäkohtainen saalisosuus kiloissa vuosittain ja pyyntialueittain. Aineistoon otettiin vuosina 1962–1996 pyydetty lohet, koska tänä aikana vähintään neljä ikäryhmää oli kunkin vuoden saaliissa.

Taulukko 4. Carlin-merkintäerien lukumäärä (kpl) Oulu-, Kiiminki-, li-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen lohenpoikasilla istutusvuosina 1959–1995 .

Vuosi	Joki						Yht.
	Oulu	Kiiminki	Ii	Simo	Kemi	Tornio	
1959	1						1
1960	1						1
1961	1						1
1962	1						1
1963	1					2	3
1964	1					4	5
1965	1		1			3	5
1966		2	2				4
1967		1			1		2
1968	1				1		2
1969	5			1			6
1970	5			1	1		7
1971	3		2	1			6
1972	4			2			6
1973	2		7	2			11
1974	4			4			8
1975	6			2	2	1	11
1976	5			2			7
1977	5		6	1	7		19
1978	7		2	1	1		11
1979	3		7	3	2		15
1980	4		5	2	21		32
1981	3		8	2	5		18
1982	6	1	9	2	8		26
1983	4	1	6	1	8		20
1984	4	1	15	1	10		31
1985	4	1	16	1	11	3	36
1986	4	2	19	7	15	4	51
1987	4	2	19	5	13	4	47
1988	5	1	13	5	8	5	37
1989	4	3	4	3	5	3	22
1990	4	4	3	2	4	3	20
1991	4	3	3	5	2	2	19
1992	4		3	3	2	2	14
1993	4		2	3	2	3	14
1994	3		3	2	4	1	13
1995	3		1	3	3	2	12
Yht.	121	22	156	67	136	42	544

Perämeren Carlin-merkinnöissä ja ilmeisesti myös yleisemmin lohi-istutuksissa on käytetty kaikkiaan 10 erilaista lohikantaa (taulukko 5). Kahta ruotsalaista kantaa on käytetty vähäisessä määrin 1960- ja 70-luvulla. Kiiminkijoen kanta on pääasiassa syntynyt Ijoen kannalla tehtyjen kotiutusistutusten seurauksena, minkä takia varsinaista Kiiminkijoen kantaa ei ole olemassa. Kemijoella on merkitty lähes kaikkia kantoja. Perämeren istutuksissa käytettyjen kantojen välillä on geneettisiä eroja (Koljonen 1989), vaikka emokalastojen perustamisessa on sovellettu hyvin monenlaisia käytäntöjä. Oulujoen kanta, joka on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (Makkonen ym. 2000), on sekoitus ainakin Ijoen, entisen Oulujoen, Tornionjoen ja Skellefteån lohesta. Ijoen lohikanta on myös luokiteltu erittäin uhanalaiseksi, ja se on ollut emokalaviljelyn varassa perustamisestaan (1961–1971) lähtien. Simo- ja Tornion/Muonionjoen kantojen, jotka molemmat on luokiteltu erittäin uhanalaisiksi, emokalastoa on täydennetty jatkuvasti luonnosta. Perämeren kannalla tarkoitetaan 1980-luvulla hankittua emokalastoa, joka pyydettiin Kemijokisuulta tai läheiseltä merialueelta. Tässä emokalastossa oli runsaasti (82 %) villejä emoja vuosikymmenen alussa, mutta vuonna 1988 enää 13 % (Kallio-Nyberg ja Koljonen 1997). Luultavasti villit emot olivat Tornion- ja Simojoelta peräisin olevia yksilöitä, ja viljellyt emot puolestaan Kemijoen istutuksissa käytettyjen Ijoen kantaa olevien poikasten jälkeläisiä.

Taulukko 5. Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istukaserien lukumäärän jakautuminen istutusjokien ja kantojen kesken vuosina 1959–1995. Tähdellä (*) merkittyjen kantojen alkuperä on muista joista (ks. tarkemmin teksti ja Makkonen ym. 2000).

Kanta	Joki						Yht.
	Ouluj.	Kiiminkij.	Iijoki	Simoj.	Kemij.	Tornionj.	
Oulujoki*	102			11	2	4	119
Kiiminkijoki*		4					4
Iijoki	1	18	153	1	61		234
Simojoki				53			53
Kemijoki*					4		4
Tornionjoki	7		1	1	20	33	62
Perämeri*	1				46		47
Kvistforssen	5			1			6
Skellefteå					1		1
Tuntematon	5		2		2	5	14
Yht.	121	22	156	67	136	42	544

Perämeren lohi-istutusten geneettisistä aspekteista on julkaistu melko paljon viime vuosina. Tässä raportissa on siksi käsitelty ainoastaan Kemijoen istutuksia, koska ainoastaan siellä on käytettävissä julkaisematonta aineistoa eri kannoilla samoina vuosina tehdyistä istutuksista suhteellisen pitkältä ajalta (taulukko 6). Kemijoella kolme tärkeintä kantaa ovat olleet Ijoen, Perämeren ja Tornionjoen kannat, jotka ovat muodostaneet 93 % Kemijoen lohi-istukkaiden Carlin-merkinnöistä.

Taulukko 6. Kemijoen Carlin-merkintäerien lukumäärien jakautuminen eri lohikantoihin vuosina 1967–1995. Tähdellä (*) merkittyjen kantojen alkuperä on muista joista (ks. tarkemmin teksti ja Makkonen ym. 2000).

Vuosi	Lohikanta							Yht.
	Ouluj.*	Iijoki	Kemij.*	Tornionj.	Peräm.*	Skellefteå	Tuntem.	
1967							1	1
1968							1	1
1970						1		1
1975			2					2
1977	1	3	2	1				7
1978		1						1
1979	1	1						2
1980		21						21
1981		5						5
1982		8						8
1983		6		1	1			8
1984		5		2	3			10
1985		2		4	5			11
1986		3		3	9			15
1987		2		1	10			13
1988					8			8
1989					5			5
1990		1			3			4
1991				1	1			2
1992		1			1			2
1993				2				2
1994		1		3				4
1995		1		2				3
Yht.	2	61	4	20	46	1	2	136

Ylivoimaisesti suurin osa Perämeren lohimerkinnöistä on tehty viljellyille poikasille, ainoastaan Simojoella on merkitty huomattava määrä villedä poikasia (taulukko 7). Istutustulosten villi-viljely -vertailuihin valittiin ainoastaan sellaisia vuosia, jolloin oli merkitty sekä villedä että viljeltyjä poikasia. Simojoen vertailumateriaali käsitti 27 viljeltyä erää (keskimäärin 760 poikasta erässä) ja 17 alkuperältään villiä erää (keskimäärin 555 poikasta erässä) vuosien 1972 ja 1993 välisenä aikana.

Taulukko 7. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen Carlin-merkinnät riippuen lohenoikasten alkuperästä vuosina 1959–1995. Sulkeissa on ilmoitettu villi-viljelty tarkasteluissa käytettyjen merkintäerien lukumäärä.

Joki	Alkuperä		Yht.
	Viljelty	Villi	
Oulu	121	0	121
Kiiminki	13	9	22
Ii	154	2	156
Simo	39 (27)	28 (17)	67 (44)
Kemi	136	0	136
Tornio	42	0	42
Yht.	505	39	544

Niin sanottuja perusmerkintöjä oli 415 merkintäerää, ja 129 erässä oli tutkittu jotakin tiettyä käsittelyä (taulukko 8). Eniten koetoimintaa on tehty Simo- (54 %), Kiiminki- (45 %) ja Iijoella (33 %).

Taulukko 8. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen lohenoikasten Carlin-merkinnät riippuen merkinnän tavoitteesta vuosina 1959–1995.

Joki	Tarkoitus		Yht.
	Koetoiminta	Perusseuranta	
Oulu	2	119	121
Kiiminki	10	12	22
Ii	52	104	156
Simo	36	31	67
Kemi	23	113	136
Tornio	6	36	42
Yht.	129	415	544

Perämeren Carlin-merkittyjen lohenoikasten keskipituus istutushetkellä on ollut keskimäärin 178 mm vuosina 1959–1995 (taulukko 9). Keskimääräinen istutuspuitus kasvoi noin 30 mm 1960-luvulta 1980-luvulle. Simojoella poikasten koko ei ole juurikaan kasvanut johtuen villien merkintäerien suuresta osuudesta aineistossa. Tornion- ja Simojoella poikaset ovat olleet n. 10 mm (6–7 %) lyhempiä kuin muilla joilla.

Taulukko 9. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden keskipituus (mm) 1960-, 70-, 80- ja 1990-luvulla sekä sulkeissa keskiarvon prosenttiero kunkin vuosikymmenen keskiarvoon (%).

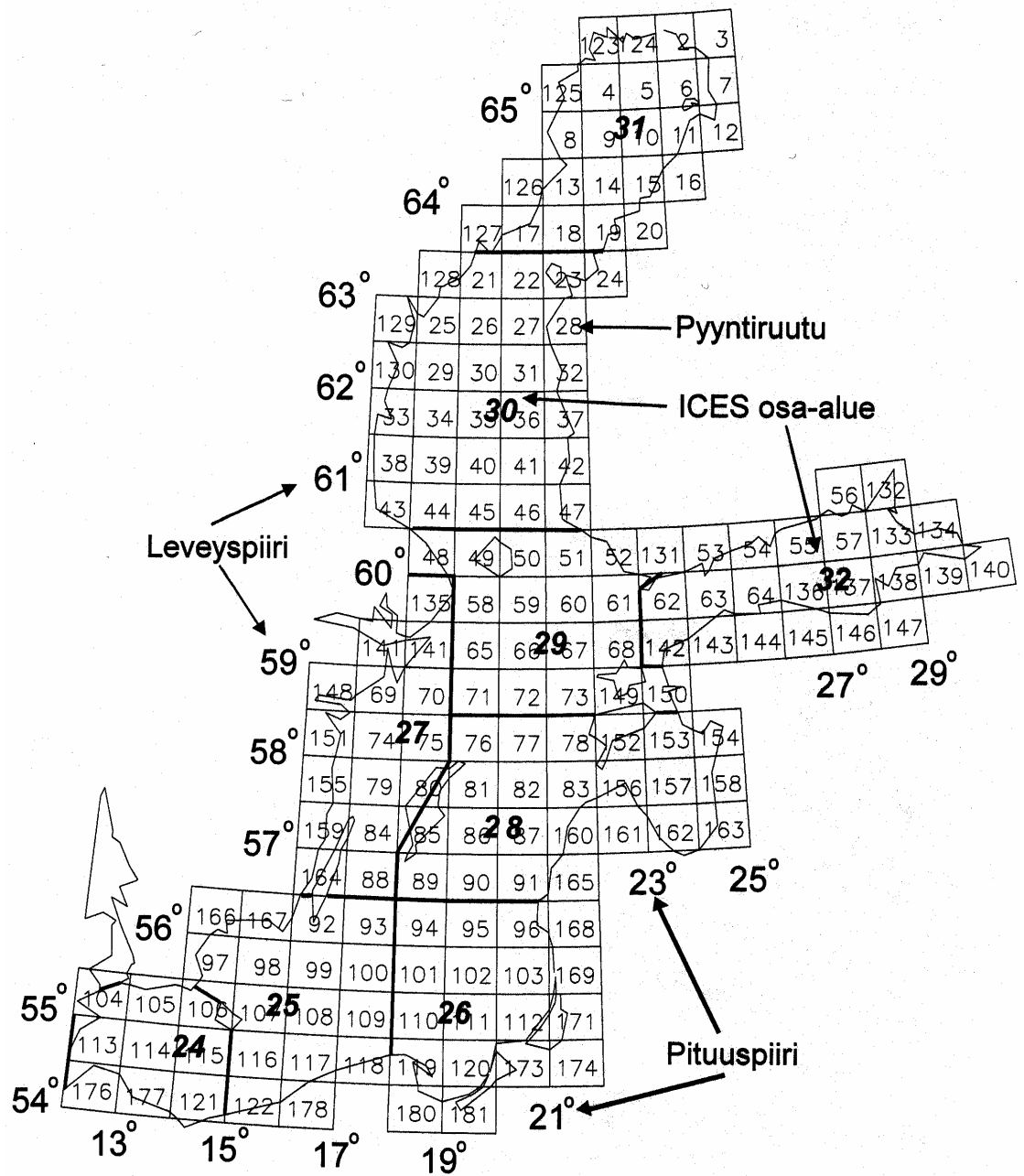
Joki	1960-luku		1970-luku		1980-luku		1990-luku		Keskiarvo	
Oulu	155	(2,0)	166	(-1,8)	188	(2,7)	195	(7,7)	178	(0,0)
Kiiminki	156	(2,6)	-		203	(10,9)	171	(-5,5)	186	(4,5)
Ii	159	(4,6)	179	(5,9)	188	(2,7)	190	(5,0)	186	(4,5)
Simo	153	(0,7)	162	(-4,1)	169	(-7,7)	169	(-6,6)	167	(-6,2)
Kemi	151	(-0,7)	170	(0,6)	179	(-2,2)	175	(-3,3)	177	(-0,6)
Tornio	144	(-5,3)	145	(-14,2)	169	(-7,7)	179	(-1,1)	166	(-6,7)
Keskiarvo	152		169		183		181		178	

Perämeren Carlin-merkityt lohenpoikaset on istutettu keskimäärin toukokuun viimeisellä tai kesäkuun ensimmäisellä viikolla, eikä istutusajankohta ole muuttunut tutkimusjaksolla 1959–1995 (taulukko 10). Oulujoen poikaset on istutettu keskimäärin 8 päivää aikaisemmin kuin muissa joissa.

Taulukko 10. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden keskimääräinen istutuspäivä (julian day, vuodenpäivän järjestysnumero, esim kesäkuun 1. päivä = 152) 1960-, 70-, 80- ja 1990-luvulla.

Joki	1960-luku	1970-luku	1980-luku	1990-luku	Keskiarvo
Oulu	145	148	140	134	142
Kiiminki	165	-	158	147	155
Ii	160	157	152	131	151
Simo	155	157	155	150	154
Kemi	154	161	151	138	151
Tornio	137	157	157	160	154
Keskiarvo	147	153	151	142	150

Merkkipalautusten sijaintia oli kuvattu erilaisilla muuttujilla, joista tarkin oli pyyntiruutu (kuva 3). Mitä tarkempi oli palautustieto sitä vähemmän havainnoita oli: esimerkiksi merkkipalautuksen tehneen kansallisuus tunnettiin 98 % havainnoista mutta pyyntiruutu vain 69 % havainnoista (taulukko 11).



Kuva 3. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen käyttämä Itämeren pyyntiruudukko (2–181) sekä Itämeren osa-aluejako (24–32) ICESin mukaan.

Taulukko 11. Perämeren lohi-istukkaiden Carlin-merkintäpalautusten määrä ja osuus kaikista palautuksista eri tavoin rajatuilla pyyntialueilla.

Pyyntialueen tarkkuus	Palautuksia, kpl	Osuus kaikista, %
Meri/joki	38 800	98,7
Kansallisuus	38 618	98,2
ICES -osa-alue	29 483	75,0
Pyyntiruutu	27 008	68,7

Kolme merkittäväntä merkkien palauttajamaata olivat Tanska, Suomi ja Ruotsi (88 % kaikista palautuksista. Kuitenkin maiden väliset erot tarkkojen palautusten määrissä olivat suuria: suomalaisten palautuksissa ICES:n osa-alue oli ilmoitettu 92 %:ssa palautuksista, vastaava osuus ruotsalaisilla oli 76 %, mutta tanskalaisilla se oli vain 56 %. Näistä syistä johtuen merkkipalautustietojen alueellinen jakautuminen on suuresti riippuvainen valitusta aluemuuttujasta (kansallisuus, osa-alue, pyyntiruutu).

Ruotsalaisten tekemistä Carlin-merkinnöistä koottiin vertailuaineisto Laxforskningsinstitutetin julkaisemien yhteenvetotaulukoiden perusteella (Anon. 1990, Anon. 1995, Anon. 2000). Vertailupareina olivat suuret velvoiteistusjoet Luulaja- ja Kemi-joki (1975–1995) sekä suomalaisten ja ruotsalaisten Tornionjoella tekemät Carlin-merkinnät.

2.3. Istutukset, saaliin jakautuminen ja lohien hinta

Suomalaisten Perämerelle tekemien lohi-istutusten vuosittaisesta määrästä kerättiin tiedot ICES:n raporteista. Luotettavia tietoja löytyi vuodesta 1970 lähtien. Istutukset olivat 1960-luvulla vähäisiä, korkeintaan sillä tasolla, mitä 1970-luvun alussa (E. Ikonen suull.). Kullekin vuodelle laskettiin myös Carlin-merkintöjen kokonaismäärä sekä Carlin-merkittyjen kalojen suhteellinen osuus koko istukasmäärästä.

Perämeren lohi-istutuksista peräisin olleen lohisaaliin alueellista jakautumista eri aikoina tutkittiin laskemalla kunkin ICES:n osa-alueen suhteellinen osuus Carlin-merkittyjen lohien kilomääräisestä saaliista vuosittain. Osa-alueista 24–26 ja 27–28 muodostettiin eteläistä ja keskistä Itämerä käsittävät uudet alueet. Osa-alueeseen 29 yhdistettiin Suomenlahden (32) vähäiset palautukset. Vastaava tarkastelu tehtiin kansallisuuden perusteella. Lisäksi kolmen suurimman merkkipalauttajan, Tanskan, Suomen ja Ruotsin, saaliin suhteellista jakautumista eri osa-alueiden välillä tutkittiin. Lopuksi lohisaaliin alueellista jakautumista tutkittiin vertaamalla Carlin-merkintöjen perusteella laskettua saaliin jakautumista suomalaisten ammattikalastajien lohisaalilastojen (1980–1999) perusteella laskettuun saaliin jakautumiseen.

Pohjanlahden lohisaaliista oli käytettävissä myös pyyntiponnistusaineistoa vuosilta 1980–1999. Pyyntiponnistuksen ja yksikkösaaliin ajallista ja pyydyskohtaista muutosta suhteessa kokonaislohisaaliiseen tutkittiin. Lohisaaliin jakautumista ajoverkkojen ja siimojen kesken tutkittiin syönnöslohille vuosina 1959–1999. Suurin osa Itämeren ajoverkoista on ollut solmuväliltään 80 mm, joka pyytää tehokkaimmin 77, 4 cm pitkiä lohia (Karlsson ja Eriksson 1991). Perämeren lohi-istukkaiden syönnösvaiheen kasvunopeuden ja ajoverkkoselektion välistä suhdetta tutkittiin laskemalla kullekin yksilölle ns. absoluuttinen kasvunopeus, AGR (grammaa päivässä). Kasvunopeus luokiteltiin 10, 25, 50, 75 ja 90 %:n kvartiilien perusteella 6 luokkaan. Oletuksena oli, et-

tä ajoverkoin saadussa lohisaaliissa kussakin ikäryhmässä lähimpänä ”optimaalista” kokoluokkaa olevien lohien osuus ikäryhmänsä saaliista olisi suurempi kuin siimoilla saaduilla lohilla. Syönnösvaiheessa olevista lohista oli kokotietoja 17 364 yksilöstä, joista pyydystieto oli 13 990 yksilöstä. Niistä ajoverkoilla pyydettyjä oli 8 972 ja siimoilla saatuja 3 281 lohta. Lohen kalastajahintatiedot saatiin RKTL:n tilastotoimesta.

2.4. Istutuksen tuotto ja elinvaiheiden luokittelu

Istutuserän tuotto (saalis kiloissa 1 000 istukasta kohden) laskettiin korjaamattomana kullekin merivuodelle erikseen. Lohien elinkierto vaiheet luokiteltiin pyyntiajan, pyyntialueen ja pyydyksen perusteella (taulukko 12).

Taulukko 12. Perämeren Carlin-merkittyjen lohien elinkierto vaiheiden määrittely pyyntiajan, pyyntialueen ja pyydyksen perusteella. Jako on lähes sama kuin Allan ja Ritter (1977) ja Salminen ym. (1994) ovat esittäneet.

Pyyntivuosi verrattuna istu- tusvuoteen	Pyynti- kuukausi	Pyyntialue ja pyydys*	Elinkiertovaiheen kuvaus
Sama	kaikki	kaikki	Post-smoltti
Toinen	<4	kaikki	Post-smoltti
Toinen	≥4, ≤8	1	Yhden merivuoden kutukala
Toinen	≥4	2	Toisen merivuoden syönnöskala
Kolmas	≥4, ≤8	1	Kahden merivuoden kutukala
Kolmas	kaikki	2	Kolmannen merivuoden syönnöskala
Neljäs	≥4, ≤8	1	Kolmen merivuoden kutukala
Neljäs	kaikki	2	Neljännän merivuoden syönnöskala
jne.			

***1**=rannikkopyydys ICES:n osa-alueilla 30 ja 31 huhti-elokuussa *tai* mikä hyvänsä pyydys pyyntiruuduissa 2, 3, 6, 7, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 23, 24, 28, 32, 37, 42 ja 47 huhti-elokuussa *tai* ajoverkko Ahvenanmaan ympärillä pyyntiruuduissa 49–50 ja 58–59 huhti-kesäkuussa; **2**=pyyntipaikka ICES:n osa-alueilla <30 *tai* avomeripyädys ICES:n osa-alueilla ≥30.

2.5. Kasvu

Perämeren Carlin merkittyjen lohi-istukkaiden kasvua tutkittiin erikseen syönnös- ja kutulohille. Syönnöskasvua kuvattiin eri-ikäisten lohien painona eri ICES:n alueilla ja sukupuolittain. Perämeren lohikantojen pitkän aikavälin kasvua tutkittiin kutuvaelluksella olevilta eri-ikäisiltä yksilöiltä, koska näiden kasvu on käytännössä pysähtynyt. Lisäksi aikaisemmin tehdyissä lohien kasvututkimuksissa on käytetty kutukalojen painoa. Käsillä olevaa Carlin-aineistoa täydennettiin Järven (1938, 1948) laskemilla Tornion-, Kemi- ja Oulujoen patopyynnissä saatuja lohien ikäryhmäkohtaisilla keskipai-

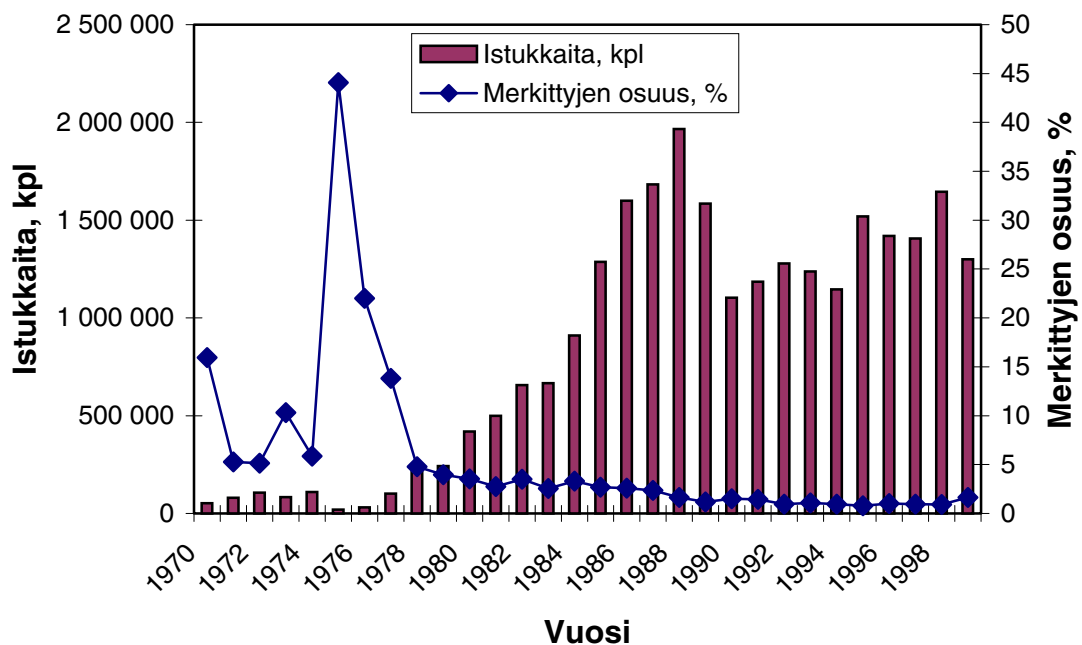
noilla. Järven aineistossa oli ainoastaan ensimmäistä kertaa kutevia lohia, mutta Carlin-merkintäaineistossa ovat mukana kaikki lohet.

Lohien kuukausittaista kasvua Pohjanlahdella ja pääaltaalla syönnöstävillä lohilla sekä kutuvaelluksella olevilla lohilla tutkittiin kolmena ensimmäisenä merivuotena. Tarkastelu tehtiin erikseen vuosina 1975–1985 istutetuille poikasille, jolloin kasvu oli erityisen hidasta, ja vuosina 1988–1995 istutetuille poikasille, joiden kasvu oli poikkeuksellisen nopeaa. Ensimmäisenä ajanjaksona merkityistä lohenpoikasista saatiin 9 992 ja jälkimmäisestä 8 607 kolmen ensimmäisen merivuoden merkkipalautusta.

3. Tulokset

3.1. Istutusten määrä

Perämeren lohi-istutukset olivat vuoteen 1977 saakka korkeintaan 100 000 poikasta vuodessa (kuva 4). Vuoden 1978 istukasmäärä 213 000 kasvoi vuosittain, ja vuonna 1984 istutettiin jo lähes miljoona lohien poikasta. Kemi- ja Lijoen velvoiteistutukset käynnistyivät vuonna 1984, jonka jälkeen vuosittainen istukasmäärä on ollut 1,1–2,0 miljoonaa poikasta. Carlin-merkittyjä poikasia oli yli 5 % istukkaista ennen vuotta 1978, 2–5 % vuosina 1978–1987 ja 1–2 % vuoden 1987 jälkeen (kuva 4). Ruotsalaiset ovat istuttaneet vuosina 1970–1999 vuosittain keskimäärin 1,9 miljoonaa (keskihajonta $\pm 0,3$) lohienpoikasta vuodessa (ICES 2000).



Kuva 4. Vuosina 1970–1999 Suomen Perämeren alueelle tekemien lohismoltti-istutusten vuosittainen määrä (kpl) sekä Carlin-merkittyjen kalojen osuus (%) kaikista istukkaista.

