

## Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kitkajoen Jyrävän yläpuolisella joki- ja järviolueella vuosina 1986–1990 Carlin- ja kuonomerkintämenetelmillä arvioituna

TEUVO NIVA<sup>1</sup> ja KEIJO JUNTUNEN<sup>1</sup>

NIVA, T. & JUNTUNEN, K. 1993. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kitkajoen Jyrävän yläpuolisella joki- ja järviolueella vuosina 1986–1990 Carlin- ja kuonomerkintämenetelmillä arvioituna. *Suomen Kalatalous* 59. s. 85–101.

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla Carlin- ja kuonomerkintämenetelmää arvioitaessa järvitaimenistutusten tuloksellisuutta. Tutkimushypoteesit olivat seuraavat: Järvitaimenen Carlin-merkintä kuonomerkintään verrattuna H1) antaa selvästi alhaisemman tuottoarvion, H2) korostaa järvi-istutuksen menestymistä joki-istutukseen verrattuna ja H3) korostaa suurikokoisen istukkaan menestymistä pienikokoiseen verrattuna. Tutkimushypoteesien testausta varten käytetyistä istukkaista muodostettiin kunakin vuonna mahdollisimman identtisiä vertailuparvia, jotka merkittiin joko Carlin- tai kuonomerkintä. Istukkaan koon vaikutuksen selvittämiseksi parvet jaettiin eri kokoihin lajitteisiin. Istutuspaikan vaikutuksen selvittämiseksi istutuksia tehtiin sekä joki- että järviolueella.

Ensimmäiset istutukset tehtiin vuonna 1985 ja viimeiset vuonna 1988. Kuonomerkintäeristä 11 istutettiin Kitkajokeen ja 6 Kitkajärviin. Carlin-merkintäeristä 5 istutettiin Kitkajokeen ja 4 Kitkajärviin.

Aineiston keruu aloitettiin vuonna 1986 ja lopetettiin vuonna 1991 ja se perustui järvi- ja jokialueelle hankittujen 20–30 näytekalanastajan keräämiin taimennäytteisiin. Aineisto käsittää tiedot yhteensä 4 695 järvitaimenesta. Niistä näytekalanastajilta oli peräisin 4 513 kappaletta, joista kuonomerkittyjä oli 549 kappaletta ja Carlin merkittyjä oli 28 kappaletta; RKTL:n merkkitoimistosta saatiin tiedot 182 Carlin-merkitystä taimenesta.

Tutkimuksessa käytetyt tuottolaskelmat perustuvat olettamukseen, että tunnettu näytestaalis on edustava otos tunnetusta kokonaissaaliista. Taimensaaliin kokonaistaso on saatu vuosittaisten saalistiedustelujen perusteella. Noin 10 prosenttia Kitkajärvien kokonaissaaliista hankittiin näytteiksi.

Kuonomerkintöjen perusteella järvitaimenistutusten tuottavuus oli (tilastollisesti merkitsevästi) suurempi kuin Carlin-merkintöjen perusteella laskettuna. Merkintämenetelmien välinen ero joki-istutuksien tuottoarvioissa oli 8,8-kertainen ja järvi-istutuksissa ero oli 3,1-kertainen. Vuosien väliset vaihtelut tuottoarvioissa olivat molempien merkintätapojen perusteella samansuuntaiset ja joki-istutuksissa vaihtelut olivat erittäin suuria. Kuonomerkintöjen tuottavuusarvioiden ja tehtyjen istutusten perusteella laskettu teoreettinen saalisarvio poikkesi vain noin 10 % saalistiedusteluihin saadusta saalisarviosta.

Järveen istutettujen kuono- ja Carlin-merkintäerien tuottavuuksilla oli selvä positiivinen ja logaritminen riippuvuus istukaserien keskipituudesta. Istutustuloksen paraneminen istukaserän keskikoon kasvaessa oli selvempää kuono- kuin Carlin-merkintäerissä. Toisin sanoen istukkaan koon merkitys istutustulokseen ei korostunut Carlin-merkintäerissä kuten hypoteesi oletti.

<sup>1)</sup> Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos, Ohtaaja, 93400 Tai Valkoski

NIVA, T. & JUNTUNEN, K. 1993. Resultatet av utplantering av insjööring i älv- och insjöområdet ovanför Jyrävä i Kitkajoki åren 1986–1990, uppskattat enligt Carlin- och nosmärkningsmetoderna. Suomen Kalatalous 59. s. 85–101.

Undersökningens avsikt var att jämföra Carlin- och nosmärkningsmetoderna vid uppskattning av utplanteringsresultatet för insjööring. Utgångshypoteserna var följande: Carlin-märkning av insjööring ger i jämförelse med nosmärkning en klart lägre avkastningsuppskattning (H1), betonar effekten av utplantering i sjöar jämfört med utplantering i rinnande vatten (H2), samt betonar stora utplanteringsyngels framgång jämfört med smås (H3). För att testa hypoteserna användes varje år möjligast identiska jämförelsestim som märktes med antingen Carlin- eller nosmärkesmetoden. För att utreda yngelstorlekens effekter indelades stimmen i storleksfraktioner. Utplanteringsplatsens inverkan undersöktes genom utplanteringar både i älv- och sjöområdet.

De första utplanteringarna gjordes år 1985 och de sista år 1988. Av nosmärkningspartierna utplanterades 11 i Kitkajoki och 6 i sjöarna Kitkajärvet. Av de Carlin-märkta partierna utplanterades 5 i Kitkajoki och 4 i Kitkajärvet.

Materialinsamlingen inleddes år 1986 och avslutades år 1991 och baserades på öringsprov insamlade i älv- och insjöområdet av 20–30 provfiskare. Materialet omfattar uppgifter om sammanlagt 4 695 insjööringar. 4 513 av dessa hade fångats av provfiskarna, 549 var nosmärkta och 28 Carlin-märkta. Från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets märkesbyrå fick man dessutom uppgifter om 182 Carlin-märkta öringar.

De avkastningsberäkningar som använts i undersökningen baserar sig på antagandet att en känd provfångst utgör ett representativt sampel av en känd totalfångst. Uppgifter om öringsfångstens totalnivå fick man via årliga fångstförfrågningar. Provfångsterna omfattade ca 10 % av totalfångsten i Kitkajärvet.

Nosmärkningen ger en statistiskt signifikant högre avkastningsuppskattning för öring-utplanteringarna än Carlin-märkningen. Beträffande älvutplanteringarna var skillnaderna mellan de olika märkningsmetodernas avkastningsuppskattningar 8,8-faldig och beträffande insjöutplanteringarna 3,1-faldig. Båda märkningsmetoderna gav en likartad variation beträffande avkastningsuppskattningarna och variationen vid älvutplanteringar var mycket stor. Den teoretiska fångststoppningen beräknad på basen av nosmärkning och utförda utplanteringar avvek endast ca 10 % från den uppskattning som angavs av fångstförfrågningarna.

Avkastningen av de i sjöar utplanterade nos- och Carlin-märkta partierna visade ett tydligt positivt och logaritmiskt samband med de utplanterade partiernas medellängd. De nosmärkta partierna visade en tydligare förbättring av utplanteringsresultatet vid ökande yngellängd än de Carlin-märkta. Med andra ord poängterades yngelstorlekens betydelse för utplanteringsresultatet i de Carlin-märkta partierna inte, såsom hypotesen skulle ha förutsagt.

NIVA, T. & JUNTUNEN, K. 1993. An estimation of brown trout stocking productivity based on Carlin- and coded-wire taggings on the Lake Kitkajärvi and the River Kitkajoki, Northern Finland. Suomen Kalatalous 59. p. 85–101.

The objective was to compare Carlin-tagging and coded-wire tagging methods affecting estimation of brown trout stocking productivity. The following three hypotheses appointed: Carlin-tagging causes lower productivity and emphasizes lake-stocking and large stocking-size success compared with coded-wire tagging. For testing hypotheses stockings were made both lake and river areas and different size groups were used.

Eleven (smolt-size, hatchery-reared) microtagged and five Carlin-tagged groups were stocked in the River Kitkajoki and six microtagged and four Carlin-tagged groups in the Lake Kitkajärvi in 1985 and 1988 tagging seasons.

Brown data consists 549 coded-wire tagged, 182 Carlin-tagged and 3 964 non-tagged brown trouts. The calculation of stocking productivity was based on the known proportion between the annual sample size and the annual total catch of brown trout.

Carling-tagging causes clearly lower estimation of productivity compared with coded-wire tagging. River-stocked and microtagged groups give nearly ninefold productivity compared with Carlin-tagged groups and the difference on lake-stocked groups was threefold, respectively. On the microtagged and lake-stocked groups there was a positive and logarithmic dependence on stocking-size and productivity. However, on the Carlin-tagged groups the effect of stocking-size was poor. So, there was no evidence that Carlin-tagging emphasizes large stocking-size success on brown trout stockings.

## I. Johdanto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla Carlin- ja kuonomerkintämenetelmää arvioitaessa järvitaimenistutusten tuloksellisuutta. Carlin-merkintä on ollut eniten käytetty merkintämenetelmä järvitaimentutkimuksissa viime vuosikymmenien aikana. Menetelmää on käytetty mm. istutusten tuloksellisuuden arviointiin. 1980-luvulla tehdyissä tutkimuksissa saalistiedusteluihin saatu järvitaimensaalis on ollut viisinkertainen verrattuna Carlin-merkintöjen perusteella laskettuun saaliiseen (SALOJÄRVI ja HUUSKO 1987, HEIKINHEIMO-SCHMID ja HUUSKO 1987). Merkkien palautusasteella on keskeinen osuus tuloksen muodostumisessa. Myös merkkien irtoaminen aiheuttaa virhettä (mm. KENNEDY ym. 1982, KALLEMAYN 1989). Lisäksi Carlin-merkkien on todettu alentavan kalan elinkykyä monin tavoin: merkki hidastaa ja vaikeuttaa kalan liikkeitä, ja ilmeisesti vaikutus on suurempi pienellä kuin suurella kalalla (CARLIN 1969, KENNEDY ym. 1982) ja vastaavasti joki-istukkaalla kuin järvi-istukkaalla (TOIVONEN ym. 1991). Merkki lisää kalan havaittavuutta, jolloin predaattoririski kasvaa (GÖNZI ym. 1986, KOLARI 1988). Merkintäarven tulehtuminen luonnollisesti heikentää kalan elinkykyä (WESTMAN ym. 1987).

