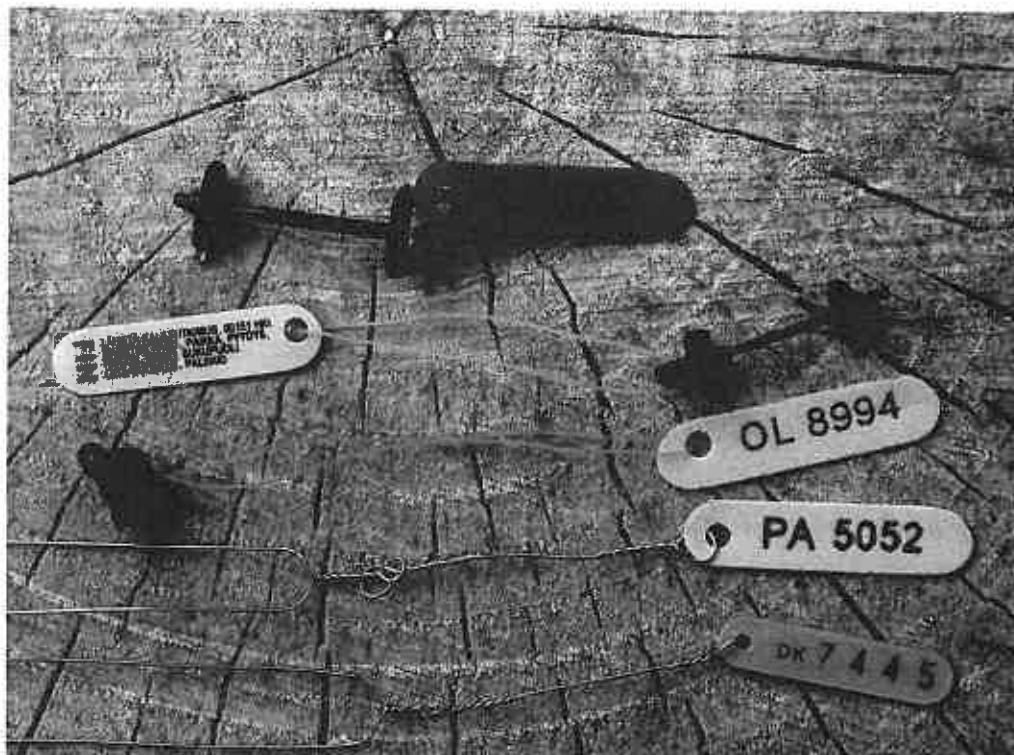


*Tuomas Friman
Irma Kolari
Jorma Toivonen*

Merkitseekö menetelmä?

Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina
istutetuilla järvitaimenilla



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 124

1997

Merkitseekö menetelmä?

Carlin-merkinnän virhetekijät 2- ja 3-vuotiaina istutetuilla järvitaimenilla

Tuomas Friman, Irma Kolari ja Jorma Toivonen

Helsinki 1997

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Alimpana kuvassa kaksi Carlin-merkkiä ja ylempänä koekäytössä olevia yksilömerkkejä (Kuva: Matti Naarminen)

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

ISBN 951-776-109-0

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1997

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO	2
3. MENETELMÄT	4
3.1. Merkintävertailut	4
3.1.1 Merkkien irtoaminen ja Carlin-merkkien raportointi	4
3.1.2 Merkintämenetelmän vaikutus kalojen kasvuun	5
3.1.3 Merkintämenetelmän vaikutus kappalemääräiseen saaliiseen ja sen ajalliseen jakautumiseen	7
3.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutustulokseen	8
4. TULOKSET	10
4.1 Merkintävertailut	10
4.1.1 Merkkien irtoaminen ja Carlin-merkkien raportointi	10
4.1.2 Merkintämenetelmän vaikutus kalojen kasvuun	11
4.1.3 Merkintämenetelmän vaikutus istutuksesta saatavien palautusten määrään ja niiden ajalliseen jakautumiseen	13
4.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutustulokseen	16
4.2.1 Kalojen kasvu ja saaliin ajallinen jakautuminen	16
4.2.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutuksen kilomääräiseen saaliiseen	17
4.2.3 Istutusiän ja -koon vaikutus palautuksiin	19
5. TULOSTEN TARKASTELU	21
5.1 Merkintävertailu	21
5.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutustulokseen	22
6. YHTEENVETO	24
KIITOKSET	26
KIRJALLISUUS	27