3.2. Lohien syönnösvaellus

Suomen Perämeren Carlin-merkittyjen lohienpoikasten merivaelluksia tutkittiin 17 869:n 2. tai 3. merivuoden syönnöslohen merkkipalautuksen aineistolla. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että osa poikasista lopettaa syönnösvaelluksen Selkämerelle ja osa vaeltaa Itämeren pääaltaalle. Tästä syystä lohien pyyntialueet luokiteltiin kahteen ryhmään: 1) Itämeren pääallas (ICES:n osa-alueet 24–29) ja 2) Pohjanlahti (ICES:n osa-alueet 30–31). Syönnöslohien esiintymistodennäköisyyttä näillä alueilla tutkittiin logistisella regressiolla (binäärijakauma, logit-linkki), jossa kovariatteina

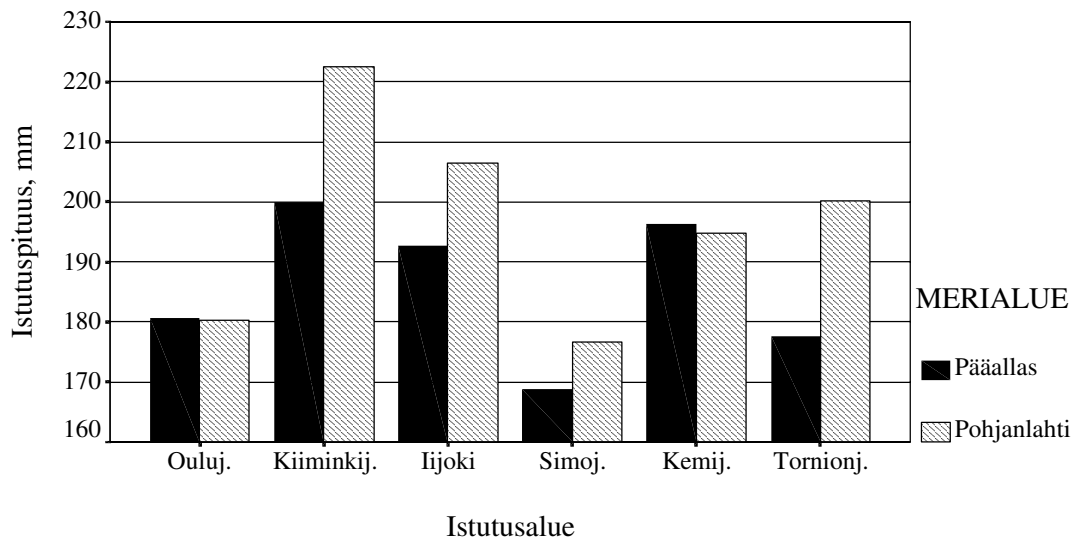
olivat merivuosi (joko 2. tai 3. merivuoden lohi), istutuspituus, alkuperä (villi vs. viljelty), kanta (7 tärkeintä kantaa), istutuspaikka ja istutusvuosi. Mallin binäärija-kaumaoletus täyttyi, koska hajonnan ja vapausasteluvun osamäärä oli <1, mikä tarkoittaa, että malli oli tilastollisesti realistinen. Malli ennusti pyyntipaikan oikein 86,1 %:n tarkkuudella. Waldin testisuureen perusteella syönnöslohien jakautumista selittivät eniten merivuosien määrä sekä istutuspituus (taulukko 13). Istukkaiden kanta ja istutuspaikka selittivät seuraavaksi eniten lohien jakautumista Pohjanlahden ja pääaltaan kesken. Istutusvuosi ja kalan alkuperä olivat merkitseviä, mutta vähiten selittäviä muuttujia.

Taulukko 13. Logistisen regression tulokset Perämeren vuosina 1959–1995 Carlin-merkittyjen lohenpoikasten todennäköisyydelle tulla pyydystetyksi 2. tai 3. merivuotenaan joko Itämeren pääaltaalla tai Pohjanlahdella (n=17 869). Kanta- ja istutusaluekohtainen p-arvo tarkoittaa eroa ensimmäisenä mainittuun vertailuryhmään, eli Perämeren kantaan ja Tornionjoen istutuksiin.

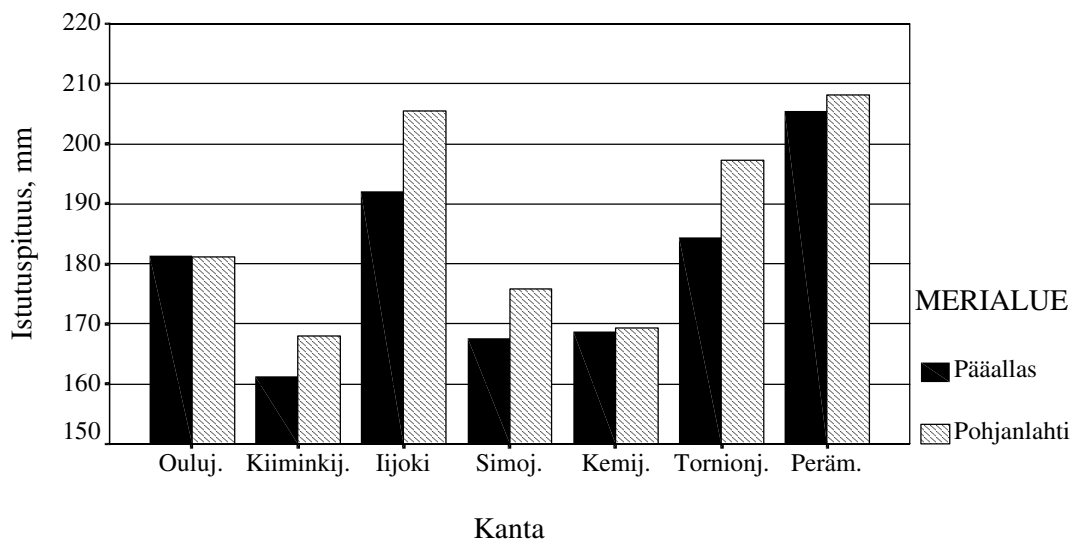
Muuttuja	B	Wald	df	P
Merivuosi	-0,50	115,79	1	0,0000
Istutuspituus	0,01	108,95	1	0,0000
Kanta (Perämeri)		48,03	6	0,0000
Oulujoki	-0,15	0,42	1	0,5162
Kiiminkijoki	0,18	0,03	1	0,8637
Iijoki	0,57	18,32	1	0,0000
Simojoki	-0,20	0,52	1	0,4711
Kemijoki	1,84	32,89	1	0,0000
Tornionjoki	-0,05	0,06	1	0,8095
Istutusalue (Tornionj.)		42,08	5	0,0000
Oulujoki	0,29	3,18	1	0,0744
Kiiminkijoki	-0,69	6,37	1	0,0116
Iijoki	-0,80	12,83	1	0,0003
Simojoki	0,43	5,19	1	0,0227
Kemijoki	-0,98	25,28	1	0,0000
Istutusvuosi	-0,01	16,86	1	0,0000
Alkuperä	0,69	14,42	1	0,0001

Perämeren lohi-istukkaista saatiin suurempi osa pääaltaalta toisena (89 %) kuin kolmantena merivuotena (82 %). Sekä eri istutuspaikkojen kuin eri kantojenkin suhteen Pohjanlahdelta pyydettyjen syönnöslohien istutuspituus oli keskimäärin suurempi kuin pääaltaalta pyydettyillä lohilla, erityisesti Iijoen tapauksessa (kuvat 5 ja 6). Mitä suurempia olivat viljeltyt poikaset, sitä suurempi osuus niistä jäi syönnökselle Pohjanlahdelle: pienimmässä kokoryhmässä Pohjanlahdelle jääneitä oli 13 % mutta suurimassa 22 % (taulukko 14). Lohikantojen ja istutuspaikkojen välillä on tilastollisesti merkitseviä eroja, mutta kun tarkastellaan toteutuneita jakaumia, erot eivät ole kovin suuria (taulukot 15 ja 16). Villien poikasten toisen merivuoden syönnöslohista 94 %

ja kolmannen merivuoden lohista 88 % saatiin pääaltaalta, kun vastaavat arvot viljellyille poikasille olivat 88 ja 82 % (taulukko 17). Pohjanlahdelta ja Itämeren pääaltaalta pyydettyjen villien syönnöslohien istutuspituus oli sama, toisin kuin viljellyillä poikasilla (kuva 7). Perämeren kannasta (joka on sekoitus Tornionjoen, Simojoen ja Iijoen kannoista) poikkeaa tilastollisesti Iijoen ja Kemijoen kanta, mutta Oulu-, Kiiminki-, Simo- ja Tornionjoen kannoilla oli tilastollisesti samankaltainen merivaellus kuin Perämeren kannalla. Ainoastaan Oulujoen istutusalueelta lähtöisin olleiden lohienpoikasten merivaellukset eivät poikenneet verrokkiryhmänä olleesta Tornionjoen alueesta, mutta muiden alueiden poikasilla on tilastollisesti erilainen merijakauma kuin Tornionjoen poikasilla.



Kuva 5. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden keskimääräinen istutuspituus (mm) 2. ja 3. vuoden syönnösvuoden lohilla erikseen Itämeren pääaltaalta ja Pohjanlahdelta pyydetyille kaloille.



Kuva 6. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi-, Tornionjoen sekä Perämeren kannan Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden keskimääräinen istutuspituus (mm) 2. ja 3. vuoden syönnösvuoden lohilla erikseen Itämeren pääaltaalta ja Pohjanlahdelta pyydetyille kaloille.

Taulukko 14. Perämeren eri pituisten Carlin-merkittyjen viljeltyjen ja villien lohi-istukkaiden jakautuminen (%) alueittain toisena ja kolmantena syönnösvuonna.

Istutus- pituus, mm	Viljelty			Villi		
	Pääallas	Pohjanlahti	n	Pääallas	Pohjanlahti	n
<150	87	13	970	94	6	209
150-169	86	14	3 701	91	9	536
170-189	86	14	5 024	88	12	169
190-209	87	13	3 475	92	8	37
210-229	86	14	1 980	77	23	13
230-249	82	18	1 127			
>249	78	22	595			

Taulukko 15. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden jakautuminen (%) alueittain toisena ja kolmantena syönnösvuonna.

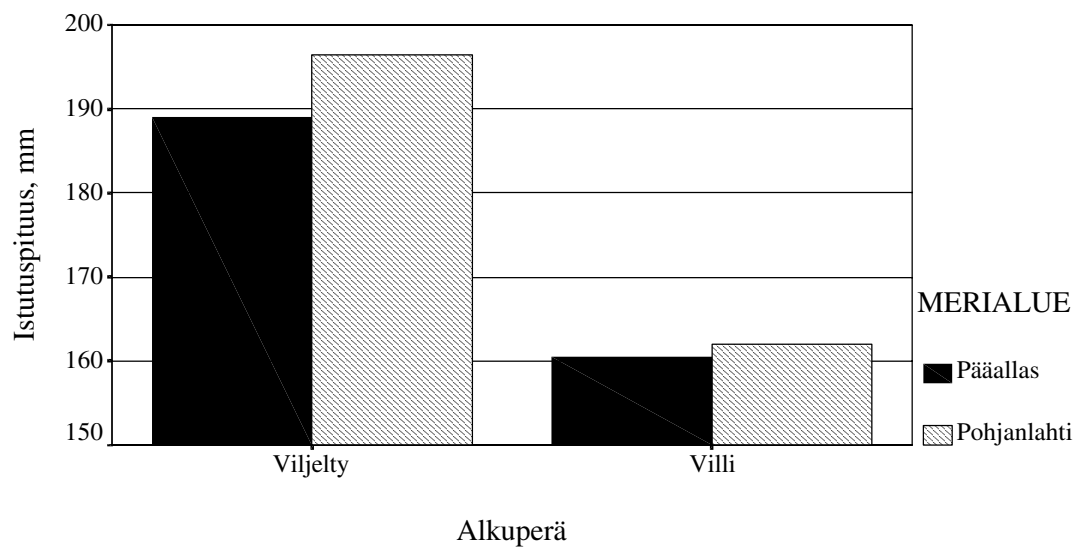
Istutus- paikka	2. syönnösvuosi			3. syönnösvuosi		
	Pääallas	Pohjanlahti	n	Pääallas	Pohjanlahti	n
Ouluj.	84	16	4 378	79	21	2 134
Kiiminkij.	88	12	216	79	21	101
Iij.	89	11	2 879	82	18	1 245
Simoj.	88	12	1 107	84	16	802
Kemij.	94	6	2 784	86	14	1 084
Tornionj.	89	11	676	84	16	463
	89	11	12 040	82	18	5 829

Taulukko 16. Oulu-, Ii-, Simo- ja Tornionjoen sekä Perämeren kantaa olleiden Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden jakautuminen (%) alueittain toisena ja kolmantena syönnösvuonna.

Kanta	2. syönnösvuosi			3. syönnösvuosi		
	Pääallas	Pohjanlahti	n	Pääallas	Pohjanlahti	n
Oulu	84	16	4 356	80	20	2 185
Ii	89	11	3 725	82	18	1 649
Simo	90	10	694	86	14	567
Tornio	90	10	948	84	16	596
Perämeri	95	5	1 739	86	14	502
	88	12	11 492	82	18	5 541

Taulukko 17. Perämeren Carlin-merkittyjen villien ja viljeltyjen lohi-istukkaiden jakautuminen (%) alueittain toisena ja kolmantena syönnösvuonna.

Alkuperä	2. syönnösvuosi			3. syönnösvuosi		
	Pääallas	Pohjanlahti	n	Pääallas	Pohjanlahti	n
Viljelty	88	12	10 983	82	18	5 084
Villi	94	6	509	88	12	457
	88	12	11 492	82	18	5 541



Kuva 7. Alkuperältään viljeltyjen tai villien Carlin-merkittyjen lohenpoikasten keskimääräinen istutuspituus (mm) 2. ja 3. syönnösvuoden lohilla erikseen Itämeren pääaltaalta ja Pohjanlahdelta pyydetyille kaloille.

3.3. Lohien kutuvaellus

Perämeren Carlin-merkityistä lohi-istukkaista kaikkiaan 6 931 sellaista lohta pyydettiin kutuvaelluksen aikana, joista pyyntipaikka oli ilmoitettu pyyntiruudun tarkkuudella. Niistä 98 % oli kolmen ensimmäisen merivuoden kaloja, joihin analyysi keskitettiin. Pohjanlahti jaettiin kolmeen alueeseen 1) leveyspiirin 62° N eteläpuoliset alueet, 2) 62–64° N ja 3) 64° N pohjoispuoliset alueet (taulukko 18). Ensimmäisen merivuoden lohista 72 % pyydystettiin Perämereltä, toisen 53 % ja kolmannen 51 %.

Taulukko 18. Perämeren Carlin-merkityistä lohi-istukkaista vuosina 1960–1998 kutuvaelluksen aikana (huhti-elokuu) Pohjanlahdelta pyydetyt yksilöt (kpl) jaoteltuna kalan iän ja pyyntialueen mukaan.

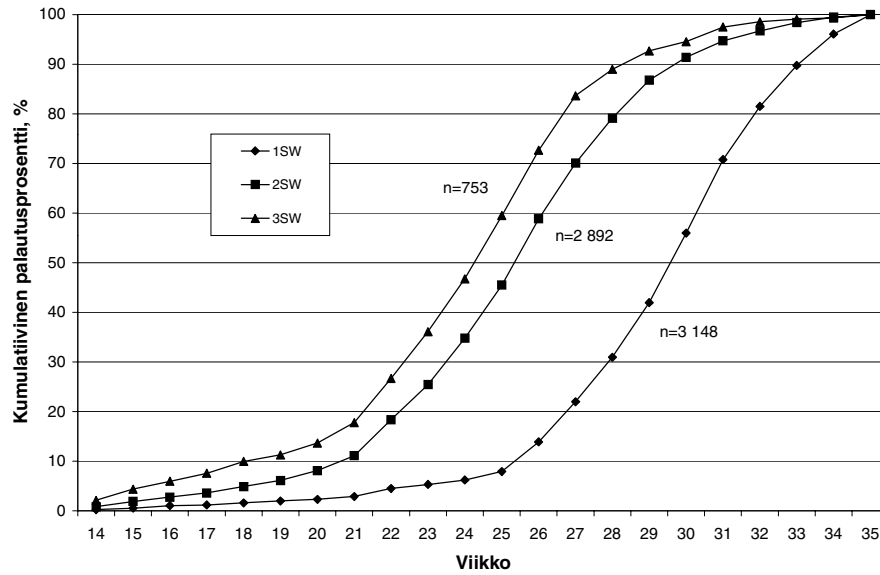
Alue	Merivuosia			Yht.
	1	2	3	
<62°	261	673	188	1 122
62–64°	549	671	183	1 403
>64°	2 335	1 542	381	4 258
Yht.	3 145	2 886	752	6 783

Perämeren (>64°) osuus kutulohien saaliista on pienentynyt ja eteläisen Selkämeren (<62°) suurentunut kaikissa ikäryhmissä viimeisen 40 vuoden aikana (taulukko 19). Kuitenkin kolmen merivuoden lohilla saaliin painopiste on siirtynyt 1990-luvulla pohjoiseen.

Taulukko 19. Perämeren Carlin-merkittyjen 1, 2 ja 3 merivuoden kutulohien osuudet (%) Pohjanlahden pyyntialueilla eri vuosikymmeninä.

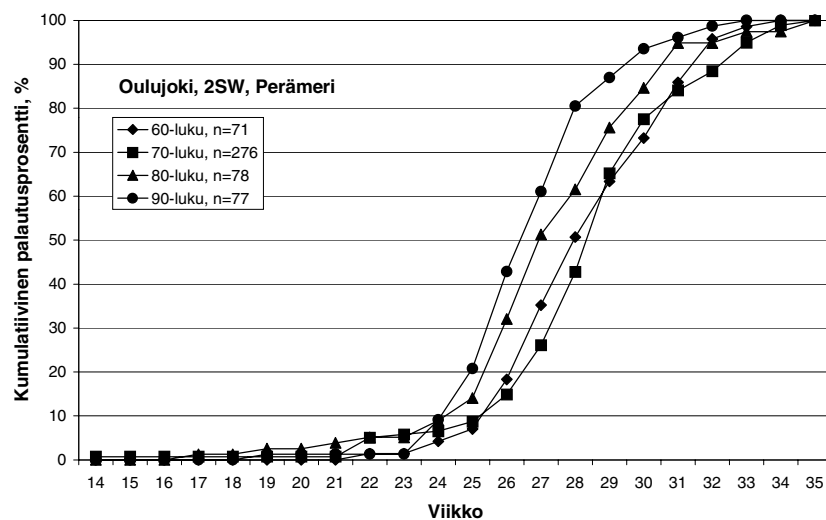
Merivuosia	Alue	1960-luku	1970-luku	1980-luku	1990-luku
1	<62°	2	1	8	17
1	62–64°	12	19	17	20
1	>64°	86	80	75	63
	Yht. n	160	736	1 567	682
2	<62°	9	8	28	32
2	62–64°	16	20	24	27
2	>64°	75	72	48	42
	Yht. n	124	689	1 528	545
3	<62°	14	12	34	22
3	62–64°	26	25	23	27
3	>64°	60	63	43	51
	Yht. n	50	181	382	139

Perämeren Carlin-merkittyjen lohien kutuvaellus oli sitä aikaisempi mitä vanhempi lohi oli (kuva 8). Kolmen merivuoden lohista 10 % oli saapunut Pohjanlahdelle viikolla 18 (toukokuun 1. viikko); vastaavat ajat 50:n ja 90 %:n osuuksille olivat viikot 24 ja 28. Yhden merivuoden ”kosseista” 10 % oli saapunut Pohjanlahdelle viikolla 25/26, 50 % viikolla 29/30 ja 90 % viikolla 33.



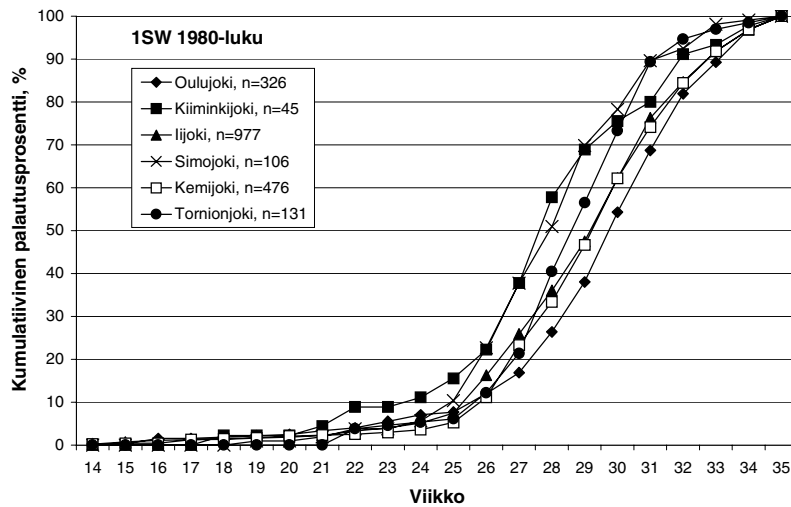
Kuva 8. Perämeren Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti yhden (1SW), kahden (2SW) ja kolmen (3SW) meritalven kutulohille Pohjanlahdella huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35). Lohien pyyntipäivä on sijoitettu viikkojako, jossa viikko 1 alkaa tammiukuun 1. päivänä.

Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden kutuvaelluksen ajoittumisen muutosta tutkittiin Oulujoen materiaalilla, josta oli aineistoa koko tutkimusjaksolta. Kutuvaellus on aikaistunut huomattavasti viimeisen 40 vuoden aikana (kuva 9). Kutuvaelluksen aikaistuminen on alkanut 1980-luvulla. 1960- ja 1970-luvulla istutettujen kahden meritalven kutulohista 50 % oli saapunut Perämerelle viikolla 28, kun vastaava osuus oli saapunut 1990-luvulla jo viikolla 26, siis kaksi viikkoa aikaisemmin kuin 1960-luvulla. Yhden ja kolmen meritalven lohilla kutunousu on aikaistunut vähemmän, noin viikolla.

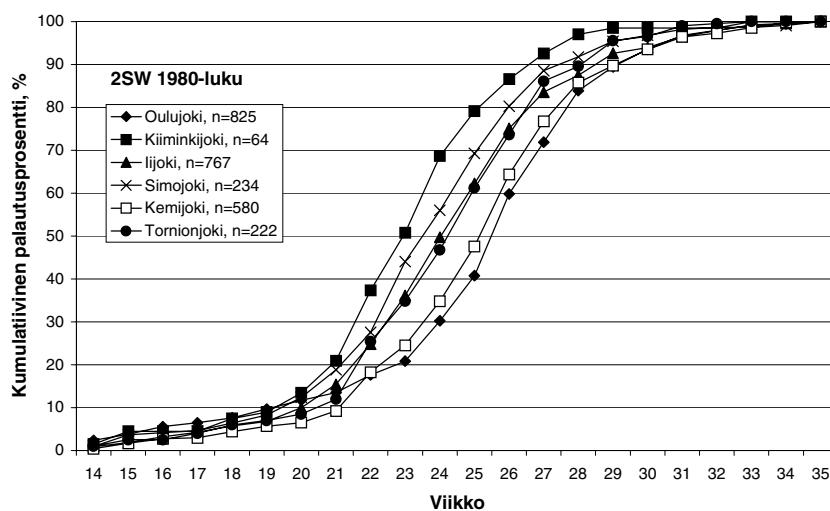


Kuva 9. Oulujoen Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti Perämereltä (>64 ° leveyspiiri) pyydetyille kahden meritalven kutulohille huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35) vuosikymmenittäin. Viikkojako kuten kuvassa 8.

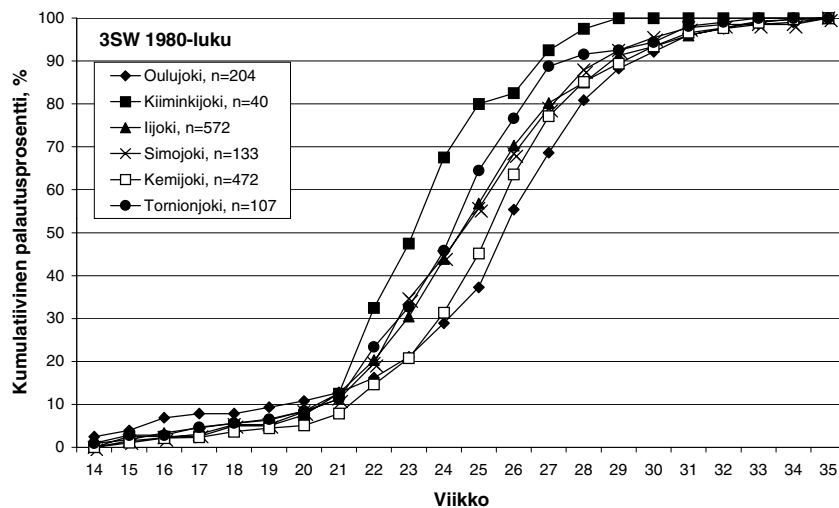
Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden kutuvaelluksen ajoittuminen oli selvästi riippuvainen istutusjoesta: 1980 -luvulla varhaisimmat nousijat ovat kaikissa ikäryhmissä Kiiminkijokeen istutettuja lohia ja myöhäisimmät nousijat ovat Oulujoen istukkaita (kuvat 10–12). Myös Kemijoen istukkaiden kutuvaellus on keskimääräistä myöhäisempi. Ii-, Simo ja Tornionjoen istukkaiden kutuvaellus on ajoitukseltaan keskimääräistä. Edellä mainittu järjestys säilyi 1990-luvulla paitsi, että varhaisten nousijoiden ryhmän muodostivat Kiiminki-, Ii- ja Simojoen istukkaat (kuva 13). 1960- ja 1970-luvulla Oulu-, Ii- ja Simojoen istukkaiden merkkipalautukset kutulohista muodostivat 95 % kaikista palautuksista, minkä takia nousun ajoittumista ei tutkittu joki-kohtaisesti tänä aikana.