Edellä mainittuja ongelmia voidaan ilmeisesti oleellisesti vähentää käyttämällä kuonomerkintämenetelmää (POTTER ja BROWNE 1985). Menetelmä onkin vakiinnuttanut asemansa Pohjois-Amerikassa, missä jo 1980-luvun alussa merkittiin miljoonia *Oncorhynchus*-suvun kaloja vuosittain (JOHNSON 1983). Carlin- ja kuonomerkinnän eroja on testattu Atlantin lohella (ISAKKSON ja BERGMAN 1978): tulokset osoittivat Carlin-merkinnän nostavan lohien

kuolleisuutta ja alentavan kasvua - erityisesti pienikokoisilla smolteilla. Myös meritaimenella on havaittu samansuuntainen vaikutus (BERG ja BERG 1987), joskaan merkinnän kasvua alentavaa vaikutusta ei havaittu. Vaikka lohi ja järvitaimen monissa suhteissa muistuttavatkin toisiaan, ovat erot kasvunopeudessa selvät. Myös vaellusvalmiuden kehittämisessä on eroja (MUONA ym. 1988).

Järvitaimenen merkitys istutuskalana on kasvanut jatkuvasti (TOIVONEN ym. 1991). Istutustyön tuloksien seuraaminen muodostuu vaikeaksi tai mahdottomaksi tehtäväksi, mikäli itse mittausmenetelmä on epävarma.

Tutkimukselle asetettiin seuraavat tutkimushypoteesit:

Järvitaimenen Carlin-merkintä kuonomerkintään verrattuna

H1) antaa selvästi alhaisemman tuottoarvion

H2) korostaa järvi-istutuksen menestymistä joki-istutukseen verrattuna

H3) korostaa suurikokoisen istukkaan menestymistä pienikokoiseen verrattuna

Tutkimushypoteesien testausta varten käytetyistä istukkaista muodostettiin kunakin vuonna mahdollisimman samanlaisia vertailuparvia, jotka merkittiin joko Carlin- tai kuonomerkillä. Vain 1-vuotiaita joki-istukkaita merkittiin ainoastaan kuonomerkillä. Istukkaan koon vaikutuksen selvittämiseksi parvet jaettiin eri kokoihin lajitteisiin. Istutuspaikan vaikutuksen selvittämiseksi istutuksia tehtiin sekä joki- että järviolueelle.

Tutkimuksen perustana oli käytettyjen istukkaiden tunnettu vaelluskäyttäytyminen istutusvesissä. Kitkajärvien taimenkanta koostuu kahdesta geneettisesti erillisestä populaatiosta: Kitkajokeen

kudulle laskeutuvasta taimenesta sekä Kitkajärviin laskeviin pieniin jokiin kudulle nousevista taimenista (KERÄNEN 1973, KERÄNEN 1978, HYYTINEN 1984). Tässä tutkimuksessa käytettiin ensin mainittua kantaa, jonka vaellustyyppi on käänteinen: smoltit nousevat yläpuoliselle syönnösalueelle

(Kitkajärville) ja sukukypsät taimenet laskeutuvat kutualueilleen Kitkajokeen.

Tutkimustulokset taimenten kalakohtaisista muuttujista (kasvu ja kunto) sekä vaelluksista tullaan julkaisemaan myöhemmin erillisenä artikkelina.

## II. Aineisto ja menetelmät

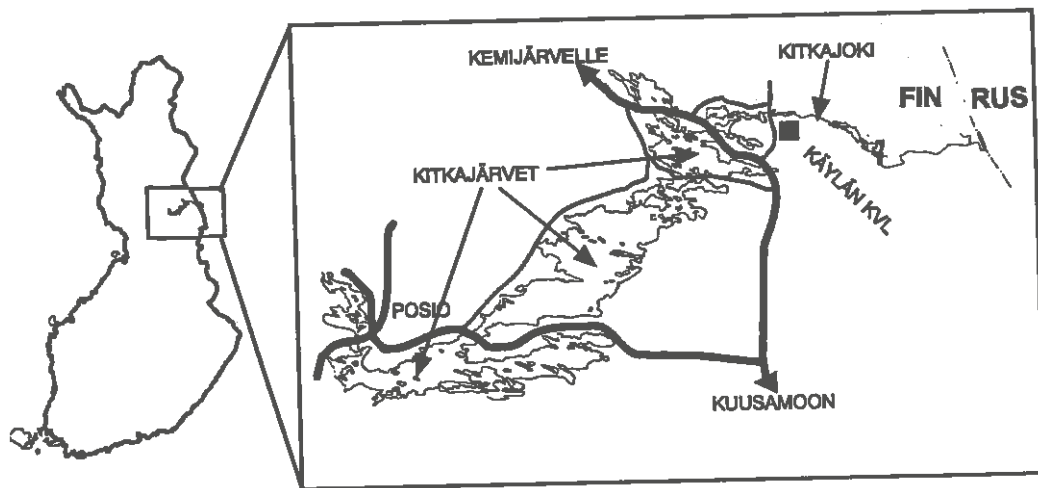
### 1. Tutkimusalue

Kitkajärvet ja Kitkajoki kuuluvat Koutajoen vesistöön, joka laskee vetensä Vienanmereen Venäjän puolella. Kitkajoen latvajärvet Posionjärvi, Posion Kitka, Yli-Kitka ja Ala-Kitka ovat n. 240 metriä merenpinnan yläpuolella. Kitkajoki alkaa Ala-Kitkan Virranlahdelta ja yhtyy Oulankajokeen lähellä rajavyöhykettä (kuva 1). Erinomaisen vedenlaadun ja luonnontilansa takia nämä vedet on sisällytetty erityisesti suojeltavien vesien Project Aqua -ohjelmaan.

### 2. Järvitaimenistutukset ja saalis Kitkajärvillä

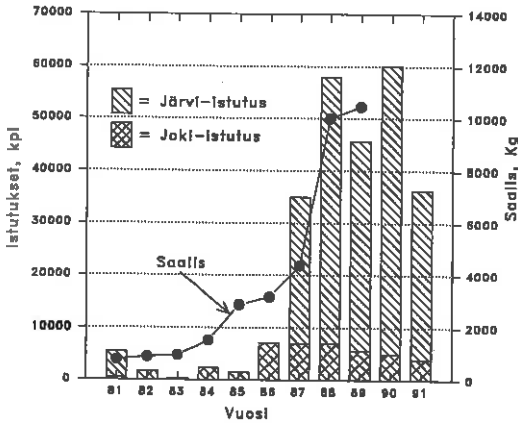
Kitkajärville tehdyt järvitaimenistutukset ovat lisääntyneet voimakkaasti vuoden 1986 jälkeen. Lisäys on koostunut pääasiassa 3-vuotiaista istukkaista, joita aikaisemmin istutettiin lähinnä Kitkajokeen. 3-vuotiaitten järvi- ja joki-istutusten määrät olivat vuosina 1981–1986 reilusti alle 10 000 istukasta vuodessa. Tämän jälkeen vuosittaiset istutusmäärät ovat vaihdelleet 35 000 ja 60 000 istukkaan välillä (kuva 2).

Alle 3-vuotiaita järvitaimenia on istutettu 1980-luvulla seuraavasti: vastakuoriutuneita taimenia istutettiin vuosina 1984 ja 1985 227 000 ja 145 000 kappaletta Kitkajokeen; kesänvanhoja taimenia istutettiin vuosina 1982–1984, 1 000–



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti.

Figure 1. Location of study area in Finland.



Kuva 2. Kitkajärviin ja Kitkajokeen istutettujen 3-vuotiaiden järvi-aimentien määrät vuosina 1981–1991 sekä Kitkajärvien taimensaaliin kehitys vuosina 1981–1990.

Figure 2. The annual numbers of three-year-old brown trout stocked in Lake Kitkajärvi and the River Kitkajoki between 1981 and 1991 (columns) and the annual catch of brown trout in Lake Kitkajärvi between 1981 and 1990 (line).

6 000 kappaletta vuosittain Kitkajokeen sekä vuonna 1987 35 000 kappaletta Kitkajärviin ja 10 000 kappaletta Kitkajokeen. 1-vuotiaiden vähäisiä istutuksia on tehty vuosina 1983 ja 1986 Kitkajärviin laskeviin jokiin näiden jokien omilla kannoilla (R. MÄÄTTÄ, suull.) paitsi vuonna 1985, jolloin istutettiin n. 20 000 kappaletta 1-vuotiaita ja 9 600 kappaletta 2-kesäisiä taimenia Kitkajokeen. 2-vuotiaita taimenia istutettiin vuonna 1986 7 900 ja vuonna 1987 2 000 kappaletta Kitkajokeen ja vastaavasti 3 000 ja 5 000 kappaletta Kitkajärviin.

Järvi-aimensaalis kasvoi Kitkajärvillä 1980-luvun alun alle 1 000 kg tasolta hitaasti vuoteen 1987, jolloin saavutettiin 4 000 kg taso. Tämän jälkeen saalismäärät kasvoivat rajusti: 10 000 kg taso saavutettiin jo seuraavana vuonna. Vuonna 1989 Kitkajärvien saaliiksi arvioitiin 10 462 kiloa ja vuonna 1990 9 095 kiloa (kuva 2) (HYYTINEN 1989, HYYTINEN julkaisematon).