1. Johdanto

Carlin-merkintä on jo useita vuosikymmeniä ollut Suomessa yleisin tapa merkitä järvitaimenistukkaita ja arvioida istutusten tuottavuutta. Carlin-merkinnän vaihtoehtona istutuksista saatavan saaliin arvioinnissa on käytetty saalistiedusteluja, mutta tämä tapa on työläämpi ja usein myös kalliimpi, eikä sen avulla saada tietoa yksittäisten istutuserien vaikutuksesta saaliiseen. Jos halutaan tietää, mitkä taimenistukkaiden ominaisuudet vaikuttavat istukkaiden menestymiseen ja sitä kautta saatavaan saaliiseen, on kalojen merkintä ainoa mahdollinen menetelmä.

Carlin-merkintöjen avulla laskettavat saaliit sisältävät kuitenkin useita virhelähteitä, joiden vaikutusta esimerkiksi saalisarvion luotettavuuteen ei vielä tunneta riittävän hyvin. Carlin-merkintä saattaa aiheuttaa lisäkuolevuutta varsinkin pienemmille istukkailla, jolloin istutustulos on näennäisesti heikompi pienemmillä istukkailla kuin kookkailla (mm. Isaksson ja Bergman 1978, Kennedy ym. 1982, Naarminen 1985). Merkin on epäilty lisäävän kalojen alttiutta jäädä pyydydyksiin, erityisesti verkkoihin. Lisäksi merkki saattaa toimia huokuttimena petokaloille ja linnuille. On myös havaittu merkin aiheuttavan poikasille kasvun taantumista (Isaksson ja Bergman 1978, Kennedy ym. 1982). Kalastajien saaliskaloista saamien merkkien raportointiaste vaikuttaa oleellisesti istutustuloksen arvioon (Niva ja Juntunen 1993, Valkeajärvi 1993), joten sen suuruusluokka istutusvesistössä olisi kyettävä arvioimaan. Raportointi saattaa lisäksi vaihdella siten, että esimerkiksi alamittaisista kaloista ei merkkejä palauteta yhtä aktiivisesti kuin mitantäyttävistä kaloista. Tällöin saalisarvioon sisältyy systemaattinen virhe, joka aliarvioi pienten istukkaiden eloonjääntä. Kolmas samansuuntaisesti vaikuttava virhetekijä on merkin irtoamisen mahdollinen kokoriippuvuus, jos esimerkiksi pienistä istukkaista merkki irtoaa helpommin kuin kookkaista istukkaista.

Tässä raportissa on käsitelty vuosina 1989 - 1991 Puruvedessä tehdyn merkintämenetelmien vertailututkimuksen tuloksia. Käytetyt merkintämenetelmät olivat Carlin- ja kuonomerkintä. Kuonomerkki toimi kontrollina selvittäessä Carlin-merkin virhelähteitä. Aineistona käytettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen merkkipalautustietoja kyseisistä merkintäeristä, sekä tutkimusta varten kerättyä koekalastusaineistoa. Lisäksi hyödynnettiin Puruvedellä v. 1991 saaliista tehdyn kalastustiedustelun tuloksia Carlin-merkinnän raportoimattomuudesta aiheutuneen virheen arvioinnissa. Tutkimusta rahoitettiin Maa- ja metsätalousministeriön kalataloudellisilla yhteistutkimusvaroilla.

Tutkimuksen tarkoituksena oli saada selvyyttä seuraaviin ongelmiin:

1. Carlin-merkinnän mahdollisesti aiheuttamien virhelähteiden, kuten merkkien irtoamisen ja raportoimattomuuden sekä merkinnän aiheuttaman lisäkuolevuuden ja kasvun taantumisen, vaikutus istutuksesta saatavan saaliin tulkintaan
2. Järvitaimenen istutusiän ja -koon vaikutus istutusten tuottoon. Näissä arvioissa hyödynnettiin arvioita edellä mainittujen virhelähteiden suuruudesta.

Osa tässä tutkimuksessa esitettävistä tuloksista on esitetty aiemmin (Kolari ja Toivonen 1992). Mahdolliset poikkeamat tuloksissa johtuvat siitä, ettei kaikkia merkintäeristä tulleita palautuksia oltu saatu vielä v. 1992.