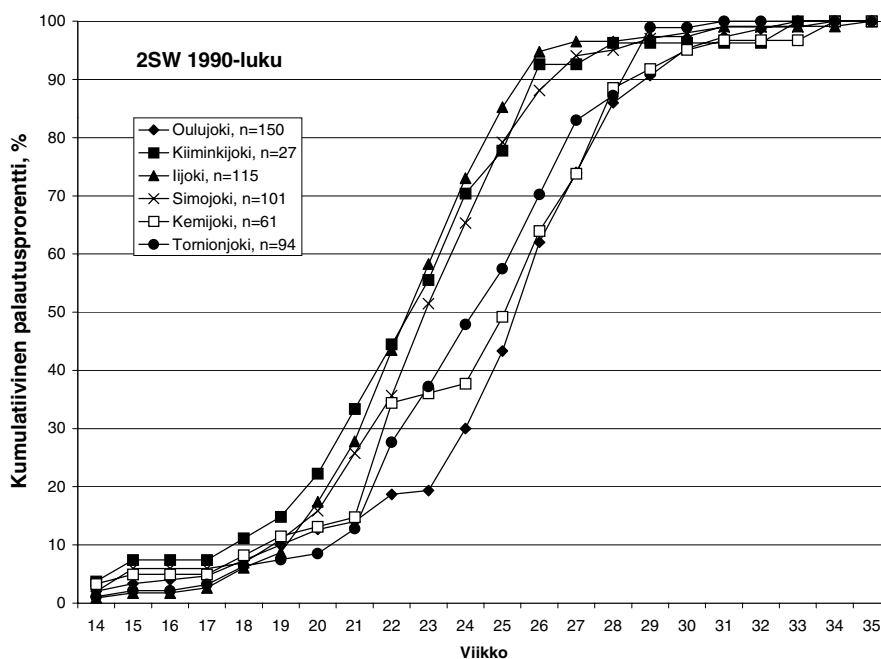
Kuva 10. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen 1980-luvulla Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti yhden (1SW) meritalven kutulohille Pohjanlahdella huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35). Viikkojako kuten kuvassa 8.



Kuva 11. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen 1980-luvulla Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti kahden (2SW) meritalven kutulohille Pohjanlahdella huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35). Viikkojako kuten kuvassa 8.

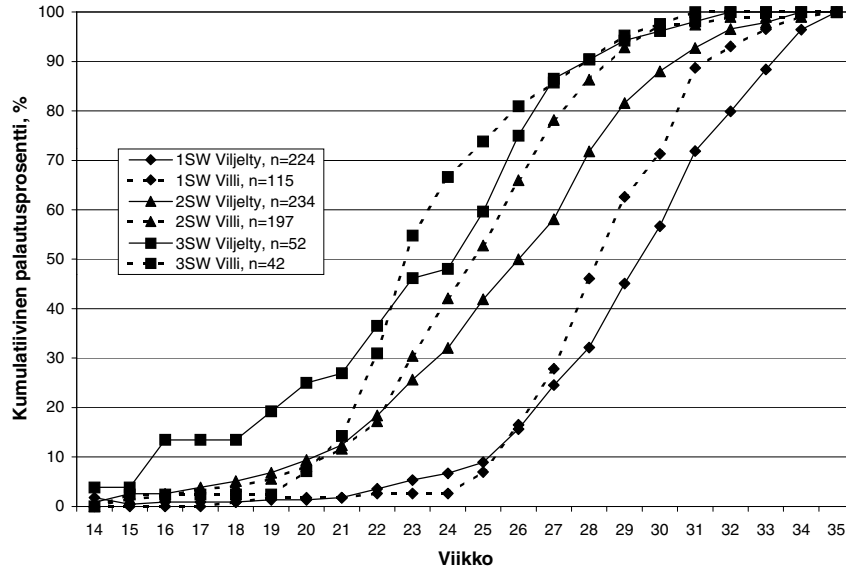


Kuva 12. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen 1980-luvulla Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti kolmen (3SW) meritalven kutulohille Pohjanlahdella huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35). Viikkojako kuten kuvassa 8.



Kuva 13. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen 1990-luvulla Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti kahden (2SW) meritalven kutulohille Pohjanlahdella huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35). Viikkojako kuten kuvassa 8.

Kussakin ikäryhmässä (Simojoen) villien kutukalojen kutuvaellus tapahtui aikaisemmin kuin viljelyalkuperäisillä lohilla (kuva 14). Ero oli suurimmillaan n. 10 päivää kussakin ikäryhmässä. Toisaalta kutuvaelluksen alussa viljeltyjen kalojen osuus oli yleensä suurempi kuin villien, varsinkin 3SW-lohilla. Toisin sanoen villien lohien kutuvaellus oli kestoltaan lyhyt mutta intensiivinen verrattuna viljeltyihin lohiin.



Kuva 14. Simojoen Carlin-merkittyjen lohenpoikasten kumulatiivinen palautusprosentti viljellyille ja villoille yhden (1SW), kahden (2SW) ja kolmen (3SW) meritalven kutulohille Pohjanlahdella huhtikuun alusta (viikko 14) elokuun loppuun (viikko 35). Viikkojako kuten kuvassa 8.

Perämereltä (leveyspiiri > 64°) pyydettyjen vanhempien (2SW ja 3SW) villien lohien osuus Pohjanlahdelta pyydyistä kutulohista oli huomattavasti pienempi kuin vastaavilla viljeltyillä lohilla (taulukko 20). Toisin sanoen aikaisin vaeltavia suuria viljeltyjä lohia pyydyttiin suhteellisesti enemmän Pohjanlahden eteläiseltä kuin pohjoiselta rannikolta.

Taulukko 20. Simojoen viljeltyjen ja villien lohenpoikasten Carlin-merkkipalautusten osuudet (%) Pohjanlahden leveyspiirein rajatuilta alueilta kalastettujen erikäisten kutulohien kesken. Osuudet summautuvat 100 %:iin ikäryhmittäin ja alkuperän suhteen (esim. 1 merivuoden villit: 10+12+78=100).

Merivuosisia	<62°		62–64°		>64°	
	Viljelty	Villi	Viljelty	Villi	Viljelty	Villi
1	6	10	15	12	79	78
2	19	26	19	28	62	46
3	29	29	23	33	48	38

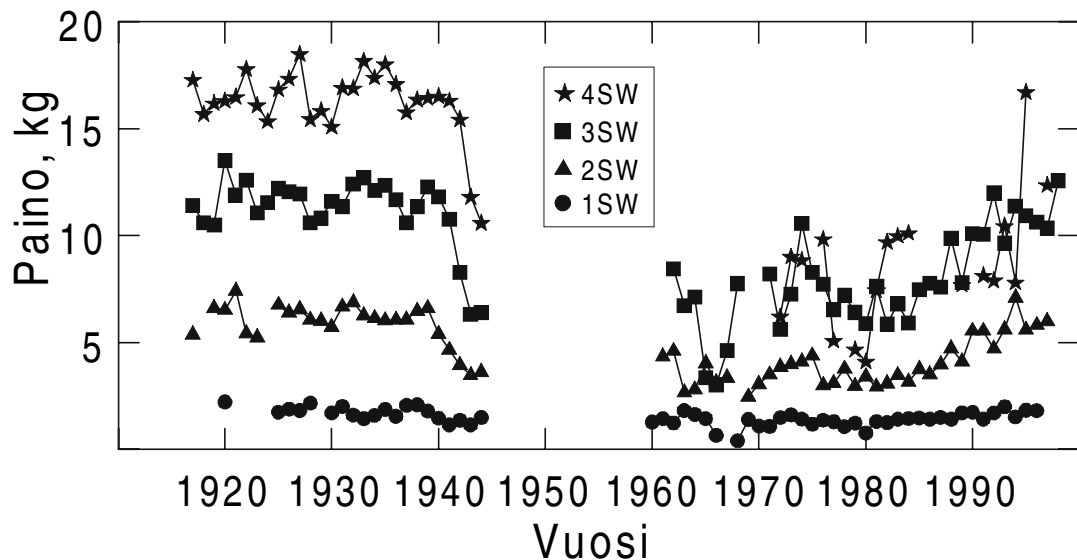
Alkuperältään villien poikasten osuus kutuvaelluksen aikana pyydyistä lohista oli 7 % 1970-luvulla, 3 % 1980-luvulla ja 10 % 1990-luvulla. Touko- ja kesäkuussa villien kutulohien osuus oli suurimmillaan (taulukko 21).

Taulukko 21. Perämeren viljeltyjen ja villien lohenpoikasten Carlin-merkkipalautusten osuudet (%) kutuvaelluksen aikana Pohjanlahdella eri kuukausina vuosikymmenittäin.

Kuukausi	1970-luku			1980-luku			1990-luku		
	Viljelty	Villi	n	Viljelty	Villi	n	Viljelty	Villi	n
IV	90	10	31	99	1	125	91	9	47
V	81	19	58	97	3	269	89	11	141
VI	86	14	320	95	5	1 111	89	11	418
VII	93	7	713	98	2	1 348	89	11	582
VIII	98	2	534	98	2	682	96	4	206

3.4. Kutulohien paino 1900-luvulla

Kutukypsien Perämeren lohien kasvussa on ollut huomattavaa vaihtelua 1900-luvulla. 1920- ja 30-luvulla lohien ikäryhmäkohtainen keskipaino oli suurimmillaan. Missään ikäryhmässä kalojen keskipainossa ei ollut nousevaa tai laskevaa suuntaa tänä aikana (kuva 15). Vuosina 1940–44 lohien keskipaino laski voimakkaasti: toisen ja kolmannen merivuoden lohilla keskipaino oli vuosina 1943–44 lähes 50 % pienempi kuin 20- ja 30-luvulla. 1960-luvulle tultaessa lohien keskipaino oli samalla tasolla kuin 1944. Lohien kasvu parani hiukan 1970- ja 1980-luvulla: kahden merivuoden kutukalojen paino oli n. 17 % suurempi 1980- kuin 1960-luvulla. Vuosina 1970–75 oli varsin selvä nopean kasvun jakso, joka parhaiten näkyy 2SW-lohilla (kuva 15). 1980-luvun lopussa lohien kasvu parani huomattavasti, ja 1990-luvulla kutukalojen ikäryhmäkohtainen keskipaino oli lähes sama kuin vuosisadan alussa. Yhden merivuoden lohet olivat 1990-luvulla 6 %, kahden 7 % ja kolmen merivuoden lohet 7 % kevyempiä kuin vuosisadan alussa, mutta vastaavasti 28, 42 ja 44 % painavampia kuin 1960-luvulla (taulukko 21).



Kuva 15. Perämeren sukukypsien lohien keskipaino (kg) 1–4 meressä vietetyn vuoden jälkeen vuosina 1917–1999. Vuosien 1917–44 aineistossa on vain ensimmäistä kertaa kutevia lohia, mutta vuoden 1960 jälkeen aineistossa on mukana myös uudelleen kutijoita, mikä laskee vanhempien 3SW ja 4SW lohien keskipainoa.

Taulukko 21. Perämeren sukukypsien lohien keskipaino (kg) ja sen hajonta (\pm S.D.) 1–4 meressä vietetyn vuoden jälkeen eri vuosikymmenillä. Aineisto sama kuin kuvassa 15.

Meri- vuosia	1917-40		1943-44		1960-luku		1970-luku		1980-luku		1990-luku	
	Kg	S.D.	Kg	S.D.	Kg	S.D.	Kg	S.D.	Kg	S.D.	Kg	S.D.
1	1,8	0,3	1,4	0,3	1,2	0,4	1,2	0,2	1,4	0,2	1,7	0,2
2	6,3	0,8	3,5	0,6	3,4	0,7	3,5	0,5	4,1	0,9	5,8	0,8
3	11,7	1,0	6,4	1,4	6,1	2,1	7,3	1,4	8,5	1,9	10,9	1,0
4	16,7	1,1	11,1	1,1	5,2	3,4	7,5	2,5	8,9	1,3	12,3	4,5

3.5. Lohien kasvu syönnösvaelluksella

Syönnöksellä olevien lohien kasvusta on ainoastaan Carlin-merkintöihin perustuvaa aineistoa 1960-luvulta lähtien. Myös syönnöksellä olleiden lohien keskipaino oli suurin 1990-luvulla. Ikäryhmissä 2–4 merivuotta lohet olivat 17–39 % painavampia 1990-luvulla kuin 1960-luvulla (taulukko 22).

Taulukko 22. Perämeren lohi-istukkaiden keskipaino (kg) syönnösvaiheessa ja sen hajonta (\pm S.D.) merivuositain (PS=postsmoltti, 2S toisen vuoden syönnöslohi, ks. taulukko 12) 1960-luvulta 1990-luvulle.

Meri- vuosia	1960-luku		1970-luku		1980-luku		1990-luku	
	Kg	S.D.	Kg	S.D.	Kg	S.D.	Kg	S.D.
PS	0,35	0,42	0,43	0,41	0,51	0,28	0,54	0,23
2S	2,57	0,41	2,85	0,24	3,36	0,47	4,00	0,24
3S	4,89	0,64	4,83	0,27	5,07	0,64	5,86	0,40
4S	6,02	1,43	6,13	0,67	6,66	0,87	9,93	2,79

Perämeren lohi-istukkaiden ikäryhmäkohtainen keskipaino oli voimakkaasti riippuvainen kalojen syönnösalueesta: kasvu oli etelässä nopeampaa kuin pohjoisessa (taulukko 23). Postsmolteilla havaitut suuret erot johtuvat paljolti siitä, että Pohjanlahdelta saadut lohet ovat olleet vasta matkalla syönnösalueilleen. Kolmena ensimmäisenä merivuotenaan lohet painoivat Itämeren pääaltaalla (osa-alueet ≤ 28) keskimäärin 2,1, 3,6 ja 5,2 kiloa. Vastaavasti naaraiden keskipaino pääaltaalla oli sama kuin koiraiden keskipaino (taulukko 24, ANOVA: sukupuoli $F=0,32$, $p=0,57$), mutta niin että nuoret naaraat olivat painavampia kuin nuoret koiraat, ja vanhat koiraat olivat painavampia kuin vanhat naaraat (taulukko 24, ANOVA: merivuosi*sukupuoli $F=4,6$, $p=0,001$).

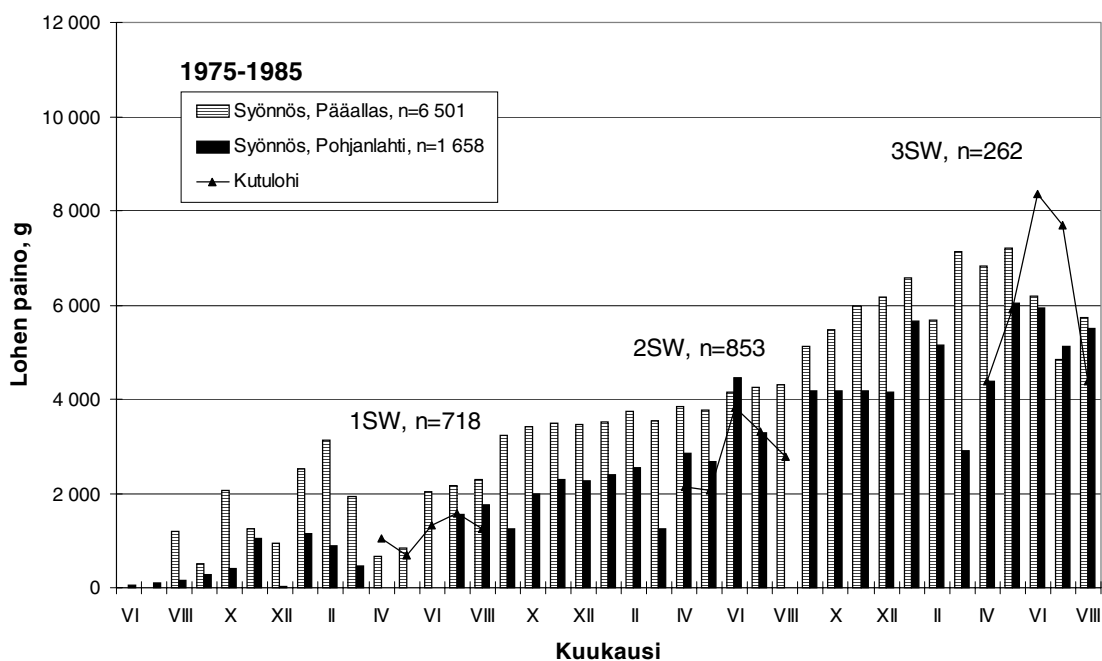
Taulukko 23. Perämeren lohi-istukkaiden keskipaino (kg) syönnösvaiheessa merivuositain ja ICES:n osa-alueittain (PS=postsmoltti, 2S toisen vuoden syönnöslohi, ks. taulukko 12).

Osa-alue	Merivuositain		
	PS	2S	3S
24-26	2,31	3,68	5,16
27-28	1,78	3,37	5,28
29	0,42	2,90	5,37
30	0,36	2,67	4,64
31	0,12	1,41	3,94

Taulukko 24. Itämeren pääaltaalla (osa-alueet 24–28) syönnöksellä olleiden Perämeren lohi-istukkaiden keskipaino merivuositain ja sukupuolittain (PS=postsmoltti, 2S toisen vuoden syönnöslohi, jne.).

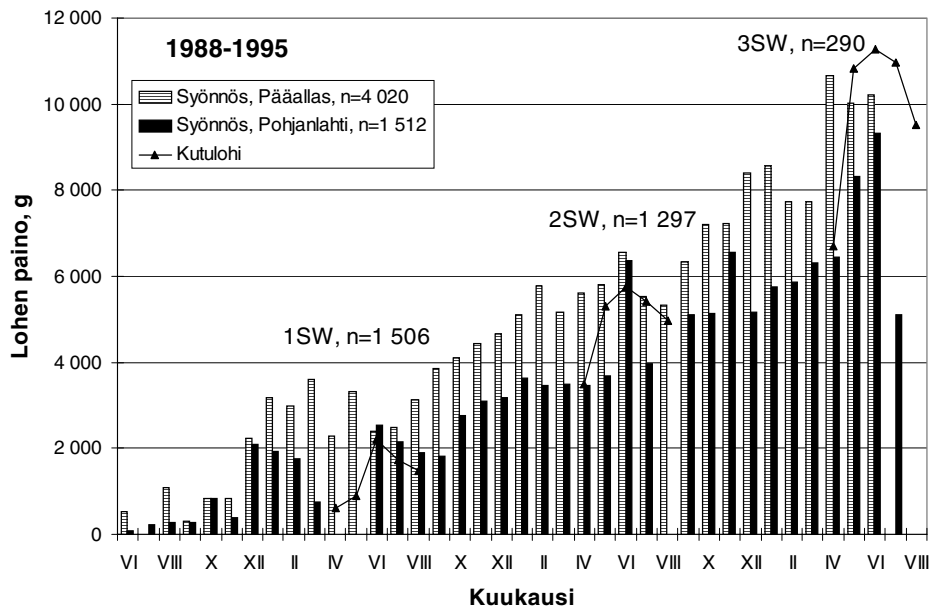
Merivuosia	Koiras		Naaras	
	Paino, kg	n	Paino, kg	n
PS	2,41	3	2,47	18
2S	3,55	245	3,89	826
3S	5,48	151	5,62	451
4S	9,34	27	7,29	41

Vuosina 1975–1985 (hitaan kasvun jakso, ks. kuva 16) istutettujen lohienpoikasten postsmolttivaiheen kasvu oli pääaltaalla kaksinkertaista verrattuna Pohjanlahteen. Ensimmäisen meritalven kutukalojen kuukausikeskipaino vaihteli 0,7 kilosta 1,6 kiloon. Toisena ja kolmantena merivuonna pääaltaalla syönnöstävien lohien keskipaino oli selvästi suurempi kuin Pohjanlahdella (kuva 16). Toisen ja kolmannen merivuoden kutukaloilla keskipaino oli suurimmillaan kesäkuussa, jonka jälkeen kutukalojen paino pieneni (kuva 16).



Kuva 16. Vuosina 1975–1985 Perämerelle istutettujen Carlin-merkittyjen poikasten keskipaino (g) kuukausittain istutuksen jälkeen erikseen Itämeren pääaltaalla ja Pohjanlahdella syönnöstäville lohille sekä yhden (1SW), kahden (2SW) ja kolmen (3SW) meritalven kutulohille.

Vuosina 1988–1995 (nopean kasvun jakso, ks. kuva 17) istutettujen lohenpoikasten ensimmäisen meritalven kasvu oli nopeaa: 2 kg:n paino saavutettiin vuodenvaihteeseen mennessä sekä pääaltaalla että Pohjanlahdella. Luultavasti kasvu ei todellisuudessa ollut näin nopeaa, sillä ensimmäisen meritalven kutulohien paino oli suurimmillaan (kesäkuussa) vain 2,4 kiloa (kuva 17). Toisen ja kolmannen meritalven syönnöslohien keskipaino oli pienempi kuin pääaltaalla. Kaikenikäisillä kutulohilla keskipaino oli pienin kutuvaelluksen alkaessa huhtikuussa, suurimmillaan kesäkuussa, jonka jälkeen niiden keskipaino pieneni (kuva 17).



Kuva 17. Vuosina 1988–1995 Perämerelle istutettujen Carlin-merkittyjen poikasten keskipituus (mm) kuukausittain istutuksen jälkeen erikseen pääaltaalla ja Pohjanlahdella syönnöstäville lohille sekä yhden (1SW), kahden (2SW) ja kolmen (3SW) meritalven kutulohille.

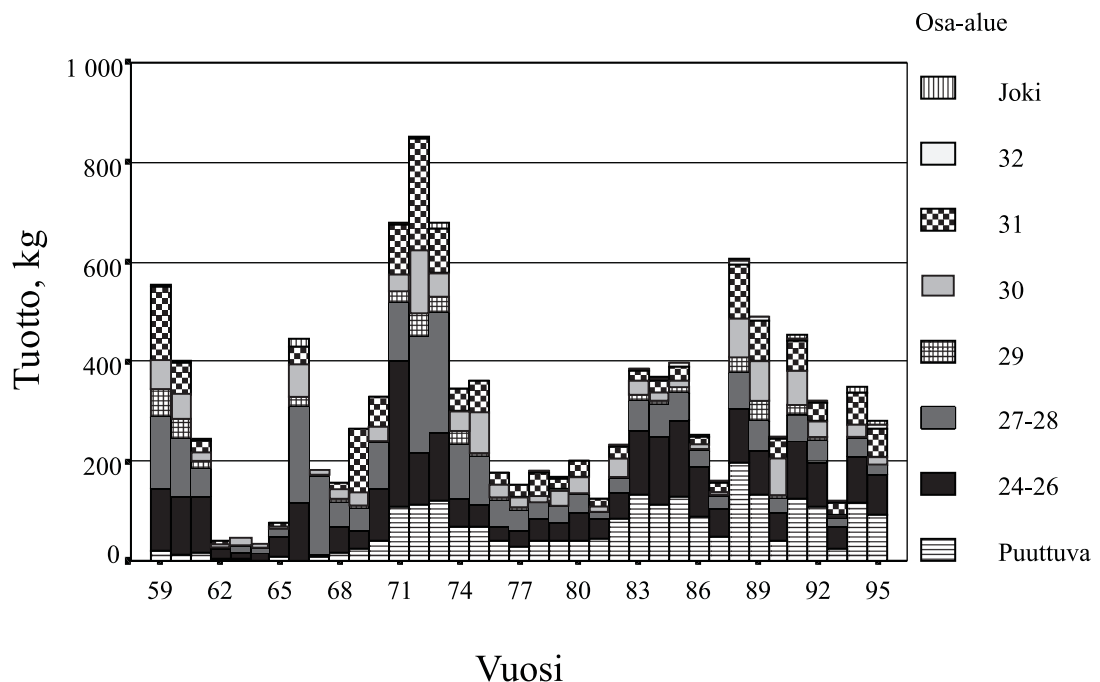
3.6. Istutusten tuotto

Vuosina 1959–1995 Perämeren 544:n Carlin-merkityn lohi-istukaserän keskimääräinen korjaamaton saalistuotto oli 324 kiloa tuhatta istukasta kohden (keskihajonta \pm 240 kg). Koska tuoton vaihtelu oli suurta, sitä tutkittiin kovarianssianalyysillä. Selittäviksi muuttujiksi valittiin istutusvuosi, kalojen alkuperä istutuspaikan suhteen (Joki) ja sen mukaan oliko poikanen villi vai viljelty (Viljely) sekä kovariaattina istukaserän keskipaino. Kovarianssimalli selitti 77 % tuoton vaihtelusta (taulukko 25). Vuosien välinen vaihtelu oli tärkein vaihtelun yksittäinen selittäjä (27 %), istukaserän keskipaino selitti 13 %, istutusjoki 10 %, mutta kalan alkuperä ainoastaan 2,5 %. Istutusvuoden ja -joen yhdysvaikutus selitti toiseksi eniten tuoton vaihtelua, 21 %. Toisin sanoen eri jokien istutusten tuoton muutokset eivät tapahtuneet samalla tavalla eri vuosina.

Taulukko 25. Kovarianssianalyysin tulokset Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istutusten tuottoon vaikuttavista tekijöistä.

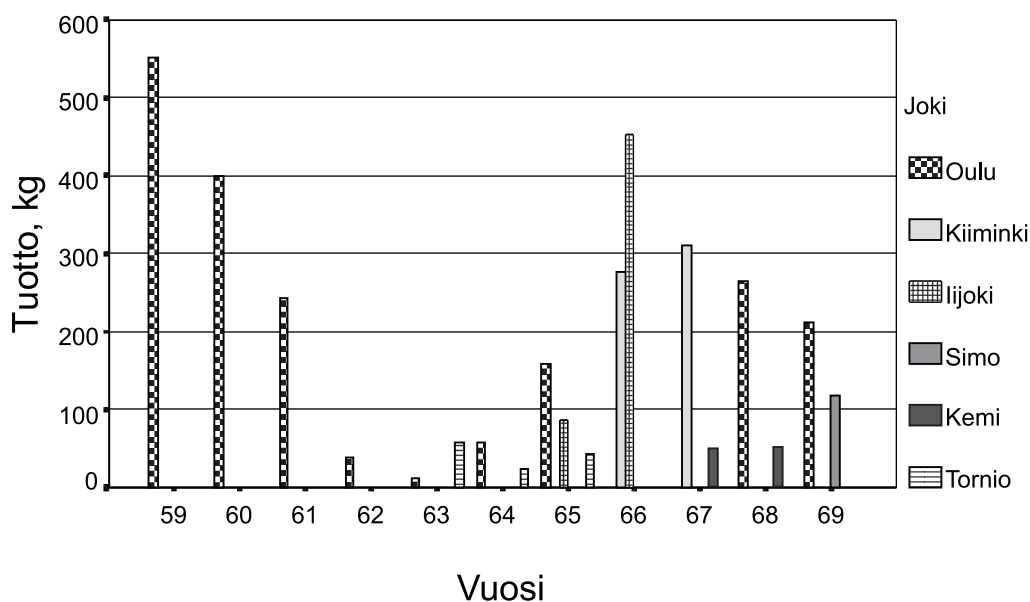
Vaihtelulähde	df	MS	F	p	r ² %	Power
Malli	157	153 152	8,0	0,0000	76,6	1,00
Vuosi	36	171 766	9,0	0,0000	26,6	1,00
Keskipaino	1	2 075 783	108,8	0,0000	12,8	1,00
Joki	5	316 103	16,6	0,0000	10,3	1,00
Viljely	2	164 831	8,6	0,0002	2,5	0,97
Vuosi * Viljely	19	22 423	1,2	0,2752	3,2	0,82
Vuosi * Joki	86	49 876	2,6	0,0000	21,4	1,00
Viljely * Joki	1	22 080	1,2	0,2827	0,2	0,19
Error	386	19 077				

Vuosien välinen vaihtelu tuotossa on ollut hyvin suurta (kuvat 18). Ensimmäisten istutusten tuotto oli yli 500 kiloa, mutta jo 1960-luvun puolivälissä tuotto oli romahtanut kymmenenteen osaan (31–75 kiloa). Saalustuotot nousivat voimakkaasti 1960-luvun lopulla, ja vuonna 1972 saavutettiin 849 kilon keskituotto. Tämän jälkeen tuottotaso laski alle 200 kilon, kunnes vuodesta 1983 istutusten tuotto kipusi 400 kiloon ja vuonna 1988 tehtyjen istutusten tuotto oli keskimäärin 623 kiloa. 1990-luvulla tuotot ovat laskeneet alle 400 kilon.