Kitkajoen Jyrävän yläpuolinen luonnonpoikastuotanto on ilmeisesti ollut 1970- ja 1980-luvuilla erittäin vähäistä: Keränen (1978) arvioi kutupopulaation kooksi vuosina 1974–1977 kuusi yksilöä/vuosi. Käylän kalanviljelylaitoksen vuosittain tekemien emokalahankintojen viimeinen yksilö saatiin vuonna 1981 (R. MÄÄTTÄ suull.). Myös Kitkajärviin laskevien pienten jokien luonnonpoikastuotanto on HYYTISEN (1984) mukaan ollut vähäistä; Kirintöjoesta saatiin 1980-luvun alussa yksi kudulle noussut emokala, mutta varsinainen emokalaparvi perustettiin vuosina 1985–1987 sähkökalastamalla saadusta taimenenpoikasista (R. MÄÄTTÄ suull.).

### 3. Merkinnot

Carlin-merkinnän vertailumerkinnot tehtiin kuonomerkillä. Kuonumerkki (Coded Wire Tag) on noin 1 mm mittainen magneettinen teräslangan pätkä, johon on uritettu binäärikoodi (esim. JEFFERTS ym. 1963, ISAKSSON ja BERGMAN 1978, JAMES ja HINO 1981, JENKINSON ja BILTON 1981, POTTER ja BROWNE 1985). Merkki injektoidaan erityisellä laitteella kalan kuonoon. Koska merkki ei näy kalasta ulospäin, on merkien etsintään kehitetty merkkien ilmaisim eli detektori. Detektori reagoi merkkien magneettisuuteen, ja sitä käytetään sekä merkin pysyvyyden seurantaan että merkin etsintään laboratoriossa.

Kaikkia merkinnöissä käytettiin Jyrävän yläpuolista järvi-aimenkantaa. Vuosien 1985 ja 1986 istukkaat olivat vuosina 1977 ja 1978 Kitkajoen Käylänkoskesta 2–3 -vuotiaina ongittujen emokalojen jälkeläisiä. Vuosien 1987 ja 1988 istukkaat olivat Kitkajoen vuonna 1969 pyydettyjen luonnonemokalojen F3-polven jälkeläisiä. Istukkaat tuotti Käylän kalanviljelylaitos. Vertailtavat Carlin- ja kuonomerkinntäerät olivat viljelytaustaltaan samanlaisia, yleensä samasta allasyksiköstä peräisin.

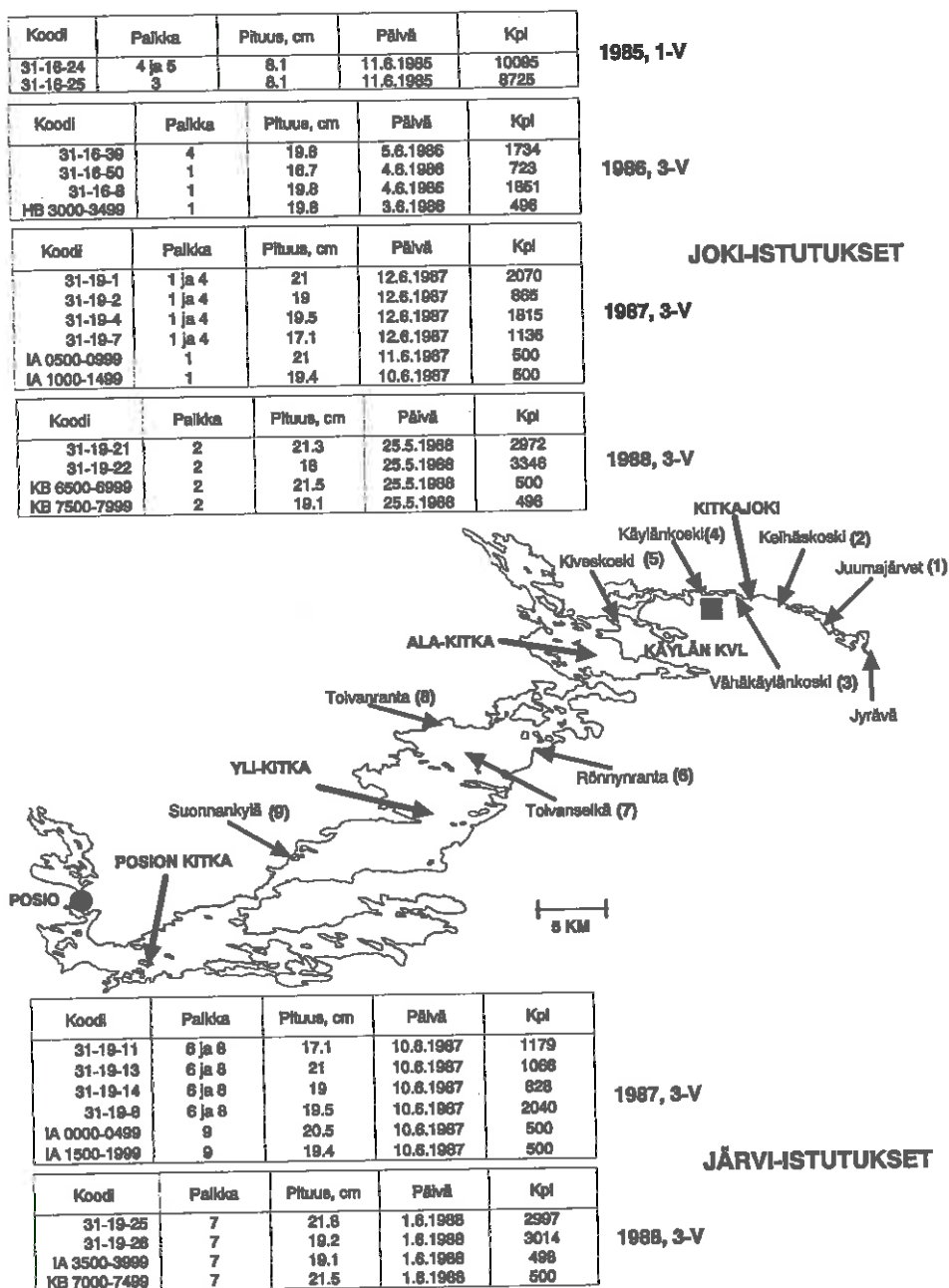
Jako merkinntäerien kokolajitteisiin tehtiin mittaamalla kalat yksilöllisesti merkinntähetkellä. Kalat merkittiin Käylän kalanviljelylaitoksella 1–4 viikkoa ennen istutusta. Kuonomerkityiltä taimenilta leikattiin rasvaevä. Vertailtavien erien istutukset pyrittiin tekemään mahdollisimman samanaikaisesti. Merkittyjen kalojen määrä jäi Carlin-merkinnäerissä merkien kalleuden takia selvästi kuonomerkinntäerää pienemmäksi. Carlin-merkinnöissä istukaserien keskipituudet olivat yleensä hieman suurempia kuin kuonomerkinntää käytettäessä (kuva 3).

Kuonomerkkien pysyvyyden mittaamiseksi Käylän kalanviljelylaitokselle perustettiin vuosittain seurantarparvia, joiden koko oli 3–5 % merkinntäerästä. Merkkien pysyvyys kontrolloitiin noin kahden kuukauden kuluttua merkinntästä.

Vuonna 1985 kuonomerkittiin 18 820 kappaletta 1-vuotiaita järvi-aimenta kahdella koodilla ja istutettiin Kitkajokeen (kuva 3). Merkkien pysyvyys oli 91 %.

Vuonna 1986 kuonomerkittiin 4 308 kappaletta 3-vuotiaita järvi-aimenia kolmella koodilla ja istutettiin Kitkajokeen. Merkkien pysyvyys oli 98,4 %. Kasvumittaustietojen perusteella muodostettiin kaksi kokolajitetta. Kaksi merkinntäerää edusti ylälajitetta, jonka keskipituus oli 19,8 cm ja yksi merkinntäerä alalajitetta, jonka keskipituus oli 16,7 cm. Carlin-merkintä tehtiin yhdelle keskipituudeltaan 19,8 cm:lle Kitkajokeen istutetulle erälle (kuva 3).

Vuonna 1987 kuonomerkittiin 10 999 kappaletta 3-vuotiaita järvi-aimenta, joista Kitkajärviin istutettiin 5 113 kappaletta ja Kitkajokeen 5 886 kappaletta. Merkkien pysyvyys oli 96,3 %. Carlin-merkintä tehtiin 2 000 järvi-aimenelle, joista puolet istutettiin Kitkajärviin ja puolet Kitkajokeen. Vuonna 1987 kuonomerkinntäryhmiä oli kahdeksan kappaletta, joista puolet oli järvi- ja puolet joki-istutuksia. Sekä järvi- että joki-istutuksissa merkinntäryhmiä yksi edusti nopeasti kas-



Kuva 3. Kitkajokeen ja -järviin tehdyt merkittyjen taimenten istutukset vuosina 1985–1988. Numeroidut kartan nimiöt ovat istutuspaikkoja ja numeroilla viitataan taulukoiden 'paikka-sarakkeisiin'. Taulukoiden 31-alkuiset koodit ovat kuonumerkintäeriä ja kirjainalkuiset koodit Carlin-merkintäeriä.

Figure 3. The annual numbers of tagged brown trout stocked in Lake Kitkajärvi and the River Kitkajoki between 1985 and 1988. Stocking sites are number-coded on the map and on the tables. On the tables coded-wire-tagged groups have fully numeric codes and Carlin-tagged codes have alpha-numeric codes.

Taulukko 1. Kitkajärvien kokonaistaimensaaliin (HYYTINEN 1992) ja taimennäytemäärien kehitys vuosina 1986–1991 sekä näytteiden prosenttiosuudet kokonaissaaliista ja näytekalastajien määrät samoina vuosina.

Table 1. The annual total catch (HYYTINEN 1992) and sample size of brown trout, the percentual proposition between the sample size and the total catch and the numbers of sample-collectors in Lake Kitkajärvi between 1986 and 1991.