2. Aineisto

Puruvedeen istutettiin vuosina 1989 - 1991 kaikkiaan 28 740 kpl merkittyjä 2- ja 3-vuotiaita järvitaimenia. Kunakin vuonna samanikäiset kalat lajiteltiin ennen merkintää koon mukaan kahteen kokoluokkaan, lukuunottamatta vuonna 1989 istutettuja 3-vuotiaita, joita ei oltu lajiteltu. Kunkin ikäryhmän kookkaampien kalojen ryhmää nimitetään jatkossa "suuriksi" ja pienempien ryhmää "pieniksi". Kaikki istukkaat kuonomerkittiin ja lisäksi yhteensä 5 966 kpl kuonomerkityistä sai Carlin-merkin (taulukko 1).

Merkintämenetelmien vertailussa ja istutusten tuloksellisuuden selvittämisessä aineistoina käytettiin koekalastussaaliita, merkkipalautustietoja sekä vuoden 1991 saaliista tehtyä kalastustiedustelua.

Koekalastajina toimivat paikalliset ammatti- ja vapaa-ajankalastajat, yhteensä noin 10 kpl. Koekalastajat saivat yhteensä 4 719 taimenta, joista 1 426 oli kuonomerkittyjä. Koekalastajat mittasivat jokaisen taimenen pituuden ja painon, ottivat suomunäytteen ja pakastivat kuonon näytteeksi. Näytteet detektoitiin Saimaan kalantutkimuksessa ja kuonomerkit dekodattiin. Koekalastussaaliita vuosilta 1989-1993 käytettiin merkintävertailututkimuksen aineistona, koska ainoastaan tästä aineistosta saatiin tietoja kuonomerkityistä kaloista. Koekalastusaineistosta vertailtiin Carlin- ja kuonomerkittyjen kalojen kasvua, saaliita, palautusten jakautumista pyyntivuositain sekä arvioitiin merkkien irtoamisen aiheuttama virhe tuloksissa. Koekalastajien saalistietoja käytettiin yhdessä merkkipalautustietojen ja taimenen kokonaissaalistietojen kanssa arvioitaessa palauttamatta jääneiden merkkien osuutta.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Carlin-merkkipalautustietoja hyödynnettiin merkintäeristä laskettujen kokonaissaaliiden ja palautusprosenttien laskemisessa. Näille arvioille saatiin korjauskertoimet käyttämällä määritettyä raportointiastetta ja arvioitua Carlin-merkkien irtoamisprosenttia.

Puruvedeltä vuonna 1991 kotitarve- ja virkistyskalastajien saama kalansaalis selvitettiin postitiedustelulla ja ammattikalastajien saama saalis haastattelemalla. Nimet tiedustelua varten saatiin yleisvesialueen ja kalastuskuntien lupamyyntilistoista vuodelta 1991. Myös kaikille vähintään kaksi Carlin-merkkiä tutkimuksen kohteena olevista eristä Riistan- ja kalantutkimukseen palauttaneille henkilöille lähetettiin kirjetiedustelu. Tiedustelussa verkkokalastajat, uistelijat, merkkipalauttajat sekä kalastuskuntien esimiehet ja yksityisveden omistajat käsiteltiin erikseen. Yhteensä nimiä kertyi 2 454 kpl, joista 1 763:lle löytyi myös osoite ja tiedustelu pystyttiin lähettämään. Palautuksia saatiin yhteensä 953 kpl, joten kokonaispalautusprosentti oli 54. Eri ryhmien palautusprosentit kuitenkin vaihtelivat. Verkkokalastajille, jotka saivat esimerkiksi taimensaaliista Carlin-merkkipalautusten perusteella suurimman osan, lähetettiin tiedustelu kaksikierroksisena ja palautusprosentti oli heidän osaltaan 71,1.

Taulukko a. Puruveteen vuosina 1989-1991 istutetut kuono- ja Carlin-merkintäerät.