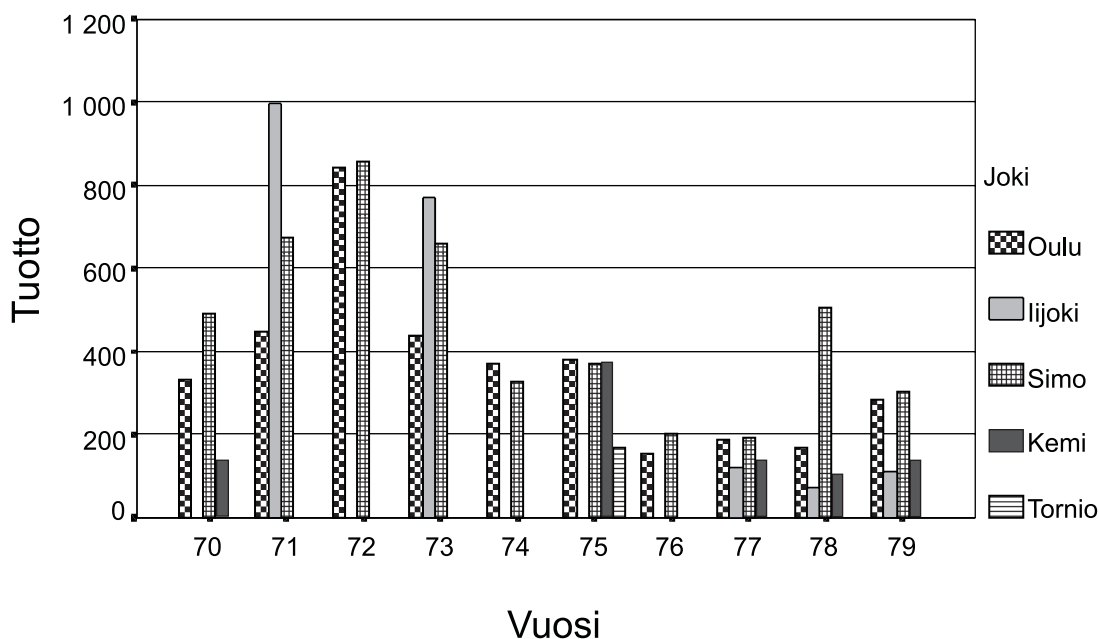
Kuva 18. Perämeren vuosina 1959–1995 Carlin-merkittyjen lohi-istutuserien saalistuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton). Kunkin vuoden tuottopylväs on jaettu eri alueilta saatuihin saalistuottoihin.

Kun tarkastellaan istutusten tuottoja eri vuosikymmenillä ja jokikohtaisesti, havaitaan, että 1960-luvulla Oulujoen tuottovaihtelua seurasivat niin Kiiminki- kuin Lijoen istutukset. Sen sijaan Kemi- ja Tornionjoen istutukset tuottivat vähän tähän aikaan. Kuitenkin ainoastaan Oulujoen aineisto kattaa lähes kaikki vuodet 1960-luvulla (kuva 19).



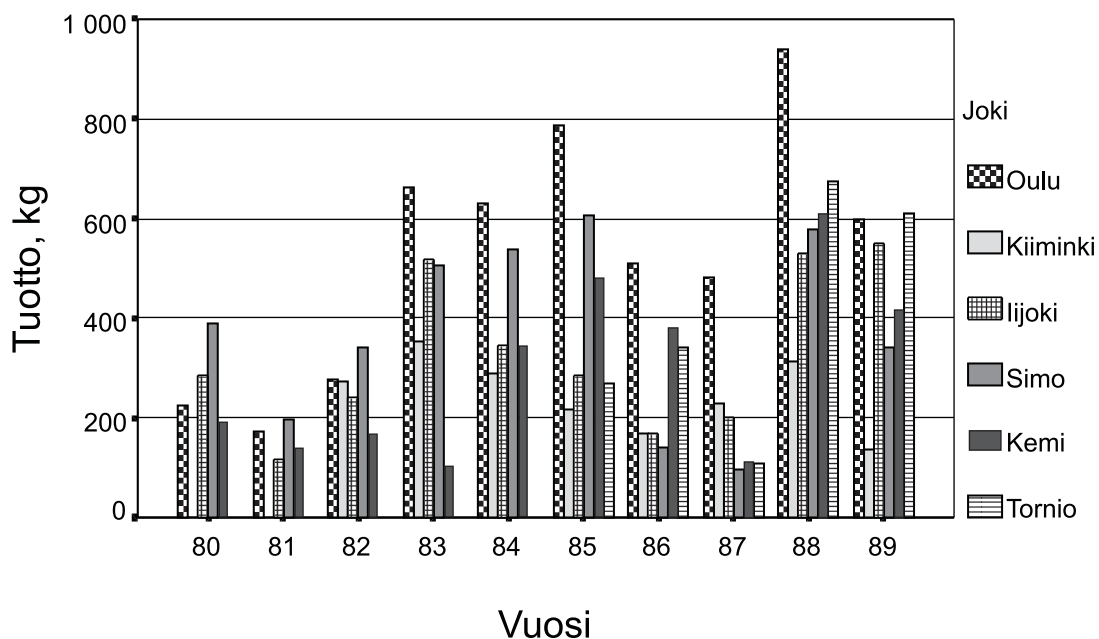
Kuva 19. Perämeren vuosina 1959–1969 Carlin-merkittyjen lohi-istutuserien saalistuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton).

Jokien väliset erot tuotossa olivat 1970-luvulla varsin pieniä. Vuosina 1971–73 istutusten tuotossa oli n. 800 kilon maksimi niin Oulu-, Ii- kuin Simojoellakin. 1970-luvun lopussa tuottotaso laski n. 200 kiloon kaikissa joissa (kuva 20).



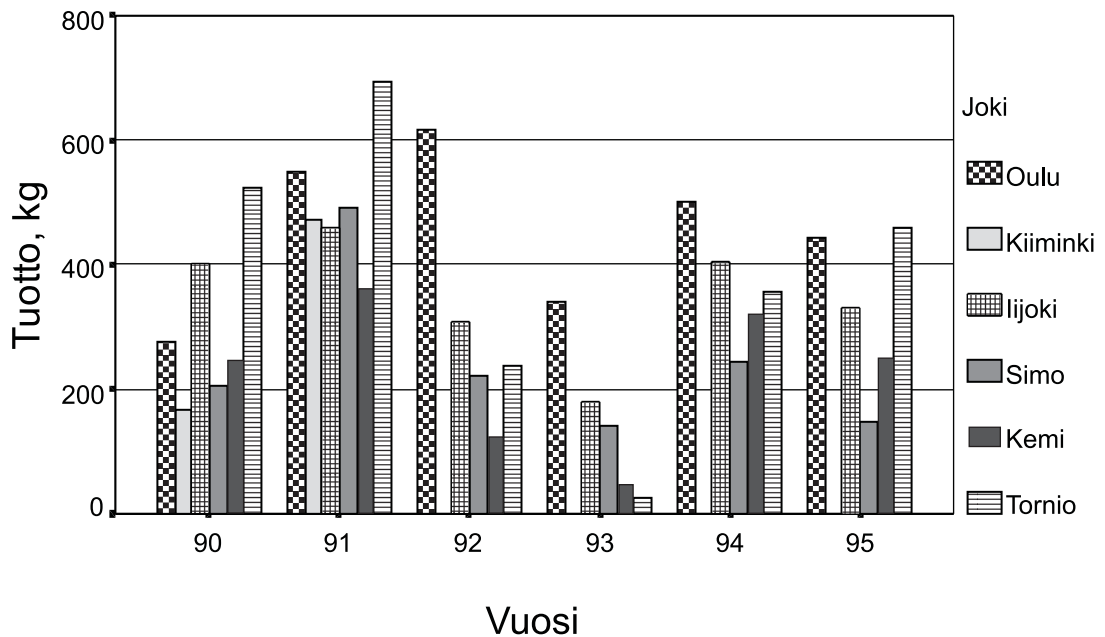
Kuva 20. Perämeren vuosina 1970–1979 Carlin-merkittyjen lohi-istutuserien saalistuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton).

Sen sijaan 1980-luvulla jokien välillä oli varsin suuria vuosien välisiä eroja tuotossa (kuva 21). 1970-luvun lopulla todettu n. 200 kilon tuottotaso jatkui kaikissa Perämeren joissa vuoteen 1982 saakka. Tämän jälkeen tuotot nousivat vuoteen 1985 saakka siten, että Oulu- ja Simojoella tuotot nousivat enemmän kuin muissa joissa. Kemijoella nousu tapahtui myöhemmin, ja vuonna 1987 kolmen pohjoisimman joen (Tornion-, Kemi, ja Simojoki) tuotto oli heikko, noin 100 kiloa. Oulujoella samana aikana mitattiin yli 400 kilon tuotto ja Kiiminki- ja Iijoen n. 200 kiloa. Vuonna 1988 tehtyjen Perämeren istutusten tuotto nousi kaikissa joissa voimakkaasti. Kiiminkijoen 315 kilon tuotto poislukien muissa joissa saatiin keskimäärin 667 kilon tuotto.



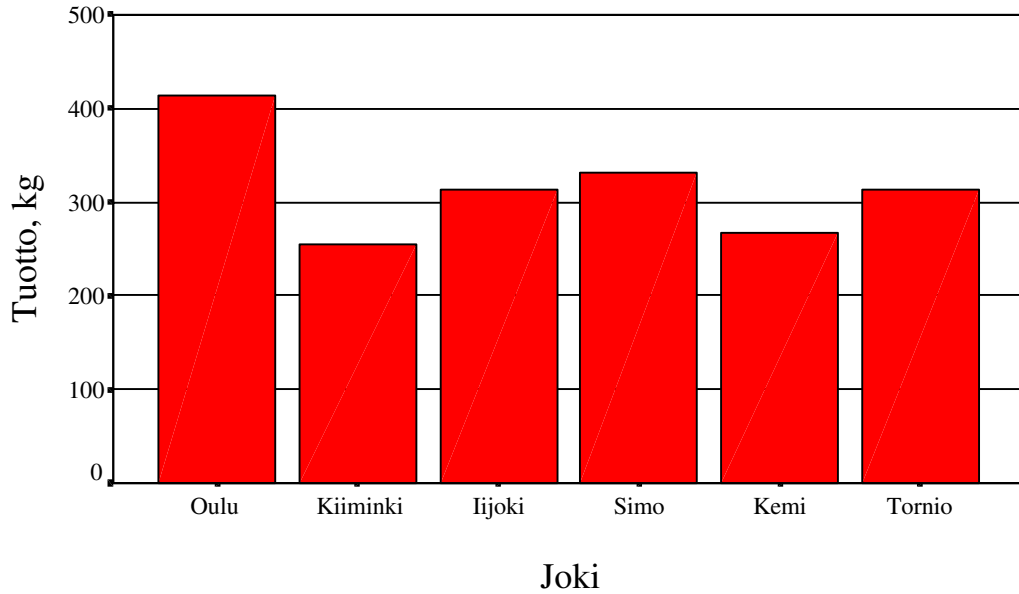
Kuva 21. Perämeren vuosina 1980–1989 Carlin-merkittyjen lohi-istutuserien saalistuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton).

Jokien väliset erot eri vuosien tuotoissa olivat 1990-luvulla melko vähäisiä (kuva 22). Kuitenkin Tornionjoen istutukset tuottivat vuonna 1990 puolet ja vuonna 1991 kolmanneksen enemmän kuin muiden jokien istutukset keskimäärin. Vuosina 1992 ja erityisesti 1993 istutusten tuotto laski ennätysmäisen alas Tornion- ja Kemijoessa. Samalla tavalla kuin 1980-luvulla Oulujoen istutusten tuoton vaihtelu oli saman suuntaista kuin muillakin joilla, mutta vuosia 1990 ja 1991 lukuun ottamatta tuottotaso oli suurempi tai yhtä suuri kuin muissa Perämeren joissa.



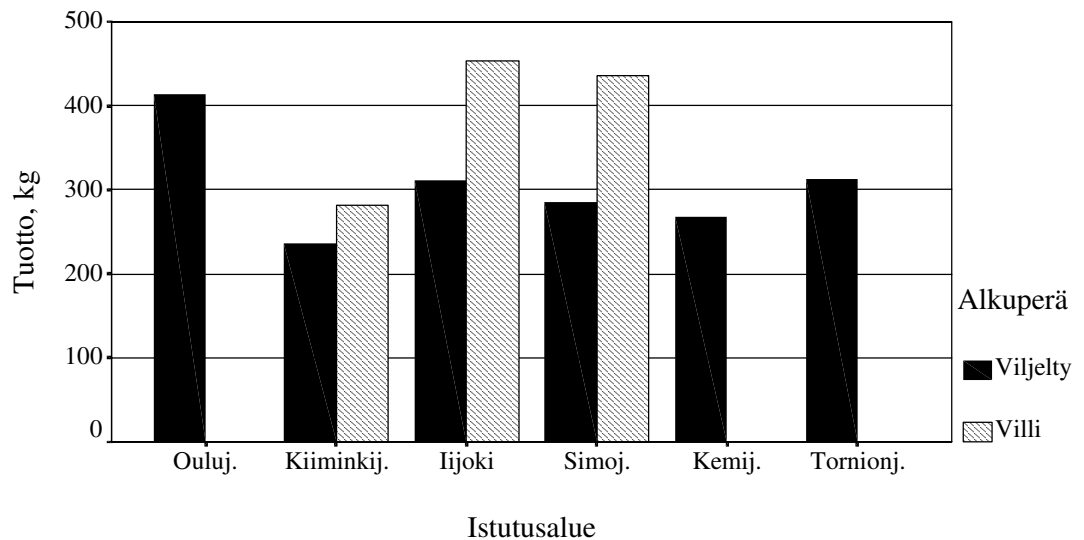
Kuva 22. Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istutuserien saalistuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton) vuosina 1990–1995 tehdyille istutuksille.

Oulujoen istutusten keskimääräinen saalistuotto oli tilastollisesti (Tukeyn testi, $p < 0,05$) merkitsevästi suurempi kuin Kiiminki, Ii- ja Kemijoessa. Tornion ja Simojoen keskimääräinen tuotto ei poikennut merkitsevästi minkään muun joen tuotosta (kuva 23).



Kuva 23. Perämeren lohi-istutusten keskimääräinen tuotto (saalis kg/1000 istukasta, korjaamaton).

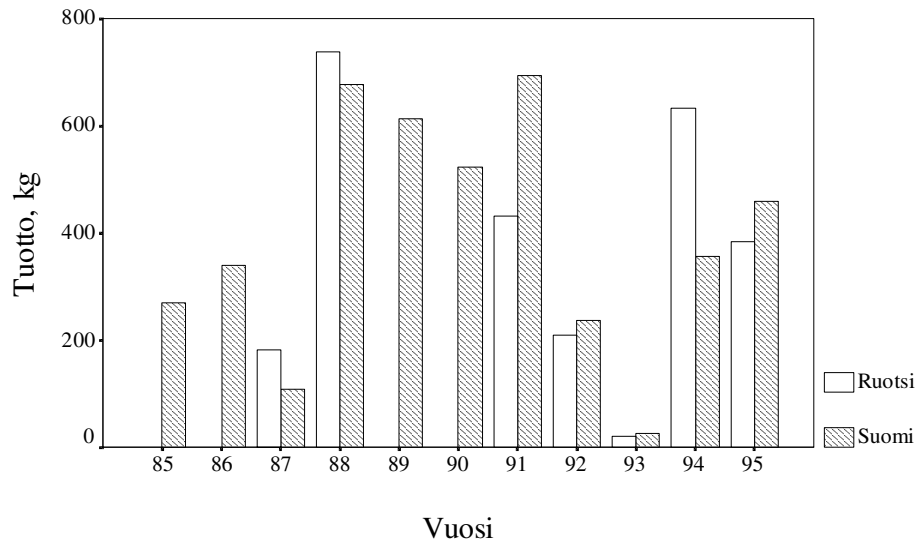
Viljeltyjen lohenoikasten istukaserän keskipaino korreloi positiivisesti ja merkitsevästi istutuksen tuoton kanssa, mutta villoilla smolteilla tai jokipoikasina istutetuilla ei ollut merkitsevää riippuvuutta kalojen koon ja tuoton välillä. Villien poikasten tuotto oli merkitsevästi suurempi kuin viljeltyjen smottien tuotto (kuva 24).



Kuva 24. Perämeren lohi-istutusten keskimääräinen tuotto (saalis kg/1000 istukasta, korjaamaton) Carlin-merkintöjen mukaan.

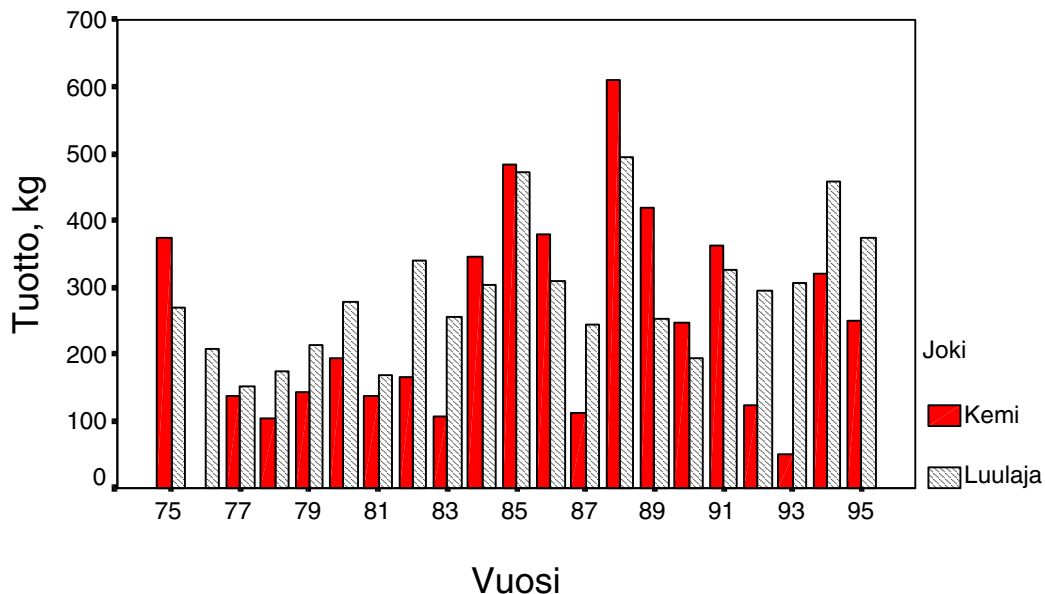
3.6.1. Ruotsalaisten Carlin-merkintätulokset: Luulaja- ja Tornionjoki

Tornionjoella suomalaisten ja ruotsalaisten tekemien Carlin-merkintöjen tulokset olivat lähes identtisiä (kuva 25). Kun mukaan otettiin ne vuodet, joita löytyi palautuksia molemmista maista, oli ruotsalaisten tekemien merkintöjen keskituotto 371 kiloa ja suomalaisten 365 kiloa (ANOVA, $p=0,98$). Vuosien välinen vaihtelu on ollut samansuuntaista: esimerkiksi vuoden 1993 tuotto oli molempien maiden tekemien merkintöjen perusteella ennätysmäisen pieni, n. 25 kiloa.



Kuva 25. Tornionjoella ruotsalaisten ja suomalaisten vuosina 1985–1995 tekemien Carlin-merkintöjen tuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton).

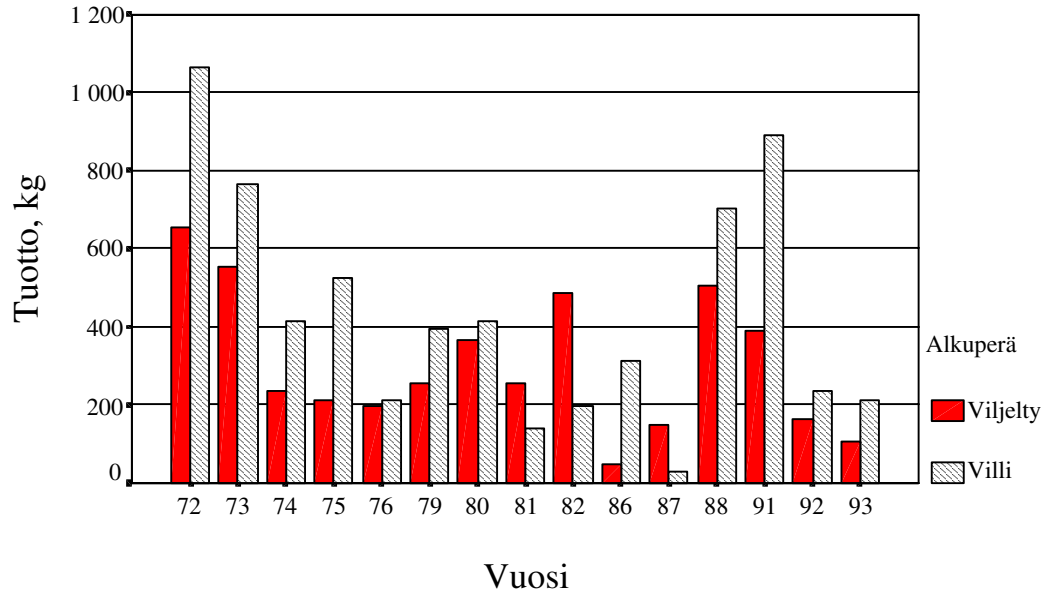
Kemi- ja Luulajajoella vuosina 1975–1995 tehtyjen Carlin merkintöjen tulokset ovat olleet samansuuntaisia. Keskimääräinen tuotto Kemijoella oli 254 kiloa ja Luulajajoella 290 kiloa (ANOVA, $p=0,36$). Vuosina 1978–1983 Luulajajoen istutukset tuottivat paremmin kuin Kemijoella, mutta vuosina 1984–1991 päinvastoin (kuva 26). Vuodesta 1992 lähtien Luulajajoella on saatu suurempia tuottoja kuin Kemijoella. Samoin kuin Tornionjoella vuoden 1993 tuotto oli hyvin pieni Kemijoella (50 kg), mutta Luulajajoella saatiin silloin 307 kilon tuotto.



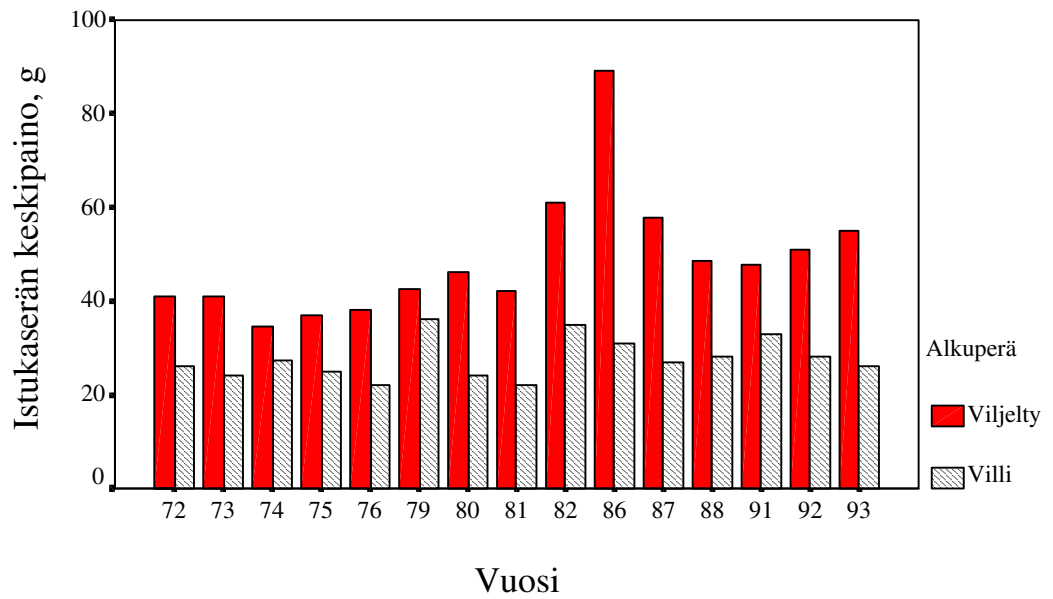
Kuva 26. Ruotsalaisten Luulajajoella ja suomalaisten Kemijoella vuosina 1975–1995 tekemien Carlin-merkintöjen tuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton).

3.6.2. Villien ja viljeltyjen istukkaiden erot: Simojoki

Vuosina 1972–1993 Simojjoella villien smolttien keskimääräinen saalistuotto oli 426 kiloa ja vastaavasti viljeltyjen smolttien tuotto oli keskimäärin 288 kiloa. Vaikka tuottoero villien smolttien eduksi oli suuri, se vaihteli suuresti vuosien välillä (kuva 27). Vuosina 1972–75 villien smolttien tuotto oli kaksinkertainen viljeltyihin verrattuna, mutta sen jälkeen ero oli pienempi, ja vuosina 1981, 1982 ja 1987 viljeltyt smoltit tuottivat paremmin kuin villit smoltit. Vuodesta 1988 lähtien on villien smolttien tuotto ollut selvästi suurempi kuin viljellyillä smolteilla. Viljeltyt smoltit ovat olleet painavampia kuin villit, varsinkin vuodesta 1980 lähtien (kuva 28).