Vuosi Year	Saalis, kg, Catch, kg	Näytteitä Number of samples	Näytteitä (%) saaliista Samples (%) in catch	Näytekalastajia Sampling fisher- men (ind.)
1986	3 183	114	4	9
1987	4 366	142	3	13
1988	10 015	1 224	12	22
1989	10 462	1 098	10	22
1990	9 095	1 229	14	22
1991	?	125	?	22

vanutta 'ylälajitetta', kaksi keskimääräisesti kasvanutta 'keskilajitetta' sekä neljäs merkintäryhmä huonoiten kasvanutta 'alalajitetta' (kuva 3). Carlin-merkityt taimenet jaettiin sekä järvi- että joki-istukkaiden osalta kahteen kokoryhmään: 'ylä-' ja 'alalajitteeseen' (kuva 3).

Vuonna 1988 kuonumerkittiin 12 329 3-vuotiasta järvitaimenta, joista Kitkajärviin istutettiin 6 011 ja Kitkajokeen 6 318 kappaletta. Merkkien pysyvyys oli 98,2 %. Carlin-merkittyjä järvitaimenia oli 1996 kappaletta, joista Kitkajärviin istutettiin 998 ja Kitkajokeen 998 kappaletta. Vuonna 1988 sekä kuonumerkintäryhmiä että Carlin-merkintäryhmiä oli neljä kappaletta, ja molempia merkintätapoja käytettäessä istukkaat jaettiin kokonsa puolesta kahteen kokoryhmään (kuva 3).

#### 4. Aineiston hankinta ja määrä

Kalastuskirjanpitäjät keräsivät tutkimuksen taimennäytteet vuosina 1986–1987. Järvialueen kalastuskirjanpitäjistä useimmat olivat toimineet kirjanpitokalastajina Oulun yliopiston Oulangan biologisen aseman ja RKTL:n tutkija Kallervo SALOJÄRVEN tutkimuksissa. Jokialueen kaikki kalastuskirjanpitäjät olivat uusia. Vuodesta 1988 alkaen näytteiden kerääjien määrää lisättiin, minkä ansiosta vuosittainen näytemäärä nousi yli 1 000 taimeneen. Tämä tarkoittaa, että n. 10 prosenttia Kitkajärvien kokonaissaaliista on hankittu näytteik-

Taulukko 2. Aineiston kertyminen Kitkajärviltä ja -joelta kappaleissa vuosittain. Suluissa on ilmoitettu näytekalastajilta saatu Carlin-merkkien määrä.

Table 2. The annual numbers of non-marked, coded-wire-tagged and Carlin-tagged brown trout recaptured from Lake Kitkajärvi and the River Kitkajoki. The numbers of Carlin-tagged trout caught by the sample-collectors in the parentheses.

Vuosi Year	Ei merkkiä Not tagged		Kuonumerkki Nose tag		Carlin-merkki Carlin tag		Yhteensä Total		
	Järvi	Joki	Järvi	Joki	Järvi	Joki	Järvi	Joki	Kaikki
	Lake	River	Lake	River	Lake	River	Lake	River	Total
1986	113	5	13	22	1 (0)	10 (0)	127	37	164
1987	85	10	67	20	27 (3)	15 (1)	182	46	228
1988	1 141	3	206	18	69 (19)	15 (0)	1 435	36	1 471
1989	1 081	14	132	37	26 (5)	11 (0)	1 244	62	1 306
1990	1 335	7	22	10	6 (0)	2 (0)	1 363	19	1 382
1991	138	4	0	2	0 (0)	0 (0)	138	6	144
Yhteensä Total	3 893	43	440	109	129 (27)	53 (1)	4 489	206	4 695



si (taulukko 1). Jokialueella toimi enimmillään neljä kalastuskirjanpitäjää ja seitsemän näytteiden kerääjää. Järviolueella oli vastaavasti enimmillään 13 kalastuskirjanpitäjää ja yhdeksän näytteiden kerääjää. Sekä joki- että järviolueen näytekallastajiksi pyrittiin valitsemaan mahdollisimman monipuolisesti kalastavia henkilöitä.

Taimennäyteenä oli kalan pituus- ja painotiedot, suunnäyte, pyyntitiedot ja pää, josta detektorilla tarkistettiin kuonumerkin olemassaolo.

Aineiston keruu aloitettiin vuonna 1986 ja lopetettiin vuonna 1991 (taulukko 2). Aineisto käsittää kokonaisuudessaan 4 695 järviainementa, joista näytekallastajilta oli peräisin 4 513 kappaletta ja RKTL:n merkkitoimistosta saatiin tiedot 182 Carlin-merkitystä taimenesta. Merkittömien ja merkittyjen taimenten suhteelliset määrät järvi- ja jokialueella poikkesivat suuresti toisistaan. Järviolueella merkittömiä taimenia oli ylivoimainen enemmistö: 3 893 kappaletta 4 489 kappaleen kokonaismäärästä. Jokialueella merkittömiä taimenia saatiin vain 43 kappaletta 206 kappaleen kokonaismäärästä. Aineiston keruu lopetettiin järviolueella huhtikuussa ja jokialueella elokuussa 1991. Viimeiset näytteet kuonumerkityistä taimenista saatiin järviolueelta keväällä 1990 ja jokialueelta kesällä 1991.

## 5. Istukaserien tuottavuuslaskelmat

Tässä tutkimuksessa käytetyt tuottolaskelmat perustuvat olettamukseen, että tunnettu näytesaalis on edustava otos tunnetusta kokonaissaaliista. Koska jokialueen kokonaissaaliista ei ollut käytettävissä riittävän luotettavia arvioita, ei jokialueen tuottavuuksia voitu laskea. Siksi sekä kuono- että Carlin-merkittyjen taimenten tuottavuudesta puhuttaessa tarkoitetaan ainoastaan järviolueen saaliista laskettuja tuottoarvioita. Osa joki-istukkaista jää joken, ja tämä osa nostaisi joki-istutusten tuottoarvioita jonkin verran.

Kuonumerkittyjen istukaserien tuottavuus, kiloina 1 000 istukasta kohden, laskettiin seuraavilla yhtälöillä:

$$(1) \text{ERÄKGi} = \frac{\text{TOTKGi} * \text{NÄYERÄKGi}}{\text{NÄYKGI}}$$

$$(2) \text{TUOTTO} = \sum \frac{1000 * \text{ERÄKGi}}{N * \text{pysyvyys}}, \text{ joissa}$$

ERÄKGi = Merkintäerästä saatu laskennallinen kokonaissaalis vuonna i

NÄYERÄKGi = Näytekallastajien saalis merkintäerästä vuonna i

TOTKGi = Taimenen kokonaissaalis järvessä vuonna i

NÄYKGI = Näytekallastajien saama taimensaalis järvessä vuonna i

N = Merkintämäärä kappaleissa

pysyvyys = Merkin pysyvyys merkintäerässä (esim. 98 % pysyvyys = 0,98)

TUOTTO = Tuotto kiloina 1 000 istukasta kohden

Taimensaaliin kokonaistaso (TOTKGi) on saatu vuosittaisen saalistiedustelujen perusteella (HYYTINEN 1989; HYYTINEN, julkaisematon). Näytekallastajilta ostettujen näytteiden määrä (NÄYKGI ja NÄYERÄKGi) tunnetaan vuosittain tarkasti. Suhteuttamalla näytekallastajien saalis kokonaissaaliiseen voidaan kullekin merkintäerälle laskea vuosittaisen kokonaissaaliin määrä (ERÄKGi). Suhteuttamalla todellinen merkintämäärä kuviteltuun 1 000 istukkaan merkintäerään ja ottamalla huomioon merkin pysyvyys voitiin laskea istukaserille yhteismitallinen tuottoarvio vuosittain ja niiden summana kokonaistuottoarvio.

Carlin-merkittyjen istukaserien tuottavuus laskettiin RKTL:n merkkitoimistosta saatujen palautusten perusteella. Carlin-merkittyjen istukkaiden määrä (n. 500 kpl, kuva 3) istukaserittäin oli liian pieni, jotta tuottavuus olisi voitu luotettavasti laskea näytekallastajien merkkipalautusten perusteella kuten kuonumerkintäerille tehtiin. Kuitenkin Carlin-merkityille istukaserille voitiin laskea näytekallastajien merkkipalautusten perusteella korjauskerroin, toisin sanoen määritettiin merkkien palautusaste vertaamalla näytekallastajien saaliissa ollutta Carlin-merkkien määrää RKTL:n merkkitoimistosta saatuihin merkkipalautuksiin. Vuosittaisen merkkikertymien jakauma oli sekä näytekallastajilta että RKTL:n merkkitoimistosta saatujen palautusten osalta samankaltainen (taulukko 2), millä perusteella laskettiin yhteinen korjauskerroin kaikille merkintäerille koko tutkimusjakson ajalle. Oletettiin, että järviolueen näytekallastajien saama Carlin-merkittyjen taimenten määrä kokonaisuudessaan oli edustava otos koko taimensaaliista. Tällöin voitiin laskea tutkimusjakson aikana todellinen järviolueen saaliissa ollut Carlin-merkkien määrä, josta saatiin todellinen palautusprosentti, joka oli 12,5. Kun tämä luku jaettiin RKTL:n merkkitoimistosta saadulla palautusprosentilla, joka oli 5,8 %, saatiin korjauskertoimeksi 2,2 ja palautusasteeksi 45 %. Carlin-merkittyjen istukaserien tuotto laskettiin summaamalla vuosittain saalistaimenten paino ja sen jälkeen suhteuttamalla todellinen merkintämäärä kuviteltuun 1 000 istukkaan merkintäerään. Kun nämä arvot kerrottiin 2,2:lla saatiin lopullinen tuottoarvio. Carlin-merkkien pysyvyyttä ei otettu mitenkään huomioon laskelmissa.

Carlin-merkintäerät jaettiin merkintähetkellä koodikohtaisiin kokolajitteisiin (kuva 3). Tuottoanalyysissä on käytetty näitä merkintäerien keskipituuksia, jotta vertailukelpoisuus kuonumerkintäeriin olisi mahdollisimman hyvä. Järvi-istukkaiden osalta tehtiin lisäksi saatujen merkkipalautusten perusteella taannehtivasti jako istutushetken pituusluokkiin. Pituusluokkia muodostettiin viisi, ja ne ryhmiteltiin tasavälein keskiarvoluokan (21,2 cm) ympärille siten, että kuhunkin luokkaan saatiin riittävä määrä havaintoja (14–30 kpl). Tämän sisäisen luokituksen perusteella lasketut tuottoarviot on esitetty graafisesti yhdessä merkintäeräkohtaisten tuottoarvoien kanssa.