Istutus- vuosi	Merkintä- menetelmä	Merkitty, kpl	Ikä	Lajite	Keskipituus, mm	Keskipaino, g
1989	Kuono- ja Carlinmerkki	494	2	pienet	224	129
	Kuonomerkki	3861	2	pienet	224	129
	Kuono- ja Carlinmerkki	486	2	suuret	243	151
	Kuonomerkki	101	2	suuret	243	151
	Kuonomerkki	3617	2	suuret	243	151
	Kuonomerkki	479	3	lajittelematon	373	691
	Kuono- ja Carlinmerkki	498	3	lajittelematon	378	631
	Kuonomerkki	1287	3	lajittelematon	378	631
	Kuono- ja Carlinmerkki	499	3	lajittelematon	373	691
1990	Kuonomerkki	4949	2	pienet	216	113
	Kuono- ja Carlinmerkki	500	2	pienet	216	113
	Kuonomerkki	3061	2	suuret	248	179
	Kuono- ja Carlinmerkki	499	2	suuret	248	179
	Kuonomerkki	1033	3	pienet	314	360
	Kuono- ja Carlinmerkki	499	3	pienet	314	360
	Kuonomerkki	1017	3	suuret	366	528
	Kuono- ja Carlinmerkki	498	3	suuret	366	528
	Kuonomerkki	1016	2	pienet	222	114
1991	Kuono- ja Carlinmerkki	494	2	pienet	230	134
	Kuono- ja Carlinmerkki	500	2	suuret	256	198
	Kuonomerkki	1010	2	suuret	248	166
	Kuono- ja Carlinmerkki	500	3	pienet	336	421
	Kuonomerkki	916	3	pienet	335	396
	Kuonomerkki	404	3	suuret	379	598
	Kuono- ja Carlinmerkki	499	3	suuret	379	598
Yhteensä		11320		pienet	220	120
		9288		suuret	246	166
		2948		pienet	324	382
		2418		suuret	371	554
		2766		lajittelematon	376	652

3. Menetelmät

3.1. Merkintävertailut

3.1.1 Merkkien irtoaminen ja Carlin-merkkien raportointi

Carlin- ja kuonomerkkien irtoamista arvioitiin koekalastajien saamista saaliskaloista, jotka oli merkitty molemmilla merkeillä. Kuonomerkkien irtoamisen arvioimiseksi laskettiin niiden Carlin-merkittyjen kalojen osuus molemmilla menetelmillä merkityistä saaliskaloista, joista kuonomerkkiä ei löydetty. Vastaava arvio tehtiin kuonomerkityille saaliskaloille, joista ei löydetty Carlin-merkkiä. Merkkien häviämisen todennäköisyydet laskettiin seuraavilla kaavoilla (Seber 1973):

$$\pi_c = m_k / (m_k + m_{kc})$$

ja

$$\pi_k = m_c / (m_c + m_{kc})$$

missä:

π_c = Carlin-merkin häviämisen todennäköisyys

π_k = kuonomerkin häviämisen todennäköisyys

m_k = koekalastussaaliista molemmilla menetelmillä merkityistä vain kuonomerkki jäljellä, kpl

m_c = koekalastussaaliista molemmilla menetelmillä merkityistä vain Carlin-merkki jäljellä, kpl

m_{kc} = koekalastussaaliista molemmilla menetelmillä merkityistä molemmat merkit jäljellä, kpl

Carlin-merkkien raportointiasteen määrittämiseksi käytettiin hyväksi v. 1991 saaliista tehdyn kalastustiedustelun avulla määritettyä taimenen kokonaissaalista Puruvedellä, saman vuoden koekalastussaaliissa olleiden Carlin-merkittyjen kalojen osuutta koekalastajien kokonaissaaliista, sekä v. 1991 Riistan- ja kalantutkimukseen kyseisistä merkintäeristä palautettujen merkkien kokonaismäärää. Raportointiasteen määrittämiseksi oletettiin, että koekalastajat palauttivat kaikki löytämänsä merkit. Lisäksi oletettiin, että tiedustelusaaliissa Carlin-merkkejä esiintyi suhteellisesti yhtä paljon kuin koekalastajien saaliissa. Näin kyettiin arvioimaan, kuinka paljon merkkejä kyseisenä vuonna Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokseen olisi pitänyt tulla.

Kun Carlin-merkkien raportoitavuuden lisäksi mukaan laskettiin irronneiden merkkien osuus, saatiin arvio merkkien todellisesta palautuvuudesta, jota voitiin käyttää korjauskertoimen määrittämisessä Carlin-merkintöjen perusteella laskettavissa saalisarvioissa. Teoreettista saatujen Carlin-merkittyjen saaliskalojen ja todellisuudessa palautettujen merkkien kappalemäärän suhdetta käytettiin merkkien raportoitavuudesta johtuvan korjauskertoimen estimaattina. Korjauskerroin määritettiin erikseen kaksi- ja kolmevuotiaina istutetuille taimenille. Samankaltaista korjausker-

rointa ovat käyttäneet mm. Kitkajärvellä Niva ja Juntunen (1993). Tässä lasketut korjauskertoimet eroavat Nivan ja Juntusen (1993) käyttämästä korjauskertoimesta siten, että kertoimet on määritetty erikseen kaksi- ja kolmevuotiaina istutetuille taimenille, ja irronneiden merkkien osuus on otettu laskuissa huomioon.