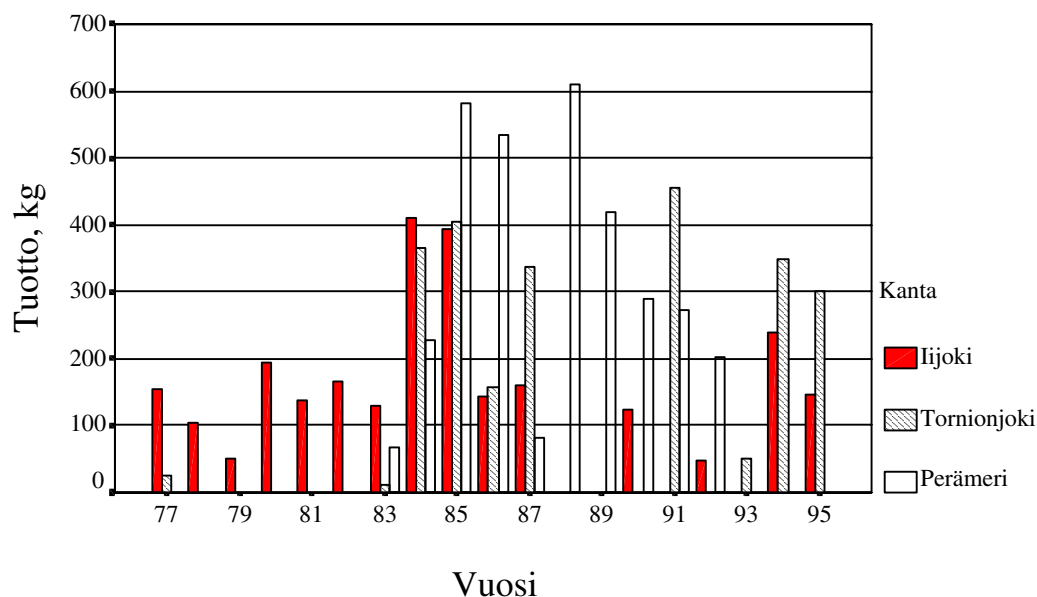
Kuva 27. Simojoen viljeltyjen ja villien Carlin-merkittyjen lohenpoikasten tuotto niiden vuosien istutuksista, jolloin molempia kaloja oli merkitty.



Kuva 28. Simojoen viljeltyjen ja villien Carlin-merkittyjen lohenpoikasten keskipaino niiden vuosien istutuksista, jolloin molempia kaloja oli merkitty.

3.6.3. Eri lohikantojen väliset erot: Kemijoki

Kemijoen lohi-istukkaiden Carlin-merkinnöissä käytettiin ennen vuotta 1983 lähinnä Ijoen kantaa. Vuosina 1983–87 merkittiin kunakin vuonna sekä Ijoen, Perämeren että Tornionjoen kantaa. Tämän jälkeen kunakin vuonna on merkitty korkeintaan kahta kantaa. Perämeren kannalla viimeiset merkinnät tehtiin vuonna 1992. Istutusten tuoton vaihtelu oli varsin suurta kantojen välillä kunakin vuonna (kuva 29). Yleensä suurimman tuloksen antaneen kannan tuotto oli vähintään kaksinkertainen pienimpään verrattuna. Mikään kanta ei ole antanut systemaattisesti suurempaa tai pienempää tuosta kuin joku toinen.



Kuva 29. Kemijoen vuosina 1977–1995 Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden tuotto (kg/1000 istukasta, korjaamaton) istukasmateriaalin kannan mukaan.

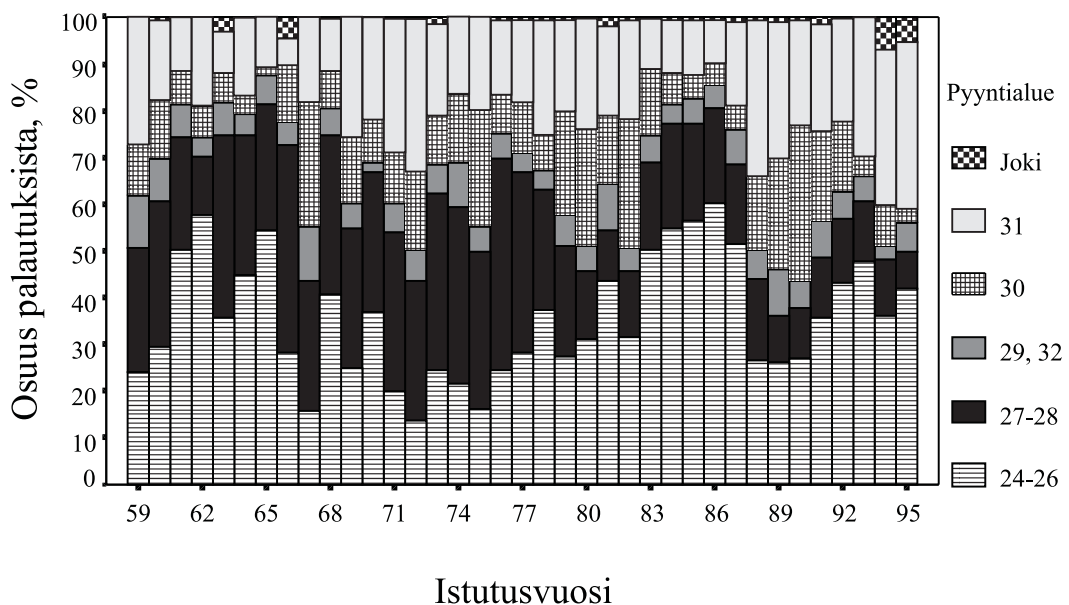
Kemijoen istutuksissa käytettyjen eri lohikantojen tuoton vaihtelua vuosina 1983–1987 selitti kovarianssianalyysin ($r^2=0,78$) perusteella eniten istutusvuosi (28 %) ja istutuserän keskipaino (27 %) (taulukko 26). Koska ns. Perämeren lohikanta oli 1980-luvun alkupuolella lähinnä Tornionjoen ja Simojoen villien lohien jälkeläisiä ja vuosikymmenen loppupuolella Ijokisten istukkaiden jälkeläisiä, voitaisiin olettaa, että Perämeren lohikannan istutustulokset olisivat 1980-luvun alkupuolella samansuuntaisia Tornionjoen kannalla tehtyjen istutusten kanssa ja 1980-luvun lopulla samansuuntaisia Ijoen kannalla tehtyjen istutusten kanssa. Tuoton suuruusjärjestys eri kantojen välillä vaihteli eri vuosina, minkä takia vuoden ja kannan välinen yhdysvaikutus oli kolmas tilastollisesti merkitsevä tuoton selittäjä (taulukko 26). Eri kantojen antama tuotto eri vuosina ei kuitenkaan noudattanut edellä kuvattua kehitystä, vaan vaihtelu oli enemmänkin satunnaista (kuva 29), minkä takia istukkaiden kanta ei selittänyt mitään tuoton vaihtelusta (taulukko 26).

Taulukko 26. Kovarianssianalyysin tulokset Kemijoen Carlin-merkittyjen lohista istukkaiden tuottoon (kg/1000 istukasta) vaikuttavista tekijöistä vuosina 1983–1987.

Vaihtelulähde	df	MS	F	p	r ² %	Power
Malli	15	173 391	9,5	0,0000	78	1,00
Paino (kovariaatti)	1	603 534	33,2	0,0000	27	1,00
Vuosi	4	155 368	8,5	0,0000	28	1,00
Kanta	2	1 874	0,1	0,9023	0	0,06
Vuosi * Kanta	8	56 411	3,1	0,0079	23	0,93
Error	41	18 186				

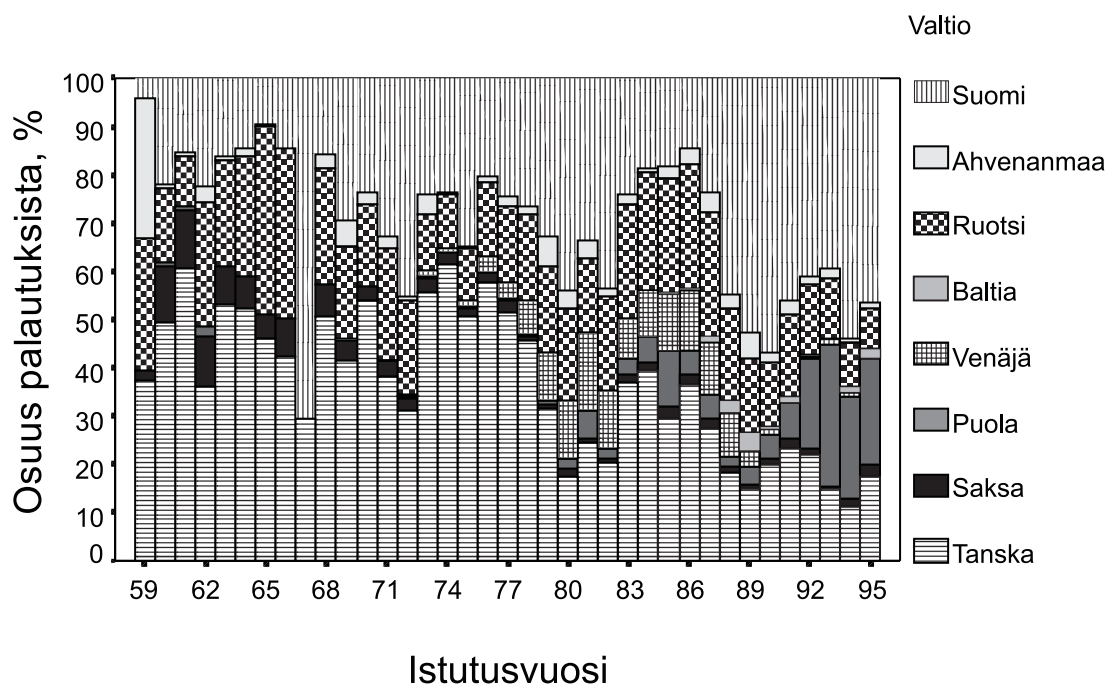
3.7. Saaliin jakautuminen eri aikoina

Perämeren Carlin-merkittyjen lohien merkkipalautusten perusteella laskettu kilomääräisen saaliin jakautuminen Itämeren eri osa-alueille on vaihdellut varsin paljon istutusvuosien 1959 ja 1995 välillä (kuva 30). Eteläiseltä Itämereltä (24–26) tulleiden palautusten osuus on aaltoillut siten, että istutusvuosina 1961–65 osuus oli suuri (n. 50 %), jonka jälkeen oli taantuma (1971–75, 20 %) ja sen jälkeen uusi nousu, jonka huippu (n. 60 %) saavutettiin vuosien 1983–1986 istukkaille. Osa-alueiden 24–26 palautusosuus laski vuoteen 1988 mennessä n. 25 prosenttiin, jonka jälkeen alueen osuus on ollut nousussa. Keskeisen Itämeren (27–28) merkkipalautusosuus oli verraten suuri vuoteen 1978 saakka, jonka jälkeen osuus on vähentynyt ollen 1990-luvun istukkaille 10–20 %. Osa-alueen 29 ja 32 osuus merkkipalautuksista on ollut aina hyvin pieni, 5–10 %. Pohjanlahden (osa-alueet 30–31) osuus palautuksista on käänteinen verrattuna eteläisen Itämeren osuuksiin. Vuosina 1959–1987 Pohjanlahden palautusosuus oli 15–45 %, mutta 1990-luvulla osuus on ollut 40–60 %. Jokisaaliista tulleet palautukset ovat olleet vähäisiä aina vuoteen 1996, jonka jälkeen jokipalautusten osuus on ollut 10–30 %. Myös Suomenlahdelta on lähetetty jonkin verran palautuksia, joiden osuus on parina viime vuotena ollut lähes 10 %.



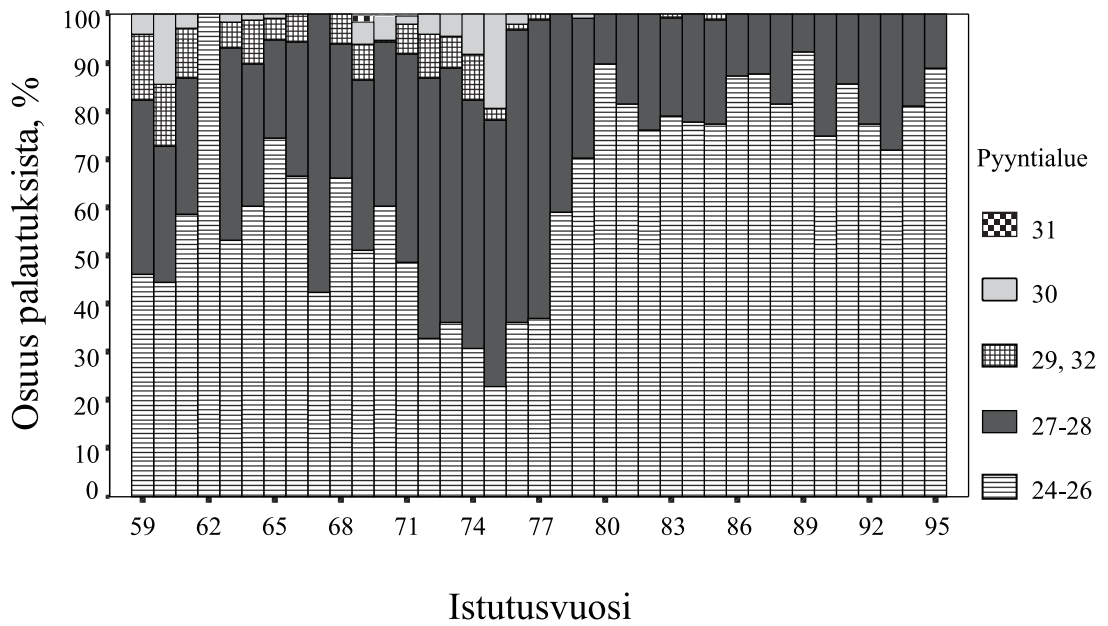
Kuva 30. Perämeren Carlin-merkittyjen lohienpoikasten vuosittaiset merkkipalautusten kilomääräisen saaliin osuudet Itämerellä ja joissa.

Kun tarkastellaan merkkipalautusten suhteellisia osuuksia kansallisuuksien mukaan, on osuuksissa tapahtunut suuria muutoksia vuosina 1959–1995 tehdyille istutuksille (kuva 31). Tanskan osuus oli suuri (40–60 %) 1960- ja 1970-luvuilla, jonka jälkeen osuus on vähentynyt ollen n. 20 % 1980-luvun lopulla ja sen jälkeen. Puolalaisten kalastajien lähettämien palautusten osuus on kasvanut huomattavasti 1990-luvulla: niiden perusteella puolalaisten saalisosuus on ollut suurempi kuin ruotsalaisten. Saksasta ja Ahvenanmaalta on tullut vähän palautuksia 1970-luvulta lähtien. Venäläisten (Neuvostoliitto) osuus merkkipalautuksista on ollut mitätön lukuun ottamatta 1980-lukua, jolloin osuus oli 10–15 %. Baltian maista on saatu vähän palautuksia. Ruotsalaisten osuus merkkipalautuksista on ollut melko tasainen (n. 30 %), vaikkakin 1990-luvulla osuus oli vain n. 10 %. Suomalaisten tekemien palautusten osuus oli melko vähäistä 1960-luvulla, mutta 1970-luvulla osuus nousi 30–40 %:iin. Vuosien 1983–87 taantumän jälkeen suomalaisten tekemien merkkipalautusten osuus on ollut suurempi kuin millään muulla valtiolla (50–60 %).



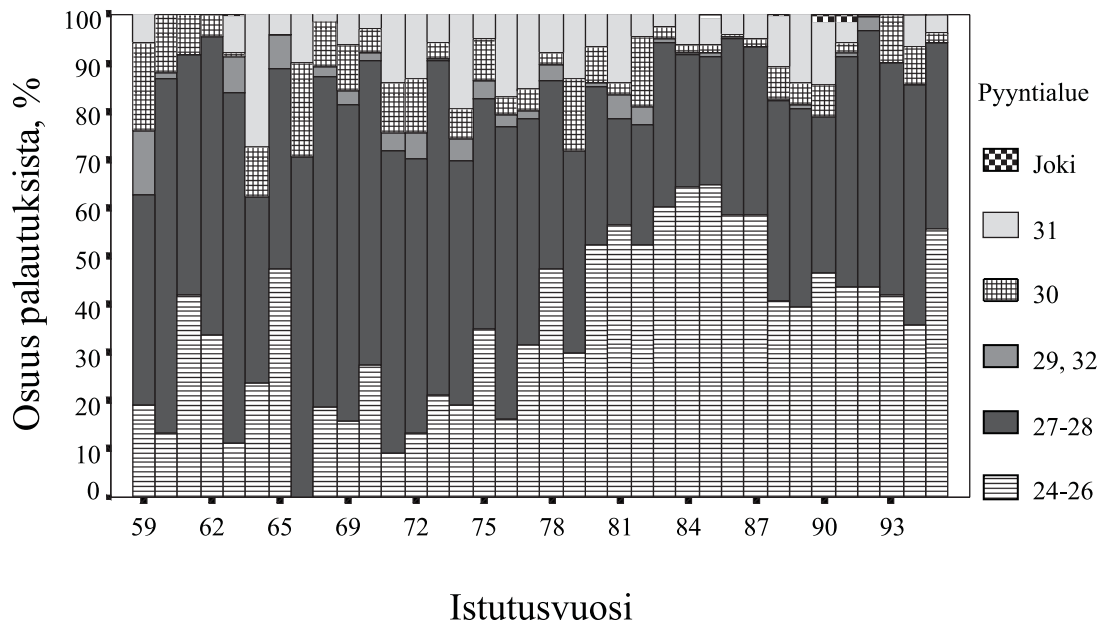
Kuva 31. Perämeren vuosina 1959–1995 Carlin-merkittyjen lohenpoikasten vuosittaiset merkkipalautusten kilomääräisen saaliin osuudet (%) eri valtioiden kesken. (Baltia=Viro, Latvia ja Liettua; Saksa sisältää myös Itä-Saksan ja Venäjä Neuvostoliiton palautukset).

Eniten merkkipalautuksia tehneiden valtioiden (Tanskan, Suomen ja Ruotsin) saaliin alueellinen jakautuminen eri vuosina poikkesi suuresti toisistaan. Tanskalaiset kalastivat keskisellä Itämerellä (osa-alueet 27 ja 28) verraten paljon 1970-luvun lopulle saakka, mutta sen jälkeen n. 80 % eteläisellä Itämerellä (osa-alueet 24–26) (kuva 32).



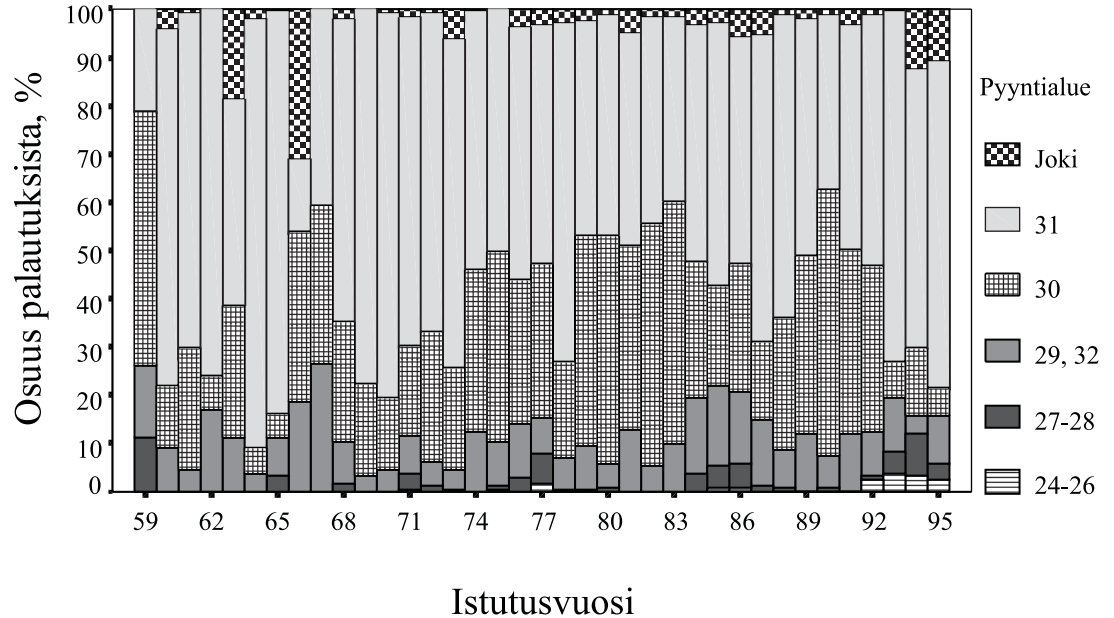
Kuva 32. Tanskalaisten palauttamien Carlin-merkkien perusteella laskettu Perämeren vuosien 1959–1995 lohi-istukkaiden kilomääräisen saaliin jakautuminen (%) ICES:n osa-alueille.

Ruotsalaiset kalastivat Perämeren lohi-istukkaita 1970-luvun lopulle saakka lähinnä keskiseltä Itämereltä (osa-alueet 27–28) (kuva 33). 1980-luvulla eteläisen Itämeren (osa-alueet 24–26) saalisosuus kasvoi n. 60 %:iin kokonaissaaliista, mutta 1990-luvulla tämän alueen osuus laski n. 40 %:n tasolle. Pohjanlahden osuus ruotsalaisten pyytämistä Perämeren lohi-istukkaista on ollut 10–30 %.



Kuva 33. Ruotsalaisten palauttamien Carlin-merkkien perusteella laskettu Perämeren vuosien 1959–1995 lohi-istukkaiden kilomääräisen saaliin jakautuminen (%) ICES:n osa-alueille.

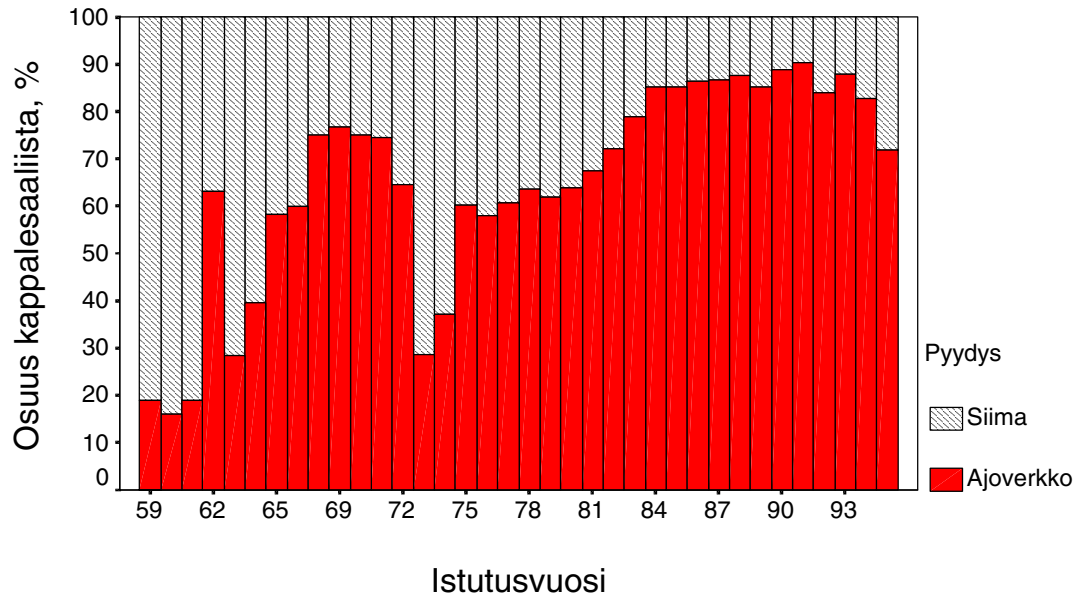
Suomalaisten merkkipalautusten mukaan lasketuissa saalisosuuksissa Pohjanlahden (osa-alueet 30 ja 31) osuus on ollut aina huomattava (kuva 34). Perämeren (osa-alue 31) saalisosuus on ollut 50–80 %. Osa-alueen 30 (Selkämeri ja Merenkurkku) saalisosuus on ollut 20–50 %. Osa-alueen 29 saalisosuus on ollut merkkipalautusten perusteella vähäinen (5–15 %). Vuosien 1994 ja 1995 istutusten merkkipalautusten painopiste siirtyi pohjoiseen Perämerelle ja jokiin: n. 80 % palautuksista tuli näiltä alueilta. Jokipalautusten määrä kolminkertaistui aikaisemmasta tasosta.



Kuva 34. Suomalaisten palauttamien Carlin-merkkien perusteella laskettu Perämeren vuosien 1959–1995 lohi-istukkaiden kilomääräisen saaliin jakautuminen (%) ICES:n osa-alueille.

3.8. Saaliin jakautuminen eri pyydysten kesken syönnöslohilla

Syönnöslohien avomeripyynnissä ajoverkot yleistyivät nopeasti 1960-luvulla (kuva 35). Toinen tärkeä pyydys on ollut (ajo)siima, joilla pyydettiin 28 % Carlin-merkintäaineiston syönnöslohien kokonaisyksilömäärästä. Ajoverkoilla pyydetyjen lohien keskipaino on ollut 4 029 ja siimalla pyydettyjen 3 572 grammaa.



Kuva 35. Perämeren Carlin-merkittyjen lohien osuudet (%) Itämeren siima- ja ajoverkkosaaliissa vuosina 1959–1995 istutetuille poikasille. Tarkastelussa on mukana ainoastaan syönnöstäviä lohia.

Kun tarkastellaan Carlin-merkittyjen syönnöslohien ikäryhmäkohtaisia keskipituuksia eri kasvunopeusluokissa, pitäisi ajoverkkosaaliissa korostua kahtena ensimmäisenä vuotena kaksi nopeimmin kasvavaa ryhmää (taulukko 27). Vanhemmissa ikäryhmissä lohien optimikoko siirtyi hitaammin kasvaviin ryhmiin siten, että 5. ja 6. merivuoden lohilla ajoverkkojen tulisi kalastaa tehokkaimmin hitaimmin kasvanutta ryhmää.

Taulukko 27. Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden keskipituus (mm) kaikista syönnökseltä pyydetyistä yksilöistä lohien iän ja kasvunopeuden mukaan. Lihavoidulla on merkitty 80 mm:n ajoverkkojen pyydystävyyden kannalta optimaaliset kokoluokat (77,4 cm; Karlsson ja Eriksson 1991) kussakin ikäryhmässä. Kasvunopeusluokka 1=hitain kasvu (<10 % kvartiili); 6=nopein kasvu (>90 % kvartiili). PS=postsmoltti; 2S=toisen merivuoden syönnöslohi, jne.