Kuonumerkintöjen perusteella laskettujen tuottoarvioiden ja tehtyjen istutusten perusteella voidaan laskea teoreettisesti järven kokonaissaalis. Koska tuottoarvion laskennan perustana on tehty saalisarvio, ei tuottoarvion luotettavuutta voida arvioida ilman tarkkoja tietoja tehdyistä istutuksista. Mikäli teoreettinen ja saalistiedusteluun perustuva saalisarvio ovat



lähellä toisiaan, voidaan olettaa, että saalistiedustelu olisi ollut luotettava ja sen perusteella myös tuottoarviot olisivat luotettavia.

## 6. Tilastollinen käsittely

Tilastolliset analyysit tehtiin SAS-ohjelmiston mikrotietokoneversiolla. Kahden populaation jatkuvan, normaalisti jakautuneen muuttujan keskiarvojen yhtäsuuruuden testaamiseen käytettiin t-testiä. Nollahypoteesi oletti, että keskiarvot ovat yhtäsuuret. Mikäli vertailtavia pareja (populaatioita) oli enemmän kuin kaksi käytettiin suojattua Tukeyn testiä. Populaatioilla tässä tarkoitettiin merkintäryhmiä tai niistä muodostettuja yhdistelmiä esim. merkintätavan, saantipaikan ja istutuspaikan suhteen. Testattava muuttuja oli istukaserän tuotto.

Merkintäerien keskipituuden ja merkintäerien tuottavuuksien muodostaman pistejoukon välille sovitettiin sekä lineaarinen että logaritminen korrelaatiofunktio Micrografx Charisma -ohjelmalla. Ohjelma ilmoittaa valitun funktiotyypin perusteella suoran tai käyrän yhtälön ja korrelaatiokertoimen, jonka neliöstä saadaan selitysaste (RANTA ym. 1989).

Koska näytti siltä, että istukaserän keskipituuden vaikutuksen funktio istutusten tuottoon oli muodoltaan lähinnä logaritminen, tehtiin tuottoarvioille logaritimuunnos vaikutuksen muodon linearisoimiseksi (RANTA ym. 1989). Tämän jälkeen

istukaserän tuottoon vaikuttavista tekijöistä muodostettiin lineaarinen kovarianssimalli (KORHONEN 1989, vertaa GREEN ja MACDONALD 1987), joka oli muodoltaan seuraava:

$$\text{tuotto} = \text{istukaserän keskipituus} \cdot \text{istutusvuosi} \cdot \text{istutuspaikka} \cdot \text{merkintätapa}$$

Proseduuri tekee F-testin yleisnollahypoteesille, että luokittelevilla muuttujilla ja mitta-asteikollisella muuttujalla ei ole mitään vaikutusta selitettävän muuttujan arvoon. Mikäli yleisnollahypoteesi tulee hylättyä, voidaan tarkastella yksittäisten selittäjien vaikutusta.

Kovarianssianalyysi edellyttää aineistolta havaintojen riippumattomuutta, yhtäsuuria variansseja sekä normaalijakaumaa. Havaintojen riippumattomuusoletuksen paikkaansapitävyttä on vaikea tutkia. Esimerkiksi ravintokilpailusta mahdollisesti aiheutuvia kasvunopeuden muutoksia tutkimusajana ei havaittu, joten ainakin tässä mielessä merkintäerät olivat toisistaan riippumattomia. Merkintäerien tuottoarvioiden varianssit olivat luokittelevien muuttujien suhteen yhtäsuuria.

Tuotto-muuttujan normaalisuutta tutkittiin univariate-proseduurilla. Shapiro-Wilkin testi hylkäsi normaalisuushypoteesin 3,7 % merkitsevyystasolla. Kuitenkaan regressioresiduaalit eivät poikenneet normaalisuusoletuksesta, joten voidaan todeta jakauman olevan normaali. KORHOSEN (1989) mukaan normaalisuushypoteesi tulee hylättyä keskiarvotestien kannalta liian helposti.

## III. Tulokset

### 1. Kuonomerkittyjen taimenten takaisinsaanti ja Carlin-merkkien palautukset

Vuonna 1985 1-vuotiaana Kitkajokeen istutetuista 18 820 järvitaimenesta saatiin takaisin 27 kappaletta, joista 17 jokialueelta ja 10 järvialueelta. Ensimmäiset yksilöt järvialueelta saatiin vuonna 1987, jolloin taimenet olivat 4-kesäisiä (3+). 1-vuotiaana istutettujen järvitaimenten takaisinsaantiprosentti oli 0,1 %.

Vuosina 1986–1988 3-vuotiaana istutetuista 27 636 kuonomerkitystä järvitaimenesta saatiin takaisin yhteensä 522 kappaletta, joista 430 järvialueelta ja 92 jokialueelta (taulukko 3). Järveen istutetuista 11 124 taimenista saatiin takaisin 354 kappaletta, joista kolme jokialueelta ja loput 351 järvialueelta. Jokeen istutetuista 16 512 taimenesta saatiin takaisin 168 kappaletta, joista 89 jokialueelta ja 79

järvialueelta.

3-vuotiaana istutettujen kuonomerkittyjen järvitaimenten takaisinsaantiprosentti oli keskimäärin 1,9 % (taulukko 3). Järveen istutettujen taimenten takaisinsaantiprosentti oli 3,2 % ja joki-istukkaitten 1,0 %. Kun merkintäerät jaettiin istutuskokonsa suhteen kahteen ryhmään, siten että keskipituudeltaan 19,5 cm pituiset ja sitä suuremmat muodostivat toisen ja alle 19,5 cm pituiset istukkaat toisen kokoluokan, olivat erot takaisinsaannissa kokolajitteiden välillä selvät riippumatta siitä oliko kysymyksessä joki- vai järvi-istutus.

Näytekalastajilta saatiin yhteensä 28 Carlin-merkkityä taimenta, jolloin palautusprosentiksi tulee 0,6 % (taulukko 4). Järveen istutettujen palautusmäärä oli 27 kappaletta ja palautusprosentti 1,4 %. Jokeen istutettujen palautusmäärä oli yksi ja palautusprosentti 0,04 %. Kokoluokkien välillä ei ollut eroja palautusprosentissa.

Taulukko 3. 3-vuotiaiden kuonumerkittyjen taimenistukkaiden merkkien takaisinsaanti järvi- ja jokialueen näytekaloastajilta vuosina 1986–1991.

Table 3. Recaptures of three-year-old coded-wire-tagged trout caught by the sample collectors in 1986–1991.

Merkintäkoodi Tagging code	Istutus Stocking				Palautuksia Recaptures					
	Paikka Site	Pituus, cm Length, cm	Vuosi Year	Kpl Ind.	Kpl Ind.		%		Yhteensä Total	
					Järvi Lake	Joki River	Järvi Lake	Joki, River	Kpl Ind.	%
31-19-14	Järvi, Lake	19,0	1987	828	16	0	1,9	0	16	1,9
31-19-11	Järvi, Lake	17,1	1987	1 179	12	0	1,0	0	12	1,0
31-19-26	Järvi, Lake	19,2	1988	3 014	68	0	2,3	0	68	2,3
31-19-13	Järvi, Lake	21,0	1987	1 066	75	1	7,0	0,1	76	7,1
31-19-8	Järvi, Lake	19,5	1987	2 040	48	1	2,4	0,1	49	2,4
31-19-25	Järvi, Lake	21,8	1988	2 997	132	1	4,4	0,0	133	4,4
31-16-50	Joki, River	16,7	1986	723	3	1	0,4	0,1	4	0,6
31-19-2	Joki, River	19,0	1987	865	1	3	0,1	0,4	4	0,5
31-19-7	Joki, River	17,1	1987	1 136	2	13	0,2	1,1	15	1,3
31-19-22	Joki, River	18,0	1988	3 346	3	9	0,1	0,3	12	0,4
31-16-39	Joki, River	19,8	1986	1 734	28	18	1,6	1,0	46	2,7
31-16-8	Joki, River	19,8	1986	1 851	38	13	2,1	0,7	51	2,8
31-19-1	Joki, River	21,0	1987	2 070	0	7	0	0,3	7	0,3
31-19-4	Joki, River	19,5	1987	1 815	0	10	0	0,6	10	0,6
31-19-21	Joki, River	21,3	1988	2 972	4	15	0,1	0,5	19	0,6
Yhteensä, Total				27 636	430	92			522	

Kun Carlin-merkintöjen tulokset koottiin RKTL:n merkkitoimistosta, saatiin 4 492 merkitystä istukkaasta takaisin 182 kappaletta, jolloin keskimääräinen palautusprosentti on 4,1 % (taulukko 5). Järvi-istukkailla palautusprosentti oli 5,8 % ja joki-istukkailla 2,7 %. Merkintäerät jaettiin istukaserän keskipituuden suhteen samalla tavalla kuin kuonumerkintäerät. Järvi-istutuksissa alle 19,5 cm pituisten merkintäerien palautusprosenttien keskiarvo oli 4,4 % ja yli 19,5 cm pituisten palautusprosentti oli 7,2 %. Joki-istukkailla vastaavat keskiarvot olivat 1,0 % ja 3,7 %.