Arvioita raportointimattomuudesta voitiin myös verrata vuoden 1991 saaliista tehdyn kalastustiedustelun avulla laskettuun arvioon. Tiedustelussa kysyttiin kalastajilta, kuinka suuri osa Carlin-merkeistä on jäänyt palauttamatta.

3.1.2 Merkintämenetelmän vaikutus kalojen kasvuun

Merkintämenetelmän mahdollista vaikutusta kalojen kasvuun testattiin koekalastus- ja merkkipalautusaineistoista. Vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi ainoastaan verkko-saaliita käytettiin merkkipalautusaineistosta.

Jos kasvuvertailu tehdään vertaamalla suoraan pyyntivuositaisiä keskipituuksia, olisi syytä käyttää testauksessa pelkästään talvisaaliita, jolloin kalojen kasvu ei aiheuta suurta virhettä keskipituuksissa. Koska kuitenkin koekalastusaineistossa oli talvella pyydettyjä kaloja erittäin vähän, päädyttiin vertailemaan kalojen kasvunopeuksia kesän ajalta, jolloin näytekaloja on riittävästi analyysiä varten.

Kasvun määrittämiseksi tarkasteltiin saalispiteuden ja istutuskeskipiteuden suhteen logaritmia, joka teoriassa muuntaa eksponentiaalisen kasvun ajan suhteen lineaariseksi (instantaneous rate of increase, esim. Ricker 1975, s. 207) Tämä perustuu suoraan hetkellisen kasvukertoimen määritelmään, joka yleensä ilmoitetaan painon suhteen (esim. Ricker 1975):

$$G_w = \ln(W_2/W_1)/(t_2 - t_1)$$

Koska kuitenkin tässä aineistossa pituus oli luotettavampi mittaustieto kuin paino, päätettiin painon sijasta käyttää pituutta kasvukertoimen määrittämisessä. Painon ja pituuden hetkelliset kasvukertoimet eroavat toisistaan ainoastaan vakiokertoimella. Tarkastelun kohteena oli siis suhteellinen pituuskasvu ajan suhteen. Analyysiin valikoitiin koekalastusaineistosta istutusvuodet 1989, 1990 ja 1991. Selvät virheelliset havainnot, joissa pituuden tai painon lisäykset olivat negatiivisia, jätettiin analyysistä pois.

Malli rakennettiin siten, että suhteellista pituuskasvua selitettiin sekä jatkuvalla muuttujalla (pyyntipäivien määrä istutushetkestä), että luokittelevilla muuttujilla istutusikä (2 tai 3 vuotta), merkintämenetelmä (kuonomerkki tai Carlin- ja kuonomerkki), istutusvuosi (1989, 1990 ja 1991), istutuskokoluokka (suuret ja pienet) sekä järvi-vuosi (1. tai 2. vuosi istutuksesta). V 1989 istutetut kolmevuotiaat on luokiteltu kokonsa vuoksi "suuriin" istukkaisiin, vaikka kalat eivät olleetkaan lajittelun läpi käyneitä. Näiden erien keskipiteus sijoittuu muina vuosina istutettujen suurten kolmivuotiaiden erien keskipiteuksien vaihteluväliin. Istutuskokoluokka sisällytettiin malliin sisäkkäisenä tekijänä istutusiälle. Istukkaat luokiteltiin ikäryhmittäin seuraaviin pituusluokkiin (taulukko 2):

Taulukko 2. Pituusluokat ikäryhmittäin ja kokoluokittain

Pienet			Suuret	
Ikä, v.	Pituus, mm	Palautusten määrä, kpl	Pituus, mm	Palautusten määrä, kpl
2	216-230	483	243-256	555
3	314-336	291	366-379	545

Koska toisen pyyntivuoden kaloja oli saaliissa huomattavasti vähemmän kuin istutusvuoden kaloja, ja koska toisen pyyntivuoden lisäkasvun varianssi oli huomattavasti suurempi, päädyttiin tekemään analyysit erikseen istutusvuoden lisäkasvuille ja toisen pyyntivuoden lisäkasvuille. Otoksokojen ja varianssien erisuuruus yhdessä johtavat herkästi todellisen merkitsevyydestason yliarviointiin, eli toden nollahypoteesin hylkäämiseen (Ranta ym. 1989).