Merivuosi	Kasvunopeusluokka						Keskiarvo
	1	2	3	4	5	6	
PS	376	453	507	579	602	713	575
2S	559	643	673	707	754	822	697
3S	649	698	751	817	868	937	780
4S	684	763	856	906	966	1 035	839
5S	733	842	1 006	1 003	1 099	980	835
6S	723	1 001	1 027	1 092			806

Keskimääräistä nopeammin kasvaneiden (kasvunopeusluokat 4–6) osuus post-smolteilla ja toisen merivuoden syönnöslohilla oli 54 % ajo verkkosaaliissa, mutta 35 % siimakalastuksessa (taulukot 28 ja 29). Ajo verkkokalastuksen kannalta optimaalisten kasvuluokkien (taulukoiden lihavoidut solut) saalisosuuksien kaikkien ikäryhmien keskiarvo oli 37 % ajo verkkosaaliissa, mutta 24 % siimasaaliissa (odotuskeskiarvo = 16,7 %).

Taulukko 28. Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden osuus (%) ajo-verkoilla pyydetyistä yksilöistä lohien iän ja kasvunopeuden mukaan. Osuudet summautuvat 100 %:iin ikäryhmittäin. Taulukon selitteet ja tarkennukset kuten taulukossa 27.

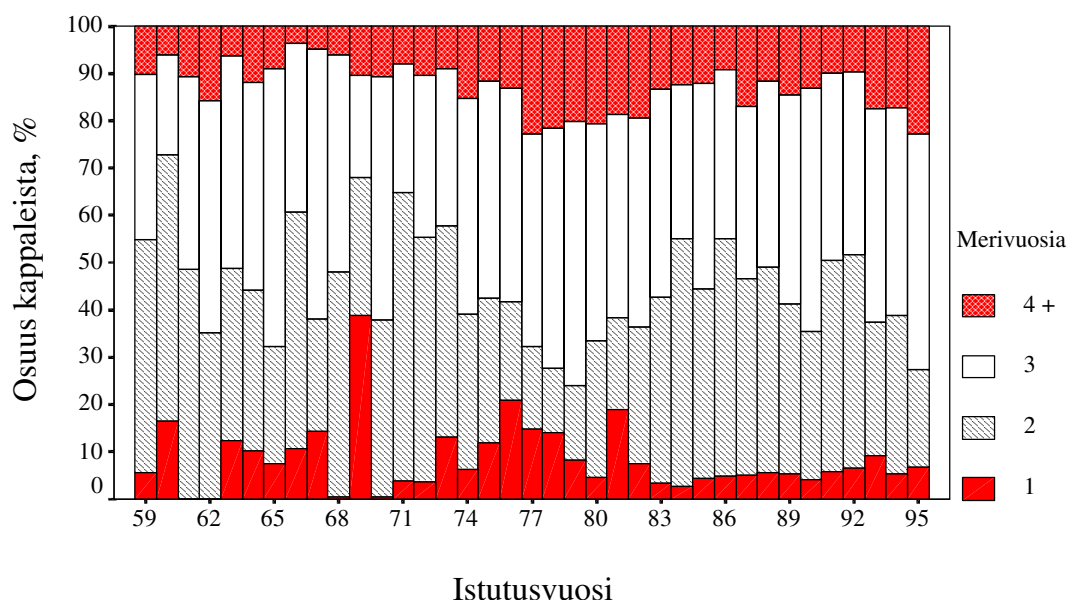
Merivuosia	Kasvunopeusluokka						n
	1	2	3	4	5	6	
PS	27		3	3	13	55	64
2S	4	13	28	28	16	10	5 632
3S	12	20	23	24	13	7	2 674
4S	28	16	20	20	9	7	275
5S	46	15	10	27	2		48
6S	63	20	7	10			41
Keskiarvo	8	16	26	26	15	9	8 734

Taulukko 29. Perämeren Carlin-merkittyjen lohi-istukkaiden osuus (%) siimoilla pyydetyistä yksilöistä lohien iän ja kasvunopeuden mukaan. Osuudet summautuvat 100 %:iin ikäryhmittäin. Taulukon selitteet ja tarkennukset kuten taulukossa 27.

Merivuosia	Kasvunopeusluokka						n
	1	2	3	4	5	6	
PS	43	10	5	7	3	32	60
2S	17	20	28	18	9	9	2 275
3S	13	13	20	29	18	8	800
4S	25	12	26	15	15	6	84
5S	24	24	32	20			25
6S	50	17	17	17			6
Keskiarvo	17	18	25	20	11	9	3 250

3.9. Lohisaaliin ikäkoostumus eri aikoina

Keskimäärin Perämeren lohi-istukkaista, laskettuna kappalemäärien osuuksina, 7 % pyydettiin ensimmäisenä merivuotenaan, 40 % toisena, 41 % kolmantena, 13 % neljäntenä, viidentenä tai kuudentena kalenterivuotenaan istutuksen jälkeen. Ikäryhmien osuudet saalissa ovat vaihdelleet vuodesta toiseen, mutta ilman näkyvää suuntaa ajan suhteen (kuva 36).



Kuva 36. Perämeren vuosina 1959–1995 Carlin-merkityistä lohi-istukkaista peräisin olevien saalislohien jakautuminen istutuksen jälkeisille merivuosisille (% , 4 + = 4.–6. vuosi) laskettuna saaliin kappaleluvusta.

Keskimäärin 45 % kutuvaelluksen aikana pyydetyistä Perämeren Carlin-merkityistä lohi-istukkaista on ollut 1960-luvulta lähtien yhden meritalven lohia, ”kosseja”. Kahden meritalven ikäisiä kutulohia on saatu lähes yhtä paljon (42 %), kolmen 11 % ja sitä vanhempia keskimäärin 2 %. Viimeisen 40 vuoden aikana saaliin painopiste on hieman siirtynyt nuorempiin kutulohiin (taulukko 30).

Taulukko 30. Kutuvaelluksen aikana pyydettyjen Perämeren Carlin-merkitysten lohien ikäryhmäkohtaiset osuudet (%) vuosikymmenittäin sekä ikäryhmäkohtainen lohien kokonaismäärä (n).

Meritalvia	Vuosikymmen				n
	1960-luku	1970-luku	1980-luku	1990-luku	
1	46,2	44,6	44,3	49,0	3 148
2	35,8	41,8	43,2	39,3	2 892
3	14,5	10,9	10,8	10,0	753
4–5	3,5	2,7	1,7	1,7	138

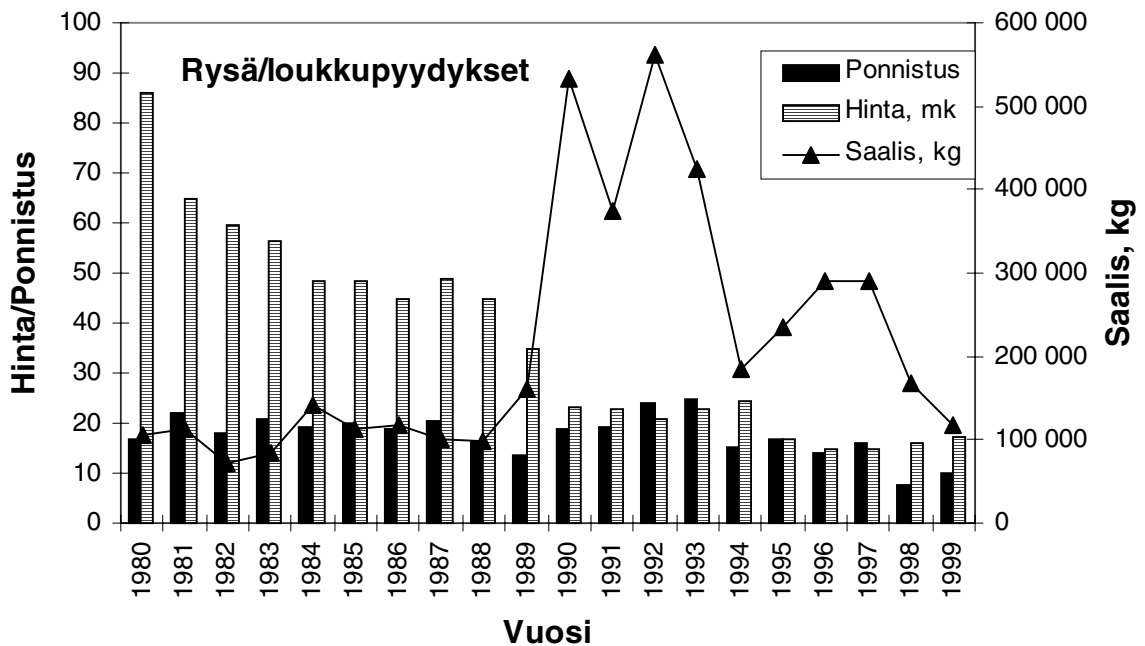
Yhden meritalven kutulohista lähes 90 % oli koiraita, mutta vanhemmissa ikäryhmissä oli enemmistö naaraita (taulukko 31). Kolmen meritalven lohista yli 70 % oli naaraita.

Taulukko 31. Kutuvaelluksen aikana pyydettyjen Perämeren Carlinmerkittyjen lohien sukupuolijakauma (%) ikäryhmittäin vuosina 1959-1999.

Meritalvia	Koiras	Naaras	n
1	88,9	11,1	1 726
2	45,7	54,3	1 613
3	26,8	73,2	396
4-5	48,0	52,0	25

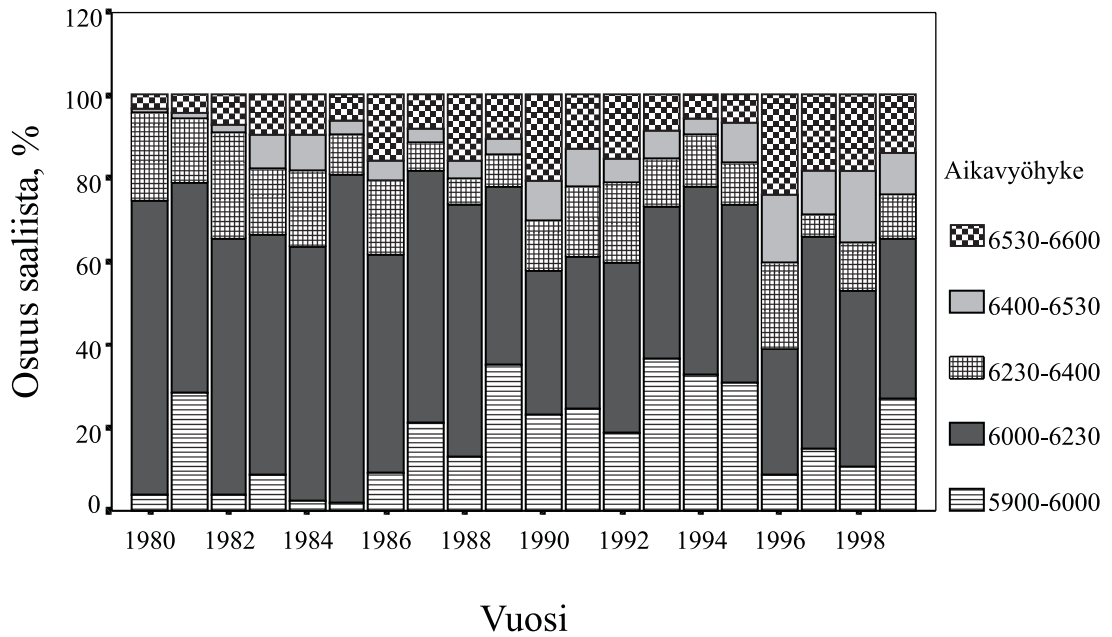
3.10. Kalastusrajoitusten vaikutukset lohisaaliin jakautumiseen

Pohjanlahden ammattikalastajien rysillä tai loukuilla saama lohisaalis saavutti huipunsa, noin 0,5 miljoonaa kiloa, vuosina 1990–1992 (kuva 37). Sen jälkeen saalis pieneni kahdessa vuodessa lähelle 1980-luvulla vallinnutta tilannetta. Vuosina 1996 ja 1997 lohisaalis nousi 0,3 miljoonaan kiloon, mutta on sen jälkeen laskenut 0,1 miljoonaan kiloon. Loukkukalastuksen pyyntiponnistuksessa ei ole tapahtunut suuria muutoksia vuosina 1980–1993. Pyyntiponnistus oli huipussaan vuosina 1992 ja 1993, jonka jälkeen kalastusaktiivisuus väheni. Vuosina 1998 ja 1999 ammattikalastajien lohien pyyntiponnistus loukkupyydyksillä laski noin puoleen vuosien 1980–97 keskimääräisestä tasosta. Lohen kalastajahinta on laskenut vuoden 1980 reilusta 80 markasta kilolta alle 20 markkaan kilolta vuonna 1995 ja sen jälkeen (kuva 37).



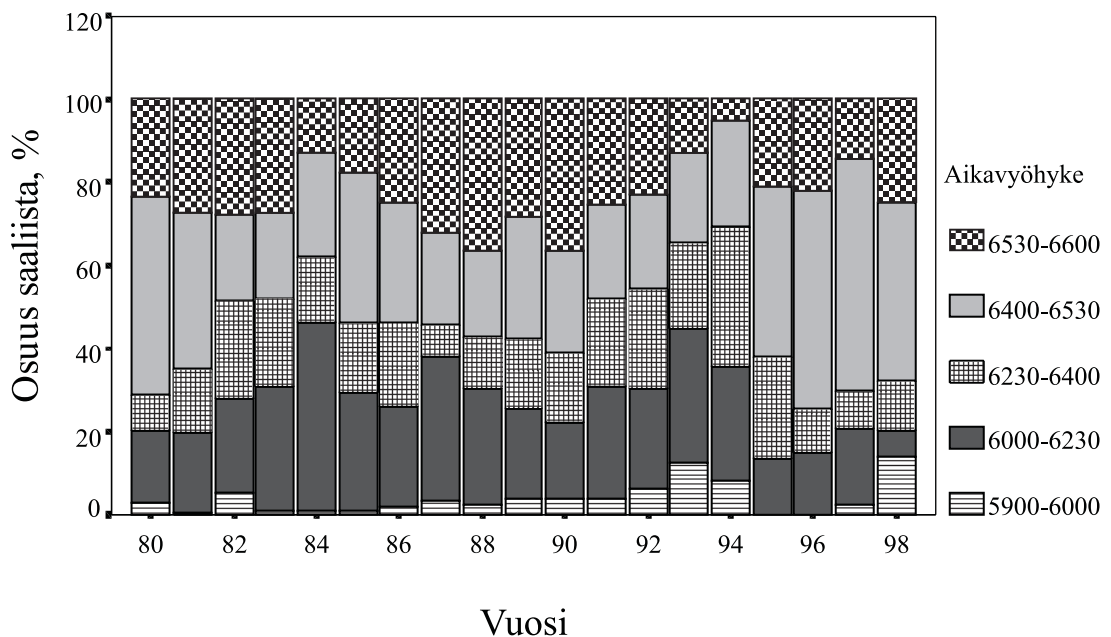
Kuva 37. Pohjanlahden ammattikalastajien loukkupyydyksillä pyytämän lohisaaliin (kg) pyyntiponnistus (rysävuorokausia*50) ja lohien kalastajahinta (mk) vuosina 1980–1999.

Vuonna 1986 jälkeen Pohjanlahden rannikkokalastusta on säädelty rajoittamalla kalastuksen alkua pohjois-eteläsuunnassa (taulukko 2, kuva 2). Säätelyn tavoitteena on ollut säästää kutuvaelluksen etujoukoissa vaeltavia suurikokoisia vilttejä naaraslohia, jotta niitä pääsisi mahdollisimman paljon kudulle. Periaatteessa säätelyn tulisi näkyä saaliin vähenemisenä etelässä ja kasvuna pohjoisessa. Kun tarkastellaan Pohjanlahden rannikkokalastuksessa ammattimaisesti pyydetyn lohisaaliin suhteellista jakautumista eri aikavyöhykkeille (kuva 2) voidaan todeta, että eteläisimmän aikavyöhykkeen vuosien 1980–1986 saalisosuus kaksinkertaistui vuosina 1987–1995 (kuva 38). Pohjoisimman aikavyöhykkeen saalisosuus kasvoi 1990-luvun alkuun saakka. Selkämeren saalisosuus oli puolestaan vuosina 1989–1995 huomattavasti vähäisempi kuin 1980–1988, jolloin keskimäärin 62 % Pohjanlahden lohisaaliista kalastettiin Ahvenanmaan (60°00'N) ja Kaskisen (62°30'N) välisellä rannikolla (kuva 38). Vuosina 1996–1998 saaliin jakautumisessa tapahtui selvä muutos: kolmen pohjoisimman aikavyöhykkeen saalisosuus kasvoi selvästi ja kahden eteläisimmän vyöhykkeen osuus vastaavasti laski. Vuonna 1999 tilanne oli palautunut 1990-luvun alun tilanteeseen.



Kuva 38. Pohjanlahden ammattikalastajien huhti-kesäkuussa rannikkokalastuksessa saaman lohisaaliin jakautuminen (%) Pohjanlahden eri aikavyöhykkeiden (kuva 2) kesken vuosina 1980–1999. 5900 = 59°00’N, jne.

Jos vastaavaa saaliin jakautumista tarkastellaan Carlin-merkkipalautusten perusteella, tilanne näyttää erilaiselta (kuva 39). Kahden pohjoisimman aikavyöhykkeen osuus palautusten kilomääräisestä saaliista on paljon suurempi kuin ammattikalastajien lohisaaliissa. Vastaavasti kahden eteläisimmän aikavyöhykkeen osuus lohisaaliista on pienempi kuin ammattikalastajien lohisaaliissa. Vuosina 1995 ja 1996 ei saatu ollenkaan Carlin-merkkipalautuksia eteläisimmältä aikavyöhykkeeltä. Carlin-merkkipalautusten perusteella vuosina 1993 ja 1994 pohjoisten aikavyöhykkeiden osuus lohisaaliista oli pienempi kuin muina vuosina.

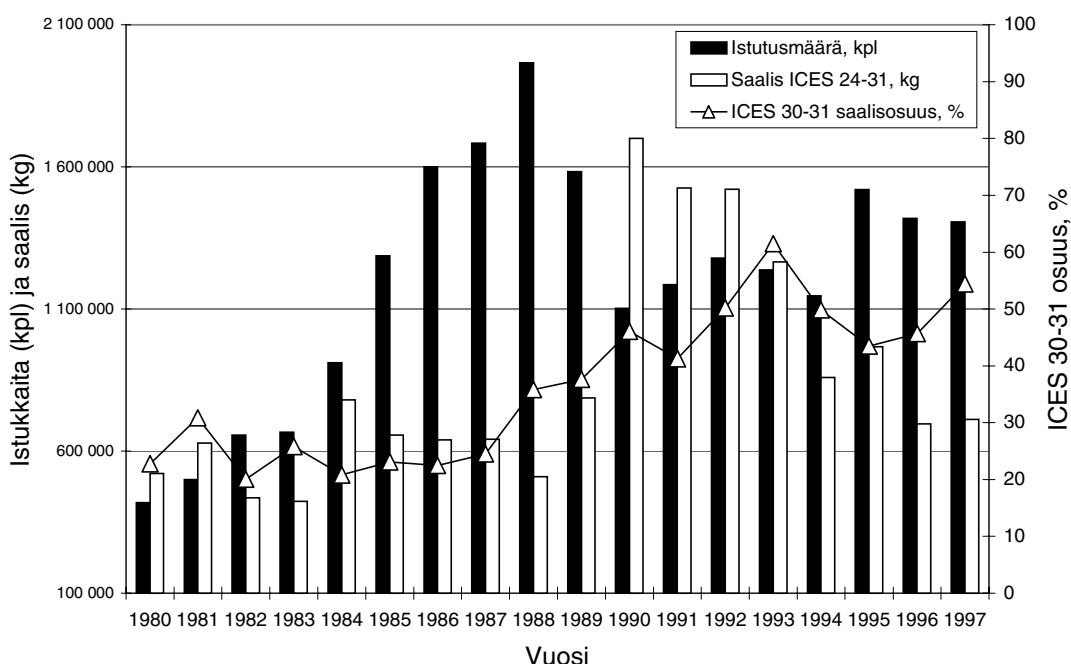


Kuva 39. Kutuvaelluksella olleiden Perämeren Carlin-merkkityjen lohistukkaiden jakautuminen (%) Pohjanlahden eri aikavyöhykkeiden (kuva 2) kesken vuosina 1980–1999. 5900 = 59°00’N, jne.

Näyttäisi siltä, että vuosina 1986–1995 toteutettu rannikkokalastuksen aikasäätely ja vuonna 1991 aloitettu merikalastuksen saaliskiintiöinti eivät Carlin-merkkipalautusten perusteella olisi juuri vaikuttaneet Perämeren lohi-istutuksista peräisin olevan lohisaa- liin jakautumiseen Pohjanlahdella. Vasta vuonna 1996 toimeenpantu rannikkokalas- tuksen aikasäätely aiheutti muutoksen saaliin jakautumiseen (kuvat 38 ja 39).

3.11. Istutusten vaikuttavuus

Suomalaisten Perämerelle tai siihen laskeviin jokiin tekemien lohi-istutusten määrä kasvoi koko 1980-luvun. Vuonna 1988 istutettiin lähes 2 miljoonaa poikasta. Istutus- määrien nousu ei näkynyt juuri lainkaan lohisaa- liissa (suomalaisten ammattikalastaji- en ICES:n osa-alueilta 24–31 saama saalis) vuoteen 1988 saakka (kuva 40). Osaltaan tämä voi johtua siitä, että vuosina 1983–1985 istutettujen lohenoikasien tuotto oli n. 50 % suurempi kuin vuonna 1987 istutetuilla poikasilla (kuva 16). Lohisaa- lis kolmin- kertaistui vuodesta 1988 vuoteen 1990, jolloin se oli noin 1,7 miljoonaa kiloa. Vuosi- na 1990–1999 istutusmäärä laski 1,1–1,5 miljoonaan poikaseen vuodessa. Tämä on näkynyt myös lohisaa- liissa: vuonna 1992 saatiin vielä n. 1,5 miljoonan kilon lohisaa- lis mutta sen jälkeen saalistaso on laskenut reiluun miljoonaan kiloon vuodessa (kuva 40). Pohjanlahden (ICES:n osa-alueet 30 ja 31) osuus ICES:n osa-alueiden 24–31 lo- hisaa- liista oli vuosina 1980–1987 keskimäärin 24 (S.D. ± 3,4) %, mutta sen jälkeen Pohjanlahden saalisosuus nousi ollen vuosina 1990–1997 keskimäärin 49 (S.D. ± 6,5) % koko Itämeren (Suomenlahti poislukien) lohisaa- liista (kuva 40).



Kuva 40. Oulu-, Kiiminki-, Ii-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen lohi-istukkaiden vuosittainen kokonaismäärä (kpl), suomalaisten ammattikalastajien ICES:n osa-alueilta 24–31 saama lohisaa- lis (kg) ja osa-alueiden 30–31 osuus (%) siitä vuosina 1980–1997.

Perämeren lohi-istutusten voimakas kasvu 1980-luvulla on selvästi kasvattanut suomalaisten ammattikalastajien lohisaalista vuoden 1989 jälkeen. Myös Pohjanlahden saalisosuuden kasvu luultavasti johtuu Perämeren lohi-istutusten kasvusta: Perämerelle kutemaan vaeltavien lohien määrän kasvu on aiheuttanut ammattikalastuksen painopisteen siirtymisen pääaltaalta Pohjanlahdelle.

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Lohien vaellukset

Carlin-merkintää on pidetty käyttökelpoisena menetelmänä tutkia lohien ja tässä tapauksessa Perämeren lohi-istukkaiden merivaelluksia (Mills 1989). Perämeren lohien syönnös- ja kutuvaellus on pääpiirteissään tunnettu jo vuosisadan alussa (Järvi 1938) ja kuva tarkentui Carlin-merkkipalautusten ansiosta 1960-luvulla. Kuitenkin vasta viimeisen 10 vuoden aikana on osoitettu, että lohienpoikasen koko korreloi positiivisesti poikasen todennäköisyydelle jäädä syönnökselle Selkämerelle (Salminen 2000). Myös Perämeren lohien vaellusta ohjaavia geneettisiä mekanismeja on tutkittu vasta viimeisen 10 vuoden aikana (Kallio-Nyberg 1999, Koljonen 1999). Perämeren lohien jakautuminen syönnösalueille oli tilastollisesti merkitsevästi riippuvainen poikasten istutuspaikasta ja koosta (Kallio-Nyberg ym. 1999). Tässä tutkimuksessa saatiin sama tilastollinen tulos, mutta kun tarkastellaan syönnöslohien merijakautumista, absoluuttiset erot erikokoisten poikasten välillä eivät olleet suuria. Vain 10 % viljellyistä poikasista (kaksi suurinta pituusluokkaa; taulukko 14) omasi muista poikkeavan (lyhyemmän) merivaelluksen. Villeillä poikasilla koko ei vaikuttanut syönnösvaelluksen pituuteen. Myöskään eri istutuspaikkojen tai eri lohikantojen syönnöslohien jakautumisessa pääaltaalle ja Pohjanlahdelle ei ollut suuria absoluuttisia eroja. Tilastollinen merkitsevyys ei siis välttämättä tarkoita biologisesti tai taloudellisesti merkittävää eroa ryhmien välillä.

Perämeren lohien kutuvaelluksesta on vähän julkaisuja. Koljosen (1999) tekemien geneettisten analyysien mukaan Selkämeren rannikkokalastuksessa pyyntiruudusta 37 (ks. kuva 3) saatujen villien (Kalix-, Simo- ja Tornionjoen) kutuvaelluksella olleiden lohien osuus oli 28 % kokonaissaaliista vuonna 1993. Tässä tutkimuksessa Carlin-merkkipalautusten perusteella villien lohien osuus vastaavassa saaliissa oli 16 % (ja keskimäärin 10 % 1990-luvulla, taulukko 17). On kuitenkin huomattava, että Tornionjoen villien lohienpoikasten Carlin-merkinnät on aloitettu vasta 1990-luvulla, minkä takia takia villien lohien osuus kaikista merkityistä poikasista on tämän tutkimuksen aineistossa aliedustunut, mikä puolestaan luultavasti selittää eron Koljosen (1999) ja tämän tutkimuksen tulosten välillä.

Perämeren lohien kutuvaelluksen ajoittumista ja sen vaihtelua ei ole tähän mennessä kuvattu missään julkaisussa. Esimerkiksi T.H. Järven (1938, 1948) muutoin seikkaperäisissä tutkimuksissa ei ole dokumentoitu patosaaliiden ikärakennetta kalastuskauden aikana. Yhden meritalven lohien osuus vuosisadan alun lohisaaliissa on hyvin pieni verrattuna tämän tutkimuksen tuloksiin. Järven (1938, 1948) aineistot ovat kuitenkin peräisin lähinnä patosaaliista, jossa myöhemmin kesällä nousevat yhden merivuoden lohet ovat ehkä olleet aliedustettuina.