## 2. Istutusten tuottavuus

Kuonumerkintöjen perusteella järvitaimenistutusten tuottavuus Kitkajärvillä oli merkittävästi

suurempi kuin Carlin-merkintöjen perusteella lasketuna (taulukot 6 ja 7). Joki-istutusten tuotto oli kuonumerkintöjen mukaan keskimäärin 125 kg ja Carlin-merkintöjen perusteella keskimäärin 11 kg. T-testin antama riskitaso hylätää nollahypoteesi oli 0,0006 (\*\*\*) . Vuoden 1986 onnistunut joki-istutus antoi kuonumerkintöjen perusteella keskimäärin 362 kg tuoton kun tuotto Carlin-merkinnän mukaan oli 52 kg. Kahden seuraavan vuoden joki-istutukset tuottivat keskimäärin kuonumerkintöjen mukaan 7 kg kun Carlin-merkinnät antoivat tulokseksi 0,75 kg. Näin merkintämenetelmien välinen ero joki-istutuksien tuottoarvioissa oli 8,8 -kertainen. Myös järvi-istutuksissa erot olivat suuret. Kuonumerkintöjen perusteella järvi-istutusten keskimääräinen tuotto oli 274 kg ja vastaavasti Carlin merkintöjen perusteella keskimäärin 88 kg. Merkintätapojen vä-

Taulukko 4. 3-vuotiaiden Carlin- merkittyjen taimenistukkaiden merkien takaisinsaanti järvi- ja jokialueen näytekalastajilta vuosina 1986–1990.

Table 4. Recaptures of three-year-old Carlin-tagged trout caught by the sample-collectors in 1986–1991.

Merkintäkoodi Tagging code	Istutus Stocking				Palautuksia Recaptures					
	Paikka Site	Pituus, cm Length, cm	Vuosi Year	Kpl Ind.	Kpl Ind.		%		Yhteensä Total	
					Järvi Lake	Joki River	Järvi Lake	Joki River	Kpl Ind.	%
IA1500-1999	Järvi, Lake	19,4	1987	500	11	0	2,2	0	11	2,2
IA 3500-3999	Järvi, Lake	19,1	1988	498	4	0	0,8	0	4	0,8
IA 0000-0499	Järvi, Lake	20,5	1987	500	6	0	1,2	0	6	1,2
KB 7000-7499	Järvi, Lake	21,5	1988	500	6	0	1,2	0	6	1,2
IA 1000-1499	Joki, River	19,4	1987	500	0	0	0	0	0	0
KB 7500-7999	Joki, River	19,1	1988	498	0	0	0	0	0	0
HB 3000-3499	Joki, River	19,8	1986	496	0	0	0	0	0	0
IA 0500-0999	Joki, River	21,0	1987	500	0	1	0	0,2	1	0,2
KB 6500-6999	Joki, River	21,5	1988	500	0	0	0	0	0	0
Yhteensä, Total				4 492	27	1			28	

Taulukko 5. 3-vuotiaiden Carlin-merkittyjen taimenistukkaiden merkien takaisinsaanti RKTL:n merkintätoimiston mukaan vuosina 1986–1990.

Table 5. Recaptures of three-year-old Carlin-tagged trout according to the marking office of FGFR1 in 1986–1991.

Merkintäkoodi Tagging code	Istutus Stocking				Palautuksia Recaptures					
	Paikka Site	Pituus, cm Length, cm	Vuosi Year	Kpl Ind.	Kpl Ind.		%		Yhteensä Total	
					Järvi Lake	Joki River	Järvi Lake	Joki River	Kpl Ind.	%
IA1500-1999	Järvi, Lake	19,4	1987	500	26	0	5,2	0	26	5,2
IA 3500-3999	Järvi, Lake	19,1	1988	498	18	0	3,6	0	18	3,6
IA 0000-0499	Järvi, Lake	20,5	1987	500	37	0	7,4	0	37	7,4
KB 7000-7499	Järvi, Lake	21,5	1988	500	34	1	6,8	0,2	35	7,0
IA 1000-1499	Joki, River	19,4	1987	500	0	5	0	1,0	5	1,0
KB 7500-7999	Joki, River	19,1	1988	498	0	5	0	1,0	5	1,0
HB 3000-3499	Joki, River	19,8	1986	496	12	17	2,4	3,4	29	5,8
IA 0500-0999	Joki, River	21,0	1987	500	2	10	0,4	2,0	12	2,4
KB 6500-6999	Joki, River	21,5	1988	500	0	15	0	3,0	15	3,0
Yhteensä, Total				4 492	129	53			182	

Taulukko 6. Järvisaaliista laskettu kuonomerkitettyjen istukaserien tuotto vuosittain ja yhteensä.

Table 6. Productivity (kg per 1 000 stocked trout) of coded-wire-tagged groups. Includes trout caught from the lake area.

Vuosi Year	Istutus Stocking			Tuotto, kg 1000 istukasta kohden Yield per 1 000 stocked, kg					Yhteensä Total
	Ikä, v. Age, year	Paikka Site	Pituus, cm Length, cm	1986	1987	1988	1989	1990	
1985	1	Joki, River	8,1	0	4	1	2	0	7
1985	1	Joki, River	8,1	0	7	0	0	1	8
1986	3	Joki, River	19,8	49	480	45	0	0	574
1986	3	Joki, River	16,7	0	41	6	19	0	66
1986	3	Joki, River	19,8	35	380	30	0	0	445
1987	3	Järvi, Lake	21,0		208	398	57	0	662
1987	3	Järvi, Lake	19,0		10	150	0	0	160
1987	3	Järvi, Lake	19,5		19	132	48	0	199
1987	3	Järvi, Lake	17,1		0	52	32	0	84
1987	3	Joki, River	21,0		0	0	0	0	0
1987	3	Joki, River	19,0		8	0	0	0	8
1987	3	Joki, River	19,5		0	0	0	0	0
1987	3	Joki, River	17,1		0	5	7	0	12
1988	3	Järvi, Lake	21,8			67	266	31	363
1988	3	Järvi, Lake	19,2			29	105	44	178
1988	3	Joki, River	21,3			3	7	0	10
1988	3	Joki, River	18,0			0	11	0	11

Taulukko 7. Järvisaaliista laskettu Carlin-merkittyjen istukaserien tuotto vuosittain ja yhteensä. Kerroin 2,2.

Table 7. Productivity (kg per 1 000 stocked trout) of Carlin-tagged groups. Only trout caught from the lake-area are included. The estimation of non-recaptured tags was 55 %, which was taken into consideration by using the coefficient 2.2.

Vuosi Year	Istutus Stocking			Tuotto, kg 1 000 istukasta kohden Yield per 1 000 stocked, kg					Yhteensä Total
	Ikä, v. Age, year	Paikka Site	Pituus, cm Length, cm	1986	1987	1988	1989	1990	
1986	3	Joki, River	19,8	1	25	26	0	0	52
1987	3	Järvi, Lake	20,5		18	117	4	0	140
1987	3	Järvi, Lake	19,4		11	55	8	0	74
1987	3	Joki, River	21,0		1	1	0	0	3
1987	3	Joki, River	19,4		0	0	0	0	0
1988	3	Järvi, Lake	21,5			23	48	23	94
1988	3	Järvi, Lake	19,1			10	27	8	45
1988	3	Joki, River	21,5			0	0	0	0
1988	3	Joki, River	19,1			0	0	0	0

linen ero oli 3,1-kertainen ja t-testin antama riskitaso hylätä nollahypoteesi oli 0,02 (\*).

Järveen istutettujen kuono- ja Carlin-merkintäerien tuottavuuksilla oli selvä positiivinen riippuvuus istukaserien keskipituudesta (vrt. MUTENIA ja SALONEN 1991). Riippuvuutta kuvasi hyvin logaritmifunktio, jolloin kuonumerkityillä järvi-istukkaila korrelaatiokerroin oli 0,91 ja selitysaste 83 % sekä Carlin-merkintäerillä vastaavasti kerroin oli 0,70 ja selitysaste 49 % (kuva 3).

Joki-istukkailla vuosien väliset vaihtelut olivat niin suuria, ettei istukaserien keskipituus korreloinut tuottavuuden kanssa.

Kuvan 4 käyristä on huomioitava, että ne ovat hypoteettisia eikä tuottavuus voi kasvaa (loputtomiin) käyrien osoittamalla tavalla. Carlin-merkintäerien sisäisen jaon perusteella oli havaittavissa, että tuottavuus saavutti huippunsa keskimmaisessä pituusluokassa (21,2 cm), jonka jälkeen tuottavuus laski istukkaiden pituuden kasvaessa (kuva 4). Merkintäerien pituusjakauma oli perin suppea: ainoastaan kuonumerkityissä joki-istukkaissa oli muita kuin kolmevuotiaita merkintäryhmiä. Tuottavuuden voimakas riippuvuus istutuspituudesta vallitsi

silloin kuin tuottavuus nousi korkeaksi.

Istukaserän tuottoon vaikuttavista tekijöistä muodostettiin lineaarinen kovarianssimalli. Mallin selitysaste oli 68 % ja F-testin antama riski hylätä nollahypoteesi oli 0,0001 (\*\*\*). Yksittäisten selittäjien saamat F-testin arvot olivat (tyypin III) testisarjassa seuraavat: Istukaserän keskipituus: 0,0146 (\*), Istutusvuosi: 0,0025 (\*\*), Istutuspaikka: 0,0001 (\*\*\*), ja Merkintätapa: 0,0309 (\*). Selittäjillä ei havaittu mallin selitystasetta nostavia yhdysvaikutuksia. Istutuspaikan ja -vuoden vaikutus tuottoon oli suurempi kuin istukaserän keskipituuden ja merkintätavan vaikutus.

Kuonumerkintöjen perusteella laskettujen tuottoarvioiden ja tehtyjen istutusten perusteella laskettiin teoreettisesti järven kokonaissaalis. Kun järvi-istutusten tuotto oli keskimäärin 274 kg / 1 000 istukasta kohden ja kun vuosina 1987–89 Kitkajärviin istutettiin keskimäärin 39 800 3-vuotiaista poikasta vuodessa (kuva 2), saadaan teoreettiseksi kokonaissaaliiksi 10 918 kg vuodessa. HYYTISEN (julkaisematon) mukaan kokonaissaalis vuosina 1988 ja 1989 oli hieman yli 10 000 kiloa (kuva 2), joten voidaan todeta, että arviot ovat lähellä toisiaan.