Analyysi, joka sisältää sekä regressio- että luokittelevia muuttujia, on nimeltään kovarianssianalyysi. Mailiin otettiin edellä mainitun kovariaatin ja luokittelijoiden päävaikutusten lisäksi yhdysvaikutus kovariaatin ja kunkin luokittelijan välille. Tällä testataan kasvunopeuden (eli suorien kulmakertoimien) mahdollinen ero luokittelijoiden välillä.

Luokittelevien muuttujien päävaikutus sen sijaan mittaa kasvunopeussuorien tasojen mahdollisia eroja. Kuten kaavasta (1) nähdään, suhteellinen pituuskasvu on suoraan verrannollinen aikaan, joten regressiosuorien tulisi kulkea origon kautta (eli $t_1=t_2 \Rightarrow W_1=W_2$). Tämä ei sovitetussa mallissa toteudu, vaan luokittelijoiden päävaikutukset voidaan tulkita edellä mainitun regression vakiotermeiksi. Jos vakiotermi on positiivinen, niin kalat näyttävät kasvaneen, vaikka ne olisi pyydetty istutuspäivänä. Sovitettu malli ei tässä mielessä ole biologisesti realistinen. Sen sijaan, jos ajatellaan kasvunopeussuorien tasoerojen kuvastavan pyynnin valikoivuutta, niin malli on realistinen. Valikoivuus saattaa ilmetä esimerkiksi siten, että pyynti kohdistuu jatkuvasti istutuskeskikokoa suurempiin kaloihin, jolloin kalat ovat näennäisesti kasvaneet. Toinen mahdollisuus on, että pyyntikauden alussa pyynti kohdistuu istutuskeskikokoa suurempiin kaloihin, mutta pyyntikauden lopussa istutuskeskikokoa pienempiin kaloihin. Tämän ilmiö vaikuttaa kasvunopeussuoran kulmakertoimeen, ja on siksi erityisen haitallinen kasvunopeusanalyysiä ajatellen, varsinkin jos on mahdollista, että valikointi on erilaista kuono- ja Carlin-merkityillä kaloilla. Carlin-merkittyjen kalojen todellisten istutuspituuksien kehittymistä ajan suhteen tarkasteltiin graafisesti, eikä siinä havaittu pienenevää trendiä, joten valikoivuuden muuttumista pyyntikauden aikana ei pidetty todennäköisenä.

Hypoteesit voidaan siis muotoilla seuraavasti:

Nollahypoteesi: Merkintämenetelmä, istutusikä, istutusvuosi ja kokoluokka eivät vaikuta kasvunopeuteen, ja pyynnin kokovalikoivuus on samanlainen merkintämenetelmien, istutusiän, istutusvuosien ja kokoluokkien välillä.

Vaihtoehtohypoteesi: Merkintämenetelmä, istutusikä, istutusvuosi tai kokoluokka vaikuttavat kasvunopeuteen, ja/tai pyynnin kokovalikoivuus on erilainen merkintämenetelmien, istutusiän, istutusvuosien ja kokoluokkien välillä.

Kasvunopeus olisi voitu analysoida myös regressioanalyysillä vertailemalla kunkin istutusvuoden, istutusiän, kokoluokkien ja järvi- ja istutusvuoden kasvunopeuksien eroja merkintämenetelmien välillä. Tällöin olisi pitänyt tehdä erilliset regressioanalyysit erikseen kaikille luokittelijoiden kombinaatioille. Selvää on, että tällöin menetetään in-

formaatiota, koska luokittelijoiden selvä vaikutus kasvunopeuksiin jäisi havaitsematta. Regressiomallin selitysaste jää huonommaksi, koska pyynnin kokovalikoinnin aiheuttamaa vakiotermiä regressioyhtälössä ei kyetä jakamaan eri tekijöistä aiheutuviin komponentteihin, kuten kovarianssimallissa. Kovarianssianalyysi huomioi samanlaisesti sekä luokittelijoiden