Perämeren lohi-istukkaiden kutuvaelluksen ajoittumisen vaihtelu eri-ikäisten, eri joista peräisin olevien, villi-viljely -taustaltaan erilaisten kutulohien kesken oli tämän tutkimuksen perusteella suurta. Sekä viljeltyjen lohi-istukkaiden ja villien lohienpoikasten kutuvaelluksen ajoittuminen on vanhoilla lohilla aikaisempaa kuin nuorilla ja villeillä aikaisempaa kuin samanikäisillä viljelyalkuperäisillä lohilla. Samanlaisia tuloksia on saatu muissakin Atlantin ja Itämeren lohien kutuvaelluksen ajoittumista käsittelevissä tutkimuksissa (Jonsson ym. 1994, Eriksson ja Eriksson 1991, McKinnell ym. 1994). Perämeren lohi-istukkaiden kutuvaelluksen ajoittuminen oli ikäryhmästä ja vuosikymmenestä riippumatta varhaisinta Kiiminki- ja Simojoessa ja myöhäisintä Oulu- ja Kemijoessa (kuvat 10–12). Mahdollisesti havaitut erot johtuvat erilaisista istutuspaikoista: Kiiminki- ja Simojoessa istutukset on tehty jokialueille, mutta Oulu- ja

Kemijoella lähinnä jokisuiden läheiselle merialueelle. Norjassa tehtyjen tutkimusten mukaan (Jonsson ym. 1994) alkuperältään villit ja ylävirtaan istutetut viljellyt smoltit nousivat kudulle yhtä aikaa ja aikaisemmin kun jokisuuhun istutetut viljellyt smoltit. Myös Itämeren lohella jokeen istutetut lohen smoltit palasivat kudulle 15–20 päivää aikaisemmin kuin rannikolle istutetut vertailuryhmät (Eriksson ja Eriksson 1991). Lohen kutuvaellus, ja erityisesti lohien nousu syntymäjokeensa, ei ole geneettisesti määräytynyt elinkierto- ja vaelluspiirre, vaan vaellusta ohjaa poikasena tapahtuva leimautuminen, jota nykytiedon mukaan pidetään opittuna ominaisuutena (Harden Jones 1968, Jonsson ym. 1990, Hansen ym. 1993). Viljellyt lohenpoikaset leimautuvat yhtä hyvin kuin villit (Jonsson ym. 1994).

Tulosten mukaan näyttää siltä, että Perämeren lohi-istukkaiden kutuvaellus olisi aikaistunut 1960-luvulta 1990-luvulle. Selkämeren osuus koko Pohjanlahden merkkipalautuksista on kasvanut viime vuosikymmeninä (taulukko 19), minkä takia palautusaineistossa on 1980-luvulta lähtien ollut suhteellisesti enemmän aikaisin vaeltavia lohia. Tämä aiheuttaa näennäisen kutuvaelluksen aikaistumisen jos tarkastellaan koko Pohjanlahden palautusaineistoa. Kun aineistoon kelpuutettiin ainoastaan Perämereltä kalastetut lohet ilmeni, että kutuvaellus on aikaistunut noin yhdellä viikolla 1960-luvulta 1980-luvulle ja toisen viikon lisää 1990-luvulla. On toisaalta mahdollista, että aikasäätelyn takia Perämerelle olisi päässyt enemmän aikaisin vaeltavia lohia kuin ennen vuotta 1986, mikä voisi aiheuttaa vaikutelman kutuvaelluksen aikaistumisesta. Mikäli Perämeren lohien kalastuksessa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia viime vuosikymmeninä, kutuvaelluksen aikaistuminen saattaa johtua ilmaston lämpenemisen takia aikaistuneista keväistä. Kutuvaelluksen ajoituksen muuttuminen kaipaa syvällisempää tutkimusta.

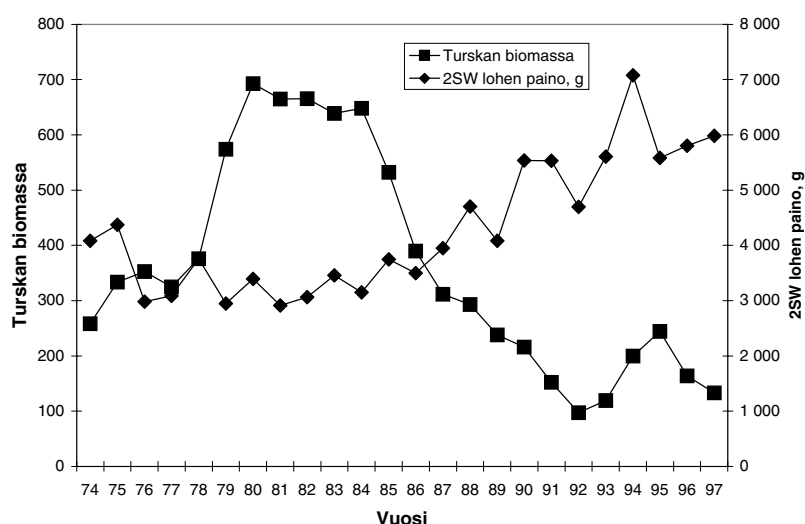
Kun rannikkokalastuksen säätely on vuodesta 1986 lähtien perustunut ns. aikasäätelyyn, sen tarkoituksena on ollut säästää kalastukselta kudun alkuvaiheessa vaeltavia suurikokoisia villoja naaraslohia. Tässä on myös onnistuttu ainakin vuosina 1996 ja 1997, jolloin esimerkiksi Tornionjokeen nousi runsaasti kutulohia (Haikonen ym. 2001). Lohikantojen elvyttäminen, johon Suomikin on sitoutunut kansainvälisessä Itämeren lohikantojen suojelu- ja elvytysohjelmassa, pitää kuitenkin implisiittisesti sisällään sen, että erilaisten elinkierto- ja vaelluspiirteiden vaihtelua populaatiossa ei kavenneta. Kiinteisiin päivämääriin sidottu aikasäätely on ristiriidassa tämän periaatteen kanssa, koska siinä ei voida ottaa huomioon joki- ja ikäkohtaisia eroja kutuvaelluksen ajoittumisessa.

4.2. Lohen kasvu

Perämeren lohien kasvua ei ole dokumentoitu Järven (1938, 1948) töiden jälkeen juurikaan. Salminen ym. (1994) kuvasi Iijoen lohi-istukkaiden kasvua istutusvuotena. Tässä työssä on kuvattu ja tutkittu Perämeren lohi-istukkaiden kasvun vuosi-, vuodenaikais- ja aluevaihtelua eri-ikäisillä syönnös- ja kutulohilla.

Tämän tutkimuksen mukaan Perämeren lohien kasvu oli verraten hidasta 1960-luvulta 1980-luvun puoliväliin saakka, jonka jälkeen on lähes saavutettu vuosisadan alussa vallinnut kasvutaso. Jo pitkään on esitetty (esim. Larsson 1984), että Itämerellä harjoitettava ajoverkkopyynti valikoisi kustakin kohortista nopeimmin kasvavat yksilöt, jonka seurauksena kudulle pääsisi lähinnä fenotyypiltään hidaskasvuisia yksilöitä. Koska lohien kasvu on osittain geneettisesti määräytynyttä (Gjerde 1986), on mahdollista, että useiden sukupolvien ajan jatkunut ajoverkkojen kokovalikoivuus voisi aiheuttaa geneettisesti määräytyneen hidaskasvuisuuden yleistymistä Perämeren lohikannoissa. Tämä tutkimuksen mukaan ajoverkko valikoi nuorista lohista enemmän keskimääräistä nopeammin kasvavia yksilöitä kuin siimapyynti. Kun otetaan huomioon, että noin 80 % Itämeren pääaltaalla syönnöstävästä lohesta pyydetään ajoverkoil-

la ja että syönnösvaiheen kalastuskuolevuus on huomattavaa, on todellakin mahdollista, että kutukannassa olisi keskimääräistä enemmän hitaasti kasvaneita yksilöitä. Kun lohen kasvu 1940-luvun alussa voimakkaasti heikkeni, sillä ei voinut olla tekemistä ajoverkkokalastuksen kanssa. Larsson (1984) esitti hypoteesin, että turska kilpailisi lohen kanssa silakka- ja kilohailikannoista ja että turskakannan ja lohen kasvun välillä olisi tästä syystä negatiivinen korrelaatio. Itämeren turskakanta voimistui huomattavasti 1970-luvun lopulla ja kanta alkoi pienetä 1980-luvun puolivälissä ja heikkeni ennätysmäisen alas 1990-luvun alussa (kuva 41). Vuosien 1974 ja 1997 välillä vuosittainen Itämeren turskakannan biomassa (ICES 2001) ja Perämeren toisen meritalven kutulohien keskipainon välillä vallitsi tilastollisesti erittäin merkitsevä negatiivinen regressio ($F=31,79$; $p<0,001$; $r^2=0,59$), mikä tukee Larssonin esittämää hypoteesia. Tämä alustava tulos tulisi analysoida liittämällä siihen vuosittaiset silakan ja kilohailin poikasten määräarviot ja käyttämällä historiallisesti niin kattavaa aineistoa kuin mahdollista. Jotta ajoverkkoselektion vaikutusta lohen kasvuun voitaisiin tutkia, tulisi ensin selvittää, mikä on turskan ja lohen ravintokilpailun rooli lohen kasvussa. Myös Itämeren rehevöityminen on mahdollisesti kasvattanut lohen (ja turskan) ravintokalojen kantoja viime vuosikymmeninä, mikä myös tulisi ottaa huomioon.



Kuva 41. Turskakantojen biomassa (1000 tonnia) Itämeressä ja Perämeren lohi-istutuksista peräisin olleiden kahden meritalven kutulohien keskipaino vuosina 1974–1997.

Perämeren lohi-istukkaiden kasvu oli Selkämerellä n. 35 % hitaampaa kuin etelässä Itämeren pääaltaalla (kuvat 16 ja 17). Sekä yhden, kahden että kolmen meritalven kutulohien keskipaino oli suurin kesäkuussa, jonka jälkeen keskipaino pieneni. Miksi kutuvaelluksen alussa ja lopussa oli pienempiä lohia liikkeellä kuin kesäkuussa? On todennäköistä, että Selkämerellä syönnöstäneet lohet aloittivat kutuvaelluksen aikaisemmin kuin pääaltaalla syönnöstäneet lohet, koska kutukalojen keskipaino oli huhtikuussa lähes sama kuin Selkämereltä samaan aikaan tai vähän aikaisemmin kalastettujen samanikäisten syönnöslohien keskipaino. Tämän jälkeen touko-kesäkuussa kutulohien keskipaino nousi nopeasti samalle tasolle kuin Itämeren pääaltaalta pyydetyillä syönnöslohilla. Kesäkuussa Selkämereltä pyydetyjen syönnöslohien keskipaino oli sama kuin pääaltaalta pyydetyillä syönnöslohilla sekä kutulohilla, siis sama kaikissa

ryhmissä. Tämä viittaa siihen, että Selkämeren läpi kulkee kesäkuussa pääaltaalta tulevia kutulohia, joita kalastetaan sekä rannikolla että avomerellä. Selkämerellä ”syönnöstävien” lohien äkillinen keskipainon nousu kesäkuussa johtuneekin siitä, että joukossa oli suuri määrä pääaltaalta vaeltavia kutuvalmiita yksilöitä, joita ei voida erottaa Selkämerellä syönnöstävistä yksilöistä niillä tiedoilla, mitä Carlin-merkintöjen perusteella kertyy (pyyntipaikka ja pyydys). Kutulohien keskipaino yleensä pienehi loppukesällä, mutta miksi? Olivatko heinä- ja elokuussa pyydytyt kutulohet Itämeren pääaltaalla syönnöstäneitä mutta keskimäärin hitaammin kasvaneita yksilöitä, vaiko Selkämerellä syönnöstäneitä mutta jostakin syystä myöhään vaeltavia yksilöitä? Valitettavasti näihin kysymyksiin ei voida vastata Carlin-merkintöjen perusteella. Eri aikaan kutuvaelluksella olevien erikokoisten kutulohien vaelluskäyttäytymisen selvittäminen olisi mahdollista, jos kutuvaelluksen aikana ja sitä edeltävänä kevättalvena Itämeren pääaltaalta ja Pohjanlahdelta pyydytyiltä Carlin-merkityiltä lohilta mitataisiin myös sukurauhasten massa. Laskemalla sukurauhasten osuus kalan painosta (gonadosomaattisen indeksi, GSI) olisi mahdollista määrittää kunkin yksilön kutuvalmius, jolloin syönnöstävät ja kutuvaelluksella olevat yksilöt voitaisiin erottaa toisistaan riippumatta, missä tai millä pyydyksellä ne on kalastettu.

4.3. Istutusten tuotto

Vaeltavien lohensukuisten kalojen postsmolttivaiheen kuolevuus syönnösvaelluksen alussa on tärkeä vuosiluokan kokoa ja siitä syntyvää saalista selittävä tekijä (Green ja Macdonald 1987, Gunn ym. 1987, O’Gorman ym. 1987, Fisher ja Percy 1988, Mathews ja Ishida 1989, Holtby ym. 1990, Brodeur ym. 1992, Labelle 1997, Unwin 1997, Niva 1999, Salminen 2000). Tämän tutkimuksen perusteella Perämeren lohi-istukkaiden eloonjäännin vaihtelu on ollut suurta: huonoina kausina on jääty alle 200 kilon (istutusvuodet 1962–65, 1976–82, 1987, 1993), ja parhaimmillaan tuotot ovat olleet yli 600 kiloa (1971–73, 1988). 1970-luvun lopulla tuotto oli pientä kaikissa Perämeren istutuksissa, mutta vuosina 1987 ja 1993 jokien väliset erot olivat suuria siten, että pohjoisissa joissa (Tornion-, Kemi- ja Simojoki) tuotot olivat pienempiä kuin Perämeren eteläisissä joissa (Ii-, Kiiminki- ja Oulujoki). Salmisen ym. (1995) mukaan meriveden lämpötila korreloi positiivisesti postsmolttien eloonjäännin kanssa. Oliko vuosina 1987 ja 1993 Perämereen pohjoisesta laskevien Tornion- ja Kemijoen tulvissa tai jokisuiden edustalla meriveden lämpötilassa tai korkeudessa jotakin sellaista, mikä voisi selittää kyseisten vuosien poikkeuksellisen alhaisen tuoton näiden jokien istukkailla? Mikä on ylimalkaan Pohjanlahden kesäisen meriveden lämpötilan ja istutusten tuoton korrelaatio? Näihin kysymyksiin voidaan vastata eri lähteissä olevia aineistoja yhdistelemällä.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu, että lohien poikasen koko korreloi positiivisesti ja sukukypsyysaste negatiivisesti istutuksesta saatavan tuoton kanssa (Vehanen ym. 1993a, Salminen 2000). Sen sijaan poikasen smolttiutumistasaste (hopeoitumisen, kuntokertoimen tai verenkuivan perusteella) ei juurikaan vaikuta istutustulokseen (Soivio ja Virtanen 1985, Vehanen ym. 1993a). Tämän tutkimuksen tulosten perusteella Perämeren lohi-istutusten tuloksellisuuteen eniten vaikuttaa meriympäristön vuosien välinen vaihtelu, jonka vaikutus oli eri istutusjoilla vuosittain erilaista. Nämä tekijät selittivät yhteensä 48 % tuoton vaihtelusta, kun istukkaan koon osuus oli vain 13 % (taulukko 25). Toisin sanoen poikasten kohtalo ratkeaa pääosin meressä istutuksen jälkeen, ei niinkään kalanviljelylaitoksessa. Toisaalta poikasen kokoon ja sukukypsyysasteeseen voidaan vaikuttaa viljelyn keinoilla, kun taas postsmolttien elinympäristön manipuloiminen on mahdotonta. Lohenpoikasten koko oli ainoa poikasen laatua kuvaava muuttuja tässä tutkimuksessa. On luultavaa, että muiden laatutekijöiden vaihtelu on ollut verraten pientä, koska poikasateriaali on ollut tasalaatuista ja poikaset on kasvatettu vakiintuneilla tuotantomenetelmillä.

Useiden tutkimusten mukaan Oulujoen lohet eroavat geneettisesti muista Pohjanlahden lohikannoista (Koljonen 1995, Koljonen ja McKinnell 1996, Koljonen ja Pella 1997). Kallio-Nybergin ym. (1999) mukaan Oulujoen poikasilla on suurempi taipumus jäädä syönnöstämään Selkämerelle kuin muilla Perämeren lohi-istukkailla. Tämän tutkimuksen mukaan Oulujoen lohi-istutusten saalistuotto oli muita Perämeren jokia suurempi ja niiden kutunousu tapahtui myöhemmin kuin muilla Perämeren lohi-istukkailla. Voisi olla mahdollista, että Oulujoen lohi-istutuksista saatu saalis olisi suurempi kuin muissa Perämeren lohi-istutuksissa siksi, että Oulujoen postsmolttien eloonjäänti olisi keskimääräistä suurempi, koska niiden keskimääräistä lyhyempi syönnösvaellus sisältää vähemmän riskejä kuin muiden Perämeren jokien poikasten omaksuma pitempi vaellustyyppi. Oulujoen viljelyssä oleva lohikanta ei ole puhdasta alkuperäistä Oulujoen lohta, vaan kanta on muodostettu useista eri Pohjanlahden lohikannoista (Makkonen ym. 2000). Onko Oulujoen lohien edellä kuvattu poikkeavuus muista Perämeren lohikannoista todella geneettisesti määräytynyttä, vai ilmentääkö se istutuspaikan ja valuma-alueen eteläisyydestä johtuvaa fenotyypistä plastisuutta? Nielsen ym. (1999) osoittivat analysoimalla lohien mikrosatellitilokusten vaihtelua, että Tanskasta, Etelä-Ruotsista ja Skotlannista peräisin olleiden lohipopulaatioiden geneettinen ja maantieteellinen etäisyys korreloivat merkitsevästi, ja että yhdessä joessa lohikannan geneettinen koostumus säilyi stabiilina vuosisadan alusta 1980-luvun loppuun. Suomalaisista lohikannoista ei toistaiseksi ole julkaistu vastaavia tutkimuksia. Ottaen huomioon Oulujoen istukkailla saadut poikkeavat tulokset, olisi tärkeää verrata nykyisen viljelykannan geneettistä koostumusta vanhaan ja alkuperäiseen Oulujoen loheen käyttämällä 1940-luvulla talteen otettuja vanhoja Oulujoen lohien suomenäytteitä.

4.4. Saaliin jakautuminen ja kalastusrajoitukset

Perämeren lohi-istukkaiden kalastuksessa ja saaliin jakautumisessa Itämeren osa-alueille tai eri kansallisuuksien kesken on ollut aaltomaista vaihtelua (kuvat 30 ja 31). Pohjanlahden saalisosuus on kasvanut silloin, kun lohien kasvu on ollut nopeaa (1972–74, 1990–91), mikä saattaa johtua siitä, että lohien luonnollinen kuolevuus olisi ollut näinä aikoina suhteellisen vähäistä. Jokisaaliista tulleiden merkkipalautusten osuuden selvä kasvu 1990-luvun lopulla on uusi ilmiö koko tutkimusjakson aikana. Näyttäisi siltä, että vuosina 1986–1995 toteutettu rannikkokalastuksen aikasäätely ja vuonna 1991 aloitettu merikalastuksen saaliskiintiöinti eivät Carlin-merkkipalautusten perusteella olisi juuri vaikuttaneet Perämeren lohi-istutuksista peräisin olevan lohisaaliin jakautumiseen. Vasta vuonna 1996 toimeenpantu rannikkokalastuksen aikasäätely aiheutti muutoksen saaliin jakautumiseen (kuvat 38 ja 39).

Carlin-merkintä ei välttämättä ole kovin hyvä menetelmä tutkia saaliin jakautumista ajallisesti tai alueellisesti, koska merkkien palautusaktiivisuudessa voi olla suuria eroja eri aikoina ja esimerkiksi eri kansallisuuksien välillä (Bergman ym. 1992). Perämeren lohi-istukkaiden Carlin-merkkipalautusten perusteella Pohjanlahden osuus suomalaisten pyytämästä lohisaaliista on aina ollut merkittävä (kuva 34). Suomalaisten ammattikalastajien lohisaaliin jakautumisessa päältäan ja Pohjanlahden kesken tapahtui muutos 1980-luvun lopulla: päältäan osuus väheni ja Pohjanlahden kasvoi (kuva 40). Carlin-merkintöjen perusteella em. muutosta ei ole tapahtunut (kuva 34), mikä viittaisi siihen, että merkkien palautusaktiivisuus olisi vähentynyt Pohjanlahdella. Kun Pohjanlahden lohisaaliin jakautumista eri aikavyöhykkeille (kuva 2) tarkasteltiin ammattikalastajien saalisilmoitusten ja Carlin-merkkipalautusten perusteella, oli tässäkin tapauksessa saaliin jakautumisessa selkeä ero tietolähteiden välillä (kuvat 38 ja 39). Saalistilastojen perusteella suurin osa Pohjanlahden lohisaaliista on kalastettu Kaskisten eteläpuoliselta alueelta, mutta Carlin-merkkipalautusten perusteella Lohtajan pohjoispuoliselta alueelta. Ero voi johtua joko siitä, että eteläiseltä Pohjanlahdelta olisi

palautettu merkkejä vähemmän kuin pohjoisesta tai sitten siitä, että eteläisellä Pohjanlahdella lohisaaliissa on huomattava määrä Ruotsin rannikolle vaeltavia lohia, jolloin ne näkyvät saalistilastoissa, mutta eivät Carlin-merkkipalautuksissa. Kolmas vaihtoehto on se, että Pohjanlahden lohisaaliista huomattava osa on peräisin ei-ammattimaisesta kalastuksesta, jolloin tämä saalis näkyy Carlin-merkkipalautuksissa mutta ei saalistilastoissa. Kuitenkin 1990-luvun lopulla Carlin-merkkipalautusten selvä nousu Perämerellä ja jokisaaliissa ilmentää vuonna 1996 ja sen jälkeen toimeenpantujen kalastusrajoitusten vaikutusta (kuvat 30 ja 34), samalla tavalla kuin saalistilastojenkin perusteella (kuva 40).

Carlin-merkkien yleisöpalautteeseen perustuva palautusjärjestelmä tarjoaa edullisen tavan kerätä aineistoa. Vaihtelevaa osuutta saaduista merkeistä ei koskaan palauteta, mikä on suurin Carlin-merkintämenetelmän puute (Palermo 1990, Bergman ym. 1992). Merkkien palautusprosenttia tai siitä johdettua istutuksen tuottoarviota käytetään yleisesti istukkaiden kuolevuuden mittarina. Jos palautusaktiivisuuden (ajallinen ja/tai alueellinen) vaihtelu on suurempaa kuin tutkimuksen käsittelyn aiheuttama vaihtelu, jälkimmäisen analysointi tilastotieteen menetelmillä on mahdotonta. Koska Perämeren Carlin-merkkien palautusaktiivisuutta ei ole tutkittu, on mahdotonta arvioida kuinka suuri vääristymä tämän raportin tuloksiin on aiheutunut palautusaktiivisuuden vaihtelusta.

Kiitokset

RKTL:n vesiviljely-yksikön sekä kalakantojen ja kalavesien hoidon tutkimusyksikkö rahoittivat tämän tutkimuksen. Tapani Pakarinen ja RKTL:n merkintähenkilökunta toimittivat Carlin-merkintäaineiston ja avustivat sen käsittelyssä. Raportissa hyödynetyt muut aineistot toimittivat Tapani Pakarinen (lohen kalastus- ja saalistilastot) ja Eero Aro (turska-aineisto). Erkki Ikonen, Pentti Pasanen, Jari Leskinen, Tapani Pakarinen, Jaakko Erkinaro ja Tapio Sutela tekivät käsikirjoitukseen hyviä muutosehdotuksia.

Kirjallisuus

- Allan, I. & Ritter, J. 1977. Salmonid terminology. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 3: 293–299.
- Anon. 1990. Sammanställning över märkningsförsök med laxungar, tabell S, årg. 1975–1979, gg 24. Laxforskningsinstitutet.
- Anon. 1995. Sammanställning över märkningsförsök med laxungar, tabell S, årg. 1980–1984, gg 48. Laxforskningsinstitutet.
- Anon. 2000. Sammanställning över märkningsförsök med laxungar, tabell S, årg. 1985–1998, gg 63. Laxforskningsinstitutet.
- Bergman, P.K., Haw, F., Blankenship, H.L. & Buckley, R.M. 1992. Perspectives on design, use, and misuse of fish tags. *Fisheries* 17: 20–25.
- Brodeur, R.D., Francis, R.C. & Percy, W.G. 1992. Food consumption of juvenile coho (*Oncorhynchus kisutch*) and chinook salmon (*O. tshawytscha*) on the continental shelf off Washington and Oregon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1670–1685.
- Carlin, B. 1969. Salmon tagging experiments. *Swe. Sal. Res. Inst. Rep.* 3: 8–13.
- Christensen, O., Eriksson, C. & Ikonen, E. 1994. History of the Baltic salmon, fisheries and management. ICES Cooperative Research Report No. 197: 23–39.
- Eriksson, T. & Eriksson, L.-O. 1991. Spawning migration behaviour of coastal-released Baltic salmon (*Salmo salar*). Effects of straying frequency and time of river ascent. *Aquaculture* 98: 79–87.
- 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.
- Gjerde, B. 1986. Growth and reproduction in fish and shellfish. *Aquaculture* 38: 37–55.
- Green, P.E.J. & Macdonald, P.D.M. 1987. Analysis of mark-recapture data from hatchery-raised salmon using log-linear models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 316–326.
- Gunn, J.M., McMurtry, M.J., Bowlby, J.N., Casselman, J.M. & Liimatainen, V.A. 1987. Survival and growth of stocked lake trout in relation to body size, stocking season, lake acidity, and biomass of competitors. *Trans. Am. Fish. Soc.* 116: 618–627.
- Haikonen, A., Romakkaniemi, A., Keinänen, M., Mäntyniemi, S. & Vatanen, S. 2001. Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoessa vuonna 2000. Kala- ja riistaraaportteja nro 215.
- Hansen, L.P., Jonsson, N. & Jonsson, B. 1993. Oceanic migration in homing Atlantic salmon. *Anim. Behav.* 45: 927–941.
- Harden Jones, F.R. 1968. *Fish migration*. London, Edward Arnold Press.
- 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.
- ICES 2000. Report of the Baltic salmon and trout assesment working group. ICES CM 2000/ACFM:12.
- ICES 2001. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management. ICES Cooperative Research Report No. 242, Part 3, pp. 742–750.