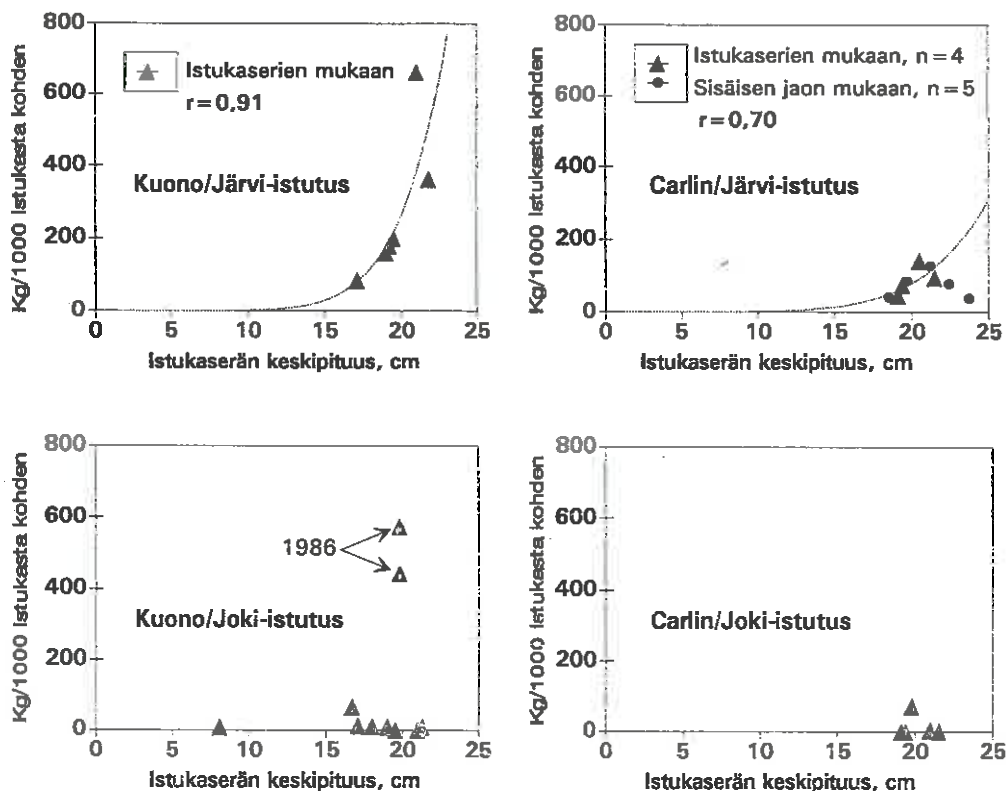
#### IV. Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen aineisto on varsin mittava ja saavutettu noin 10 % otanta koko populaatiosta oli ominaisuuksiltaan käytettyihin analyyseihin soveltuva. Kuitenkin sekä kuono- että Carlin-merkittyjen istukaserien tuottoarvioissa oli myös nollahavaintoja, jotka vaikuttavat suuresti laskettuihin keskiarvoihin. Carlin-merkintäerien tuottavuusarvioiden laskenta (korjauskertoiminen) olisi voitu tehdä pelkästään näytekalastajien saamien merkkien perusteella, mikäli merkintämäärät olisivat olleet kuonumerkintöjen tasoa ja merkkien takaisinsaanti näytekalastajilta riittävä.

Tulosten perusteella kaikki tutkimukselle asetetut hypoteesit voitiin testata. Hypoteesien H1 ja H2 oletukset voidaan todeta oikeiksi. Tuottoarvioissa

merkintätapojen väliset erot olivat selvät: järvi-istutuksissa saatiin kuonumerkintöjen perusteella 3,1 kertaa suurempi tuotto Carlin-merkintöihin verrattuna ja joki-istutuksissa ero oli 8,8-kertainen. Kuonumerkintöjen antama teoreettinen saalisarvio poikkesi vain noin 10 % saalistiedusteluihin saadusta arviosta. Vuosien väliset vaihtelut tuottoarvioissa olivat molempien merkintätapojen perusteella samansuuntaiset.

Edellä olevien tulosten yleistäminen ei ole ongelmattonta. Kitkajärvien ravintotilanne taimenten kannalta on hyvä ja vakaa: muikkukatoja ei tunneta miesmuistiin. Myös veden laatu on erinomainen. Voidaan olettaa, että Carlin-merkinnän negatiivinen vaikutus saattaa korostua äärevämmässä ympäris-



Kuva 4. Merkintäerien tuottavuuden riippuvuus istukaserän keskipituudesta merkintätavoittain ja istutuspaikoittain. Carlin-merkityille järvi-istutuksille on esitetty sekä istukaseräkohtaiset (kolmiot) että taannehtivasti sisäisen jaon mukaan lasketut tuottoarvot (ympyrät).

Figure 4. The effect of stocking size on the productivity of codedwire- and Carlin-tagged groups stocked in the lake and river areas. For the Carlin-tagged groups productivity has been calculated according to the original stocking groups (triangles) and to the groups modified afterwards from the pooled data of stocking sizes (circles).

töissä: esimerkiksi näikiintymisen aiheuttama kuoleisuus kohtaa ensimmäisenä sellaiset yksilöt, joilla on muihin verrattuna jokin ylimääräinen energiantarve kuten merkintäarven parantumisprosessi. Vaellustutkimuksia lukuun ottamatta tutkijan tulisi syvästi harkita Carlin-merkin käyttöä joki-istutuksissa. Myös TOIVONEN ym. (1991) otaksuu, että Carlin-merkintä sopisi huonosti järvitäiminen joki-istukkailla.

Hypoteesin H3 oletus voidaan todeta vääräksi: istutustuloksen paraneminen istukaserän keskikoon kasvaessa ei ollut Carlin-merkintäerissä niin voima-

kasta kuin kuonomerkityissä erissä. Toisin sanoen ei havaittu, että Carlin-merkintä olisi suosinut isoikoisia istukkaita pienikokoisiin verrattuna kuten hypoteesi oletti.

Istukkaan koko sinänsä ei välttämättä ole todellinen selittävä muuttuja vaan sen kanssa voimakkaasti korreloiva muukin tekijä, kuten smolttien kuolevuus (WEST ja LARKIN 1987, WARD ym. 1989), voi olla todellinen selitys. Kuitenkin joki-istutuksista eri vuosina saatujen tuottoarvioiden erittäin suuret erot viittaavat istukkaan koosta riippumattoman tekijän (tai tekijöiden) olemassaoloon: aineistoon so-

vitetun mallin tulokset viittaavat samaan suuntaan (vertaa GREEN ja MACDONALD 1987). Järvi-altaan istutetut erät tuottivat samoina vuosina verraten tasaisesti ja hyvin (kuva 6), joten voidaan olettaa, että joki-istutusten onnistumiseen ovat vaikuttaneet ensisijaisesti vaihtelut istutusolosuhteissa (valojaksoisuus, veden lämpötila, virtaama, kuunkierron vaihe, jne.) tai smoltituumisasteessa (VIRTANEN 1988, MUONA ym. 1988) tai muussa toistaiseksi tuntemattomassa tekijässä. Vasta kun olosuhteet olivat sopivat, muodostui istukkaan koko tuottoa selittäväksi tekijäksi.

Vuosien 1985 ja 1986 istukkaat olivat Kitkajoesta poikasina pyydettyjen emokalojen jälkeläisiä kun taas vuosien 1987 ja 1988 istukkaat olivat Kitkajokeen kudulle laskeutuneiden luonnonemokalojen F3-polven jälkeläisiä. Poikasina pyydettyjen emokalojen geneettinen aines on todennäköisesti ollut luonnonemokaloja kirjavampaa, koska poikasissa on saattanut olla paikallisia tammukoituneita yksilöitä. Voidaan siis olettaa, että poikasista perustettujen emokalojen jälkeläisillä vaellusintensiteetti olisi heikompi kuin luonnonemokalojen jälkeläisillä. Kuitenkin vuoden 1986 aktiivisesti vaeltaneet istukkaat olivat poikasalkuperää ja seuraavien vuosien huonosti vaeltaneet istukkaat luonnonemokalojen jälkeläisiä: ilmeisesti vaellusaktiivisuuteen ovatkin vaikuttaneet muut kuin emokalojen perinnölliset ominaisuudet.

Viljelytausta istukkailla oli sama, joskin vuoden 1986 hyvän tuloksen antaneilla istukkailla viljelytiheys oli muita eriä suurempi (MUSTONEN, suull.). Suuri viljelytiheys edellyttää runsaampaa vedenkäyttöä eli käytännössä normaalia suurempaa veden virtausnopeutta altaassa. Norjalaiset tutkijat (CHRISTIANSEN ja JOBLING 1990) ovat havainneet voimakkaassa virrassa kasvatettujen kalojen olevan kasvultaan ja kunnoltaan normaaliolosuhteissa kasvatettuja kaloja parempia. Koska kasvatusaltaiden virtauksia ei ole mitattu viljelyn eri vaiheissa, on ilmiön mahdollista vaikutusta vuoden 1986 istukkaiden antamaan hyvään tulokseen mahdotonta arvioida.

Myös nuorten (2-vuotiaat tai nuoremmat) poikas-

ten tiheyksillä joessa saattaa olla vaikutusta syönösvaellukselle lähtöön: evolutiivisesti taimenen ja lohen syönösvaellus on adaptaatio ravintoresursien pienuuteen virtavesissä. On mahdollista, että tiheät nuorten vuosiluokkien populaatiot stimuloivat smolttikokoisia taimenia voimakkaaseen syönösvaellukselle lähtöön. Vuoden 1986 istutusten taustalla olivat vuoden 1985 erittäin voimakkaat nuorten ikäluokkien istutukset. Jos oletetaan, että vuoden 1985 1-vuotiailla ja 2-kesäisillä istukkailla kokonaiskuolevuus oli 60 % (KERÄNEN 1978), olisi niistä keväällä 1986 ollut jäljellä 11 600 kappaletta 2-vuotiaista taimenta. Kun tähän lisätään toukuussa 1986 istutetut 7 900 2-vuotiaista taimenta, olisi vuonna 1986 2-vuotiaiden populaation koko ollut 19 500 yksilöä. Seuraavina vuosina nuorten poikasten istutusmäärät olivat oleellisesti pienemmät: 2-vuotiaiden taimenten lukumäärät romahtivat vuosina 1987 ja 1988 vuoden 1986 tasolta arviolta kymmenenteen osaan ja tällä on saattanut olla vaikutusta 3-vuotiaiden joki-istutukkaiden heikkoon vaellusaktiivisuuteen.

Joki-istutukset ovat myös tulevaisuudessa ilmeisen välttämättömiä geneettisen laadun takaamiseksi ajatellen emokalojen hankintaa luonnosta. Myös kalavesien hoitotyössä olisi erinomaisen hyödyllistä tuntea nykyistä paremmin joki-istutusten onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä.

*Kiitokset:* Tämän tutkimuksen takana on kymmenien ihmisten työ. Istukkaiden kasvatuksista vastasi vastaava kalastusmestari Seppo MUSTONEN. Merkintöihin osallistui Pohjois-Suomen keskusalanviljelylaitoksen ja Käylän kalanviljelylaitoksen henkilökunta. Taimennäytteiden keruuseen osallistui seuraavat henkilöt:

AHVENSALMI Heino, HANNULA Niilo, KERÄNEN Veikko, KULOJARVI Eero, LOUKUSA Martti, MANTERE Kauko, MUSTONEN Juha, MUSTONEN Eino, MUSTONEN Marko, MUSTONEN Pekka, MUSTONEN Verner, MÄÄTTÄ Aaro, MÄÄTTÄ Hannes, MÄÄTTÄ Heino, MÄÄTTÄ Matti, MÄÄTTÄ Risto, MÄÄTTÄ Yrjö, NIKKA Eino, NISKAVAARA Mikko, OJALA Sulo, OIKARAINEN Kauko, OIKARINEN Matti, PESONEN Jouko, PEURANIEMI Sulo, PEURANIEMI Tapio, POSIO Tauno, RAISTAKKA Timo, SUONNANSALO Unto, SÄKKINEN Erkki, SÄKKINEN Heikki, TAHKOLA Janne, TORNBORG Mauno, TYVITALO Paa-



vo (kuollut v. 1989) ja TYVITALO Kari.

Yhteydenpidosta kirjanpito- ja näytekalastajiin vastasivat Kitkajärvillä tutkimusmestari Rauno HOKKI ja Kitkajoella kalastusmestari Raimo MÄÄTTÄ. Rauno HOKKI vastasi kuonomerkkien tulkinnoista ja laboratoriotöistä Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella. Lasse HYYTINEN luovutti käyttöömme julkaisemattomat tulokset Kitkajärvillä tehdyistä saalistiedusteluista vuosilta 1987–1990. Oulun yliopiston Oulangan biologinen asema loi tutkimusaineiston keruussa käytetyn kalastuskirjanpitoverkoston rungon ja vastasi saalistiedustelujen käytännön järjestelyistä. Jari LESKINEN osallistui tarvitta-

vien merkintämäärien arviointiin ja saalistiedustelujen ATK-käsittelyyn. Jukka RUUHJÄRVI, Jorma TOIVONEN, Matti SALMINEN, Markku AHONEN sekä Vesa NIEMITALO tekivät tekstiin arvokkaita huomautuksia. Tutkimuksen taustalla vaikuttaneet henkilöt tutkija Kalervo SALOJÄRVI ja edesmennyt Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen johtaja Osmo SIMOLA sekä laitoksen nykyinen johtaja Pentti PASANEN tekivät tämän tutkimuksen mahdolliseksi toteuttaa. Vörrankyän kalastuskunta yhdessä Nokia Oy:n kanssa osaltaan rahoittivat tutkimusta. Haluamme lausua lämpimät kiitokset kaikille mainituille henkilöille ja tahoille.

### Kirjallisuus

- BERG, O.K. & BERG, M. 1987. Effects of Carlin tagging on the mortality and growth of sea trout *Salmo trutta* L. Fauna Norv. Ser. A 8. s. 15–20.
- CARLIN, B. 1969. Salmon tagging experiments. Laxforskningsinstitutet Meddelande 3. s. 8–13.
- CHRISTIANSEN, J.S. & JOBLING, M. 1990. The behaviour and relationship between food intake and growth of juvenile Arctic charr, *Salvelinus alpinus* L., subjected to sustained exercise. Can. J. Zool. 68. s. 2185–2191.
- 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. s. 316–326.
- GÖNZI, A.P., HENRICKSON, J. & SJÖBERG, G. 1986. Fiskevärd i älvmagasin. Slutrapport från FÅK. Del. I. 115 s.
- HEIKINHEIMO-SCHMID, O. & HUUSKO, A. 1987. Kemijärven kalatalouden nykytila ja ehdotukset kalakantojen hoitotoimenpiteiksi. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 69. 212 s.
- HYYTINEN, L. 1984. Kitkajärviin laskevien jokien taimentutkimukset vuosina 1981–83 ja ehdotus hoitosuunnitelmaksi. Oulun yliopiston biologisen aseman monisteita 6. 40 s.
- HYYTINEN, L. 1989. Kalastustiedustelun tulokset Kitkajärviltä vuosina 1981–1986, väliraportti. 51 s. (moniste)
- ISAKSSON, A. & BERGMAN, P.K. 1978. An evaluation of two tagging methods and survival rates of different age and treatment groups of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. J. Agr. Res. Icel. 10 (2). s. 74–99.
- JAMES, M.J. & HINC M.K. 1983. An evaluation of four tags suitable for marking juvenile chinook salmon. Trans. Amer. Fish. Soc. 112. s. 464–468.
- JEFFERTS, K.B., BERGMAN, P.K. & FISCUS, H.F. 1963. A coded wire identification system for macro-organisms. Nature 198. s. 460–462.
- JENKINSON, D.W. & BILTON H.T. 1981. Additional guidelines to marking and coded wire tagging of juvenile salmon. Car. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1051. iv + 24 s.
- JOHNSON, J.K. 1983. Pacific salmonid coded wire tag releases through 1982. Pacific Marine Fisheries. Portland, Oregon. 175 s.
- KALLEMAYN, L.W. 1989. Loss of Carlin tags from walleyes. North Am. J. Fish. Mgmt. 9. s. 112–115.
- KENNEDY, G.J.A., STRANGE, C.D. & O'NEILL G.O. 1982. Tagging studies on various age classes of brown trout (*Salmo trutta* L.). Fish. Mgmt. 13 (1). s. 33–41.
- KERÄNEN, M. 1973. Kitkajoen Käylänkosken järvitaimenen (*Salmo trutta* L.) poikaspopulaatioista. Oulun yliopisto. Pro gradu- tutkielma. 63 s.
- KERÄNEN, M. 1978. Kitkajärven kudulle laskeutuvan taimenen, *Salmo trutta* L., vaelluksista, ominaisuuksista ja populaatorakenteesta. Oulun Yliopisto. Lisensiaattitutkielma. 69 s.
- KOLARI, I. 1988. Etelä-Saimaalle istutettujen merkittyjen järvitaimenten istutustulokset. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 76. 69 s.
- KORHONEN, M. 1989. Lineaaristen mallien analysointi sas-ohjelmistoilla. Helsingin yliopiston laskentakeskus. Opetusmonisteita nro 13. 93 s.
- MUONA, M., SOIVIO, A. & VIRTANEN, E. 1988. Viljellyn meritaimenen ja järvitaimenen vaellusvalmiuden kehittyminen. Hankataimer Oy 1986–1987. 10 s. (raportti)
- MUTENIA, A. & SALONEN, E. 1991. Järvitaimenen ja järvilohen velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarinjärvessä vuosina 1976–1988. Helsinki. RKTL. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 22. 59 s.
- POTTER, E.C.E. & BROWNE, J. 1985. Use of coded wire microtags on juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). ICES Anadromous and Catadromous Committee. CM 1985 / M:27. 7 s. (muistio)
- RANTA, E., RITA, H. & KOUKI, J. 1989. Biometria. Helsinki. Yliopistopaino.
- SALOJÄRVI, K. & HUUSKO, A. 1987. Sotkamon reitin velvoitehoidon tulokset v. 1981–1985, tuloksiin vaikuttavat tekijät ja suositukset hoidon kehittämiseksi. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 58. 311 s.
- TOIVONEN, J., IKONEN, E., LINDSTRÖM, A., ALAPASSI, T. & KOKKO, U. 1983. Järvitaimenen merkittyjen poikasten istutukset Suomessa vuosina 1959–1969. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 15. 226 s.
- TOIVONEN, J., KOKKO, U., AUVINEN, S. & AUVINEN, H. 1991. Tulokset merkittyjen järvitaimenpoikasten istutuksista Suomessa 1970–1979. Helsinki. RKTL. Kalatutkimuksia–Fiskundersökningar 15. 31 s.

- WARD, B.R., SLANEY, P.A., FACCIN, A.R. & LAND, R.W. 1989. Size-biased survival in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*): back-calculated lengths from adults' scales compared to migrating smolts at the Keogh River, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46. s. 1853–1858.
- WEST, C.J. & LARKIN P.A. 1987. Evidence for size-selective mortality of juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Babine Lake, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44. s. 712–721.
- WESTMAN, K., SOIVIO, A., AUTTI, M., JUVOLA, M., ARO, M., NENONEN, O. & TUUNAINEN, P. 1987. Kemi velvoitteen hoito. Helsinki. RKTL, kalantutkimus Monistettuja julkaisuja 63. 81 s.
- VIRTANEN, E. 1988. Smolting and osmoregulation of salmon, *Salmo salar* L., in fresh and brackish water. *Fisheries Research* 7. s. 38–65.
- Suulliset tiedonannot:  
MÄÄTTÄ, Raimo. Kalastusmestari, Käylän kalanviljelylaitos.  
MUSTONEN, Seppo. Vastaava kalastusmestari, Käylän kalanviljelylaitos.