- Jokikokko, E. & Jutila, E., 1998. The effects of stocking with salmon parr, *Salmo salar*, on the smolt production in the River Simojoki, Northern Finland. In: Cowx, I.G. (Ed.), Stocking and Introduction of Fish. Fishing News Books, pp. 35–45.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1990. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? Behav. Ecol. Sociobiol. 26: 225–230.
- Jonsson, N., Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1994. Juvenile experience influences timing of adult river ascent in Atlantic salmon. Anim. Behav. 48: 740–742.
- Järvi, T.H. 1938. Fluctuations in the Baltic stock of salmon (1921–1935). Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer. Rapports et Procès-Verbaux Des Réunions. CVI, 114 p.
- Järvi, T.H. 1948. On the periodicity of salmon reproduction in the northern Baltic area and its causes. Rapp. P.-v. Réun. Const. int. Explor. Mer. 119: 1–131.
- Kallio-Nyberg, I. 1999. Variability and inheritance of sea migration in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Academic dissertation. Section of Ecology, Department of Biology, University of Turku, Finland. 25 s.
- Kallio-Nyberg, I. & Ikonen, E. 1992. Migration pattern of two salmon stocks in the Baltic Sea. ICES Journal of Marine Science 49: 191–198.
- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M.-L. 1997. The genetic consequence of hatchery-rearing on life-history traits of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a comparative analysis of sea-ranched salmon with wild and reared parents. Aquaculture 153: 207–224.
- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M.-L. 1999. Sea migration patterns in the Atlantic salmon: a comparative study of two stocks and their hybrids. Boreal Environmental Research 4: 163–174.
- Kallio-Nyberg, I., Peltonen, H. & Rita, H. 1999. Effects of stock-specific and environmental factors on the feeding migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Baltic Sea. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 853–861.
- Kallio-Nyberg, I., Koljonen, M.-L. & Saloniemi, I. 2000. Effect of maternal and paternal line on spatial and temporal marine distribution in Atlantic salmon. Animal Behaviour 60: 377–384.
- 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.
- Koljonen, M.-L. 1989. Electrophoretically detectable genetic variation in natural and hatchery stocks of Atlantic salmon in Finland. Hereditas 110: 23–35.
- Koljonen, M.-L. 1995. Distinguishing between resident and migrating Atlantic salmon (*Salmo salar*) stocks by genetic stock composition analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52: 665–674.
- Koljonen, M.-L. 1999. Genetic structure of Atlantic salmon in the Baltic Sea, stock mixture analysis and conservation strategies. Academic dissertation. Department of Biosciences, Division of Genetics, University of Helsinki. 53 pp.
- Koljonen, M.-L. & McKinnell, S. 1996. Assessing seasonal changes in stock composition of Atlantic salmon catches in the Baltic Sea with genetic stock identification. J. Fish Biol. 49: 998–1018.
- Koljonen, M.-L. & Pella, J.J. 1997. The advantage of using smolt age with allozymes for assessing wild stock contributions to Atlantic salmon catches in the Baltic. ICES Journal of Marine Science 54: 1015–1030.

- Koljonen, M.-L., Jansson, H., Paaver, T., Vasin, O. & Koskiniemi, J. 1999. Phylogeographic lineages and differentiation pattern of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Baltic Sea with management implications. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 1766–1780.
- Labelle, M., Walters, C.J. & Riddell, B. 1997. Ocean survival and exploitation of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) stocks from the east coast of Vancouver Island, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 1433–1449.
- Larsson, P.-O. 1984. Growth of Baltic salmon *Salmo salar* in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 17: 215–226.
- Lindroth, A. 1965. The Baltic salmon stock. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 13: 163–192.
- Makkonen, J., Westman, K., Pursiainen, M., Heinimaa, P., Eskelinen, U., Pasanen, P. & Kumm, P. 2000. Viljelykantarekisteri: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelylaitoksissa ja maitipankissa säilytyksessä olevat kalalajit ja -kannat. Kalaja riistaraportteja nro 200. 48 s. + 3 liitettä.
- Mathews, S.B. & Ishida, Y. 1989. Survival, ocean growth and distribution of differentially timed releases of hatchery coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1216–1226.
- McKinnell, S., Lundqvist, H. & Johansson, H. 1994. Biological characteristics of the upstream migration of naturally and hatchery-reared Baltic salmon, *Salmo salar* L. *Aquacul. Fish. Mgmt.* 25: 45–63.
- Mills, D.H. 1989. Ecology and management of Atlantic salmon. Chapman & Hall, London. 351 p.
- Naarminen, M. 1985. Lohi- ja taimenmerkkintöjen yhteydessä tapahtuvasta kalojen käsittelystä, kuljetuksesta ja istutuksista. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 42.
- Nielsen, E.E., Hansen, M.M. & Loeschcke, V. 1999. Genetic variation in time and space: Microsatellite analysis of extinct and extant populations of Atlantic salmon. *Evolution* 53: 261–268.
- Nilsson, J., Gross, R., Asplund, T., Dove, O., Jansson, H., Kelloniemi, J., Kohlman, K., Löytynoja, A., Nielsen, E.E., Paaver, T., Primmer, C.R., Titov, S., Vasemägi, A., Veselov, A., Öst, T. & Lumme, J. 2001. Matrilinears phylogeography of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Europe and postglacial colonization of the Baltic Sea area. *Molecular Ecology* 10: 89–102.
- Niva, T. 1999. Relations between diet, growth, visceral fat content and yield of stocked brown trout in three small lakes in northern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 36: 103–120.
- O’Gorman, R., Bergstedt, R.A. & Eckert T.H. 1987. Prey fish dynamics and salmonine predator growth in Lake Ontario, 1978–84. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44(Suppl. 2): 390–403.
- Salminen, M. 1996. Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa. Kalantutkimuksia 114, 41 s. + 12 liitettä.
- Salminen, M. 2000. Influence of smolt size on the postsmolt ecology of ranched Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the northern Baltic Sea. Academic dissertation. Department of Ecology and Systematics, Division of Population Biology, University of Helsinki, Finland. 28 p.

- Salminen, M., Kuikka, S. & Erkamo, E. 1994. Divergence in the feeding migration of Baltic salmon (*Salmo salar* L.); the significance of smolt size. *Nordic. J. Freshw. Res.* 69: 32–42.
- Salminen, M., Kuikka, S. & Erkamo, E. 1995. Annual variability in survival of sea-ranched Baltic salmon, *Salmo salar* L.: Significance of smolt size and marine conditions. *Fisheries Management and Ecology* 2: 171–184
- 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.
- Unwin, M.J. 1997. Fry-to-adult survival of natural and hatchery-produced chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) from a common origin. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 1246–1254.
- Vehanen, T., Aspi, J. & Pasanen, P. 1993a. The effect of size, fin erosion, body silvering and precocious maturation on recaptures in Carlin-tagged Baltic salmon (*Salmo salar* L.). *Ann. Zool. Fennici* 30: 277–285.
- Vehanen, T., Pasanen, P., Lehtinen, E. & Simola, O. 1993b. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lohi-istutusten (*Salmo salar* L.) Carlin-merkintätulokset vuosilta 1973–1988. *Kalantutkimuksia* 62, 75 s.
- Zitting-Huttula, T., Hiltunen, M. & Partanen, L. 1996. Iijoen merialueen kalakantojen velvoitehoidon tarkkailutulokset vuosina 1983–95. Voimalohi Oy. 84 s. + 9 liitettä.
- Zitting-Huttula, T., Hiltunen, M. & Autti, J. 1997. Kemijoen merialueen kalakantojen velvoitehoidon tarkkailutulokset vuosina 1983–95. Voimalohi Oy. 87 s. + 11 liitettä.

Teuvo Niva

Perämeren ja sen jokien lohi-istutusten tuloksellisuus vuosina 1959-1999

Tutkimusraportti

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Työssä analysoitiin kaikkiaan 544 Oulu-, Kiiminki-, li-, Simo-, Kemi- ja Tornionjoen Carlin-merkittyä lohien poikaserää, joista saatiin lähes 40 000 merkkipalautusta vuosina 1959–1999. Lisäksi työssä hyödynnettiin istutus- ja saalistilastoja. Tutkimuksen tavoitteena oli esittää kootusti pitkän aikavälin muutokset Perämeren lohi-istutuksista peräisin olevien saalislohiin vaelluksissa, saaliin alueellisessa jakautumisessa, kasvussa, ikärakenteessa, sekä eri aikakausina vallinneiden kalastusrajoitusten vaikutus saaliin jakautumiseen. Noin 85 % viljellyistä ja 91 % villeistä Perämeren lohien poikasista vaelsi syönnökselle Itämeren pääaltaalle ja loput syönnöstivät Selkämerellä. Pienet viljellyt poikaset vaelsivat pääaltaalle herkemmin kuin suuret, mutta villeillä poikasilla vaellus ei ollut riippuvainen poikasen koosta. Pääaltaalla syönnöstävien lohien kasvu oli noin 35 % nopeampaa kuin Selkämerellä. Perämeren lohi-istukkaiden kasvu nopeutui selvästi 1980-luvun lopulla. 1990-luvulla kutukalat olivat lähes yhtä painavia kuin vuosisadan alussa. Merenkurkun eteläpuolisen rannikkokalastuksen osuus kutulohisaaliista on kasvanut 1980- ja 1990-luvulla. Perämeren lohi-istukkaiden ja villien lohienpoikasten kutuvaelluksen ajoittuminen on vanhoilla lohilla aikaisempaa kuin nuorilla ja villeillä aikaisempaa kuin samanikäisillä viljelyalkuperäisillä lohilla. Perämeren lohien kutuvaellus on aikaistunut n. 2 viikkoa 1970-luvun jälkeen. Kiiminki-, li- ja Simojen lohet vaelsivat n. 2 viikkoa aikaisemmin kuin Oulu-, Kemi- ja Tornionjoen lohet. Perämeren lohi-istutusten saalistuottoon eniten vaikutti vuosien välinen vaihtelu, jonka vaikutus oli eri istutusjoilla eri vuosina erilaista. Viljeltyjen istukkaiden tuotto oli positiivisesti riippuvainen poikasen koosta, mutta ei villeillä poikasilla. Oulujoen istukkaiden tuotto oli muita suurempi. Istukkaan kanta ei Kemijoella vaikuttanut tuottoon. Vuosina 1986–1995 toteutettu rannikkokalastuksen aikasäätely ja vuonna 1991 aloitettu avomerikalastuksen saaliskiintiointi eivät Carlin-merkkipalautusten perusteella olisi juuri vaikuttaneet Perämeren lohi-istutuksista peräisin olevan lohisaaliin jakautumiseen Pohjanlahdella. Vasta vuonna 1996 toimeenpantu rannikkokalastuksen aikasäätely lisäsi Perämeren ja jokisaaliin osuutta. Perämeren lohi-istutusten voimakas kasvu 1980-luvulla on selvästi kasvattanut suomalaisten ammattikalastajien lohisaalista vuoden 1989 jälkeen. Myös Pohjanlahden saalisosuuden kasvu luultavasti johtuu Perämeren lohi-istutusten kasvusta: Perämerelle kutemaan vaeltavien lohien määrän kasvu on aiheuttanut ammattikalastuksen painopisteen siirtymisen Pohjanlahdelle

lohi, istutus, vaellukset, kasvu, saaliin jakautuminen

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 179

951-776-342-5

0787-8478

67 s.

Suomi

75 mk

Julkinen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Asiakaspalvelu ja myynti

PL 6

Pukimäenaukio 4, PL 6

00721 Helsinki

00720 Helsinki

Puh. 0205 751 399 Faksi 0205 751 201

Puh. 0205 7511 Fax 0205 751 201

julkaisumyynti@rktl.fi

Teuvo Niva

Utbytet av laxutsättningarna i Bottenviken och dess älvar åren 1959-1999

Rapport

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Arbetet analyserar sammanlagt 544 utsättningar av Carlin-märkta laxyngel i Ule-, Kimminge-, Ijo-, Simo-, Kemi- och Torne älvar. Utsättningarna resulterade i närmare 40 000 återfångster under åren 1959-1999. Dessutom utnyttjades statistik från utsättningar och fångststatistik. Undersökningens målsättning var att på ett samlat sätt ta fram långsiktiga förändringar av vandringsmönstret hos återfångade laxar, som härstammar från utsättningar i Bottenviken, likaså förändringar i fångstens regionala fördelning, i tillväxten, i åldersstrukturen samt på vilket sätt de fiskebegränsningar, som varit i kraft under olika tidsperioder inverkat på fördelningen av fångsten. Ungefär 85 % av de odlade och 91 % av de vilda laxynglen från Bottenviken gjorde sina födovandringar i Egentliga Östersjön. De övriga födovandrade i Bottenhavet. De små odlade ynglen var mer benägna att vandra till Egentliga Östersjön än de stora, medan de vilda ynglens vandringar inte kunde relateras till deras storlek. Tillväxten för de laxar som näringsvandrade i Egentliga Östersjön var ungefär 35 % snabbare än för näringsvandrarerna i Bottenhavet. Under slutet av 1980-talet ökade tillväxten väsentligt för lax som satts ut i Bottenviken. Under 1990-talet vägde lekfisken nära nog lika mycket som i början av seklet. Kustfiskets söder om Kvarken har under 1980- och 1990-talen ökat sin andel av fångsten av lekvandrande lax. För de laxyngel, som satts ut i Bottenviken, och för vildlaxyngel infaller lekvandringen hos de äldre fiskarna tidigare än hos de yngre och hos vildlaxen tidigare än yngel av samma ålder härstammande från odling. Bottenvikslaxens lekvandring har tidsmässigt förskjutits sedan 1970-talet, så att den nu är ca. 2 veckor tidigare. Laxarna från Kimminge- Ijo- och Simo älvar vandrade ca. 2 veckor tidigare än laxarna från Ule-, Kemi- och Torne älvar. Utbytet av laxutsättningarna i Bottenviken påverkades mest av variationen mellan olika år. Resultatet varierade för olika älvar olika år. För den odlade laxen visades en positiv korrelation mellan storleken på den utsatta fisken och utbytet vid fångsten. Motsvarande kunde inte visas för den vilda laxen. Utbytet av utsättningarna från Ule älv var större än från de övriga älvarna. För Kemi älvs del hade de utsatta ynglens stam ingen inverkan på utbytet. Med utgångspunkt från återfångsterna av Carlin-märken konstaterades att den tidsreglering av kustfisket, som tillämpades åren 1986-1995 och den fångstkvotering av havsfisket, som påbörjades år 1991 knappast alls påverkade fördelningen av de fångster i Bottniska viken, som baserade sig på lax som satts ut i Bottenviken. De var först den tidsreglering av kustfisket som infördes år 1996, som ökade fångstandelen i Bottenviken och i älvarna. Den kraftiga ökningen av laxutsättningarna i Bottenviken på 1980-talet har helt klart ökat de finländska yrkesfiskarnas fångster efter år 1989. Också ökningen av Bottniska vikens fångstandel beror sannolikt på de ökade utsättningarna i Bottenviken; ökningen av antalet laxar på vandring till Bottenviken har gjort att tyngdpunkten i yrkesfisket förskjutits till Bottniska viken.

lax, utsättning, vandring, tillväxt, fördelning av fångsten

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 179

951-776-342-5

0787-8478

67 s.

Finska

75 mk

Offentlig

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
Kundtjänst och försäljning
Bocksbackaplanen 4
Tel. 0205 751 399 Fax 0205 751 201
julkaisumyyni@rktl.fi

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 6
00721 Helsingfors
Tel. 0205 7511 Fax 0205 751 201

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

October 2001

Author(s)

Teuvo Niva

*Title of Publication***Results of salmon smolt releases in the Bothnian Bay from 1959-1999***Type of Publication*

Research report

Commissioned by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

*Date of Research Contract**Title and Number of Project**Abstract*

From 1959–999, a total of 500,000 Carlin tagged salmon smolts in 544 groups were released into six rivers or river mouths draining into Bothnian Bay, northern Finland, resulting in almost 40,000 tag recoveries. General catch and release statistics were combined with tagging data. The aim of the study was to describe long-term changes in stock-specific migration patterns, age structure and growth in stocked salmon smolts. In addition, catch allocation with respect to different fishery measurements from the sea and coastal fisheries were analyzed. A somewhat smaller proportion (85 %) of cultured smolts migrated further south to the Main Basin of the Baltic Sea than did wild smolts (91 %). The remainder of the smolts ceased their sea migration in the Bothnian Sea. Smolt size was negatively correlated with migration distance in reared but not in wild smolts. Salmon feeding in the Baltic Main Basin grew approximately 35 % faster than those feeding in the Bothnian Sea. Growth improved in the late 1980s, and in the 1990s the size of mature salmon was close to the sizes documented in the 1920s and 1930s. The total number of smolts released in Bothnian Bay increased from 0.5 to 2 million fish in the 1980s and 1990s, which resulted in an increase in the salmon catch by Finnish fishermen, mostly in the Gulf of Bothnia. A portion of the salmon catch in the Gulf of Bothnia increased in southern areas during the 1980s and 1990s. Two- and three-sea-winter salmon migrated to the spawning grounds earlier than one-sea-winter salmon, and wild salmon migrated earlier than reared ones in all age groups. Salmon stocks in Bothnian Bay started their spawning migration 1-2 weeks earlier in the 1990s than in the 1960s or 1970s. The timing of the spawning migration was stock-specific. Stocking success (catch per 1000 smolts released) varied considerably: year and site (river) of release and their interaction explained 58% and smolt size only 13 % of the variation in the catch. Salmon released into the mouth of the River Oulujoki resulted in a higher catch than those released in other sites, but catch was independent of the genetic background of the stock released. Regulation of the coastal fishery in the Gulf of Bothnia started in 1986 using closed seasons for the salmon migrating along the coast. The offshore fishery was regulated from 1991 with catch quotas. Both fishery measurements were aimed at protecting wild salmon stocks. In 1996 and 1997 when regulation measures were exceptionally strong, many mature salmon entered unregulated salmon rivers.

Key words

salmon, stocking, migration, growth, catch allocation

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 179

ISBN

951-776-342-5

ISSN

0787-8478

Pages

67 p.

Language

Finnish

Price

75 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Finnish Game and Fisheries Research Institute
Customer Service
P.O. Box 6
FIN-00721 Helsinki, Finland
Phone +358 205 75 399 Fax +358 205 751 201

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 6
FIN-00721 Helsinki, Finland
Phone +358 205 7511 Fax +358 205 751 201

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

178. PENNANEN, J. T.

Toutaimen istutukset ja niiden tulokset (Utsättningar av asp och deras resultat) (Releases of asp and their results). Helsinki 2001

177. Paikallinen tieto, asiantuntijuus ja vuorovaikutus kalavesien hallinnassa. Salmi, P. (toim.)

(Lokal kunskap, sakkunskap och samverkan vid administration av fiskevatten) (Local knowledge, expert knowledge and communication in fisheries governance). 115 s. Helsinki 2001

176. NIEMELÄ, E., ERKINARO, J., KYLMÄÄHO, M., JULKUNEN, M., MOEN, K.

Näätämöjoen lohen poikastiheys ja kasvu. (Yngeltäthet och tillväxt hos laxen i Näätämöjoki) (The density and growth of juvenile salmon in the River Näätämöjoki). 27.s. Helsinki 2001.

175. SAURA, A.

Taimenkantojen tila Suomenlahden pohjoisrannikon joissa. (Öringsbeståndens tillstånd i åar och älvar längs Finska vikens norra kust) (Sea trout stocks in the rivers flowing from the northern coast into the Gulf of Finland). 48 s. Helsinki 2001.

174. KOIVURINTA, M., VÄHÄNÄKKI, P., SAURA, A.

Meritaimen ja sen kalastus itäisellä Suomenlahdella 1990-luvulla. (Havsöring och havsöringsfiske i östra Finska viken på 1990-talet) (Stocking results of sea trout in the eastern Gulf of Finland). 24 s. Helsinki 2001.

173. KALLIO-NYBERG, I., KOLJONEN, M.-L., JUTILA, E.

Taimenatlas. (Öringsatlas) (Atlas of brown trout stocks). 57 s. Helsinki 2001.

172. LÖNNSTRÖM, L.-G., RAHKONEN, R., GRÖNDAHL, A., PASTERNAK, M., LUNDÉN, T., KOSKELA, J., BYLUND, G.

Siian rokotus paisetautia ja vibrioosia vastaan. (Vaccinering av sik mot furunkulos och vibrios) (Vaccination against vibriosis and furunculosis in whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.)). 15 s. Helsinki 2001

171. KOSKELA, J., RAHKONEN, R., FORSMAN, L., NORRDAHL, O., LÖNNSTRÖM, L.-G.

Siika ruokakalanviljelyssä – kahden siikakannan ja kantaristeytymän vertailu. (Sik i matfiskodling – en jämförelse mellan två sikstammar och deras hybrider) (Whitefish in aquaculture: comparison of two stocks and their hybrids). 24 s. Helsinki 2001.

170. PARMANNE, R.

Silakan poikasten runsaus Suomen rannikolla vuosina 1974-1996. (Tätheten av strömmingsyngel vid Finlands kuster åren 1974-1996) (Abundance of Baltic herring larvae off the coast of Finland in 1974 – 1996). 44 s. Helsinki 2001.

169. MIKKOLA, J., LAAMANEN, M., JUTILA, E.

Kymijoen vaelluskalat ja kalastus 1990-luvulla. (Kymmene älvs vandringsfiskar och fisket under 1990-talet) (Migratory fish of the Kymijoki river and their fishing in the 1990s). 44 s. Helsinki 2000.

168. LAPPAINEN, A.

Sisävesikalastus muuttuvassa yhteiskunnassa. (Insjöfisket i ett föränderligt samhälle) (Inland Fishing in a Changing Society). 38 s. Helsinki 2000.

167. KOLARI, I., AUVINEN, H., HIRVONEN, E.

Kalastus Puruvedellä vuosina 1979-1995. (Fisket i Puruvesi åren 1979-1995) (Fishing in Lake Puruvesi in 1979-1995). 25 s. Helsinki 2000.

166. MÄKI-PETÄYS, A., HUUSKO, A., KREIVI, P.

Järvilohen poikasten elinympäristövaatimukset kesällä ja syksyllä. (Insjölaxynglens krav på sin livsmiljö under sommar och höst) (Summer and autumn habitat requirements and the habitat use of young landlocked salmon (*Salmo salar m. lacustris*)). 15 s. Helsinki 2000.

165. KEINÄNEN, M., TOLONEN, T., IKONEN, E., PARMANNE, R., TIGERSTEDT, C., RYTI LAHTI, J., SOIVIO, A., VUORINEN P.J.

Itämeren lohen lisääntymishäiriö – M74. (Östersjö laxens reproduktionsstörning – M74) (Reproduction disorder of Baltic salmon – M74). 38 s. Helsinki 2000.

- 164.** KOIVURINTA, M., SYDÄNOJA, A., MARJOMÄKI, T., HELMINEN, H., VALKEAJÄRVI, P.
Taimenen ja järvilohen ravinto ja kasvu Puulassa, Päijänteessä, Konnevedessä ja Säkylän Pyhäjärvässä vuosina 1995-1996. (Öringens och insjöloxens föda och tillväxt i Puula, Päijänne, Konnevesi och Säkylä Pyhäjärvi åren 1995-1996) (Diet and growth of brown trout and landlocked salmon in lakes Puula, Päijänne, Konnevesi (central Finland) and Pyhäjärvi (SW Finland) from 1995-1996). 32 s. Helsinki 2000.
- 163.** KOLARI, I., HIRVONEN, E., FRIMAN, T.
Nieräistutusten tuloksellisuus Puruvedessä. (Utbytet av rödingsutsättningarna i Puruvesi) (The stocking results of Arctic charr in Lake Puruvesi). 42 s. Helsinki 1999.
- 162.** Ahvenen ravinto Puruvedessä. Vuorimies, O. (toim.). (Abborrens föda i Puruvesi) (The food of perch in Lake Puruvesi). 44s. Helsinki 1999.
- 161.** VALKEAJÄRVI, P.
Päijänteen säännöstelyn vaikutus siikakantaan. (Inverkan av Päijännes reglering på sikbeståndet) (Effect of water level regulation on the whitefish stock in Lake Päijänne). 34 s. Helsinki 1999.
- 160.** SIIRA, A., HUUSKO, A., KORHONEN, P.
Taimenistutusten vaikutus vaikutus Kitkajärvien muikkukantaan ja kalansaaliiseen. (Inverkan av öringutsättningarna på beståndet av siklöja och på fiskfångsterna i Kitkajärvi-sjöarna) (Affects of stocking of Brown Trout on Vendace population and total catch of fish in Lake Kitkajärvi). 27 s. Helsinki 1999.
- 159.** PARMANNE, R.
Silakan kudun ajoittuminen ja kutuparvien koostumus rysäkalastuksen perusteella. (Strömmingens lektider och de lekande stimmens sammansättning enligt ryssjefångster) (The spawning time and composition of spawning shoals according to trapnet fishing of Baltic herring). 41 s. Helsinki 1999.
- 158.** MUTENIA, A., SALONEN, E., KOTAJÄRVI, M.
Lokan ja Porttipahdan vaellussiika – tekojärvien paikallinen arvokala. (Älvsiken i Lokka och Porttipahta - vattenmagasinens lokala värdefisk) (Whitefish: a Local Fish of Value in the Lokka and Porttipahta Reservoirs) 29. s. Helsinki 1999.
- 157.** SAURA, A.
Taimenen säilyttäminen Gumbölenjoessa. (Åtgärder för att bevara öringen i Gumböleån) (Maintenance of the trout in the Gumbölenjoki River in Espoo). 19. s. Helsinki 1999.
- 156.** NYKÄNEN, M., HUUSKO, A.
Harjuksen elinympäristövaatimukset virtavesissä - kirjallisuusselvitys. (Harrens miljökrav i rinnande vatten - litteraturundersökning) (Habitat requirements and habitat use of riverine European grayling (*Thymallus thymallus* (L.)) — a review). 23 s. Helsinki 1999.
- 155.** Saimaan järvilohen elinolosuhteiden parantaminen. Makkonen, J. (toim.). (Hur kan förhållandena för insjöloxen i Saimen förbättras?) (Improving the living conditions for Saimaa landlocked salmon). 97 s. Helsinki 1999.
- 154.** JUTILA, E., JOKIKOKKO, E., SALO, P.
Viehekalastuksen kehitys Simojoella - kalastus Simossa ja Ranualla 1994 -1997
(Utvecklingen av spöfisket i Simojoki - fisket i Simo och Ranua åren 1994 - 97) (Development of rod fishing in the Simojoki River: fishing in the municipalities of Simo and Ranua, 1994-1997). Helsinki 1999.
- 153.** HEIKINHEIMO, O.
Siian kalastuksen säätely sisävesissä.
(Reglering av sikfisket i insjöområdet) (Management of the whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) fishery in inland waters). 26 s. Helsinki 1999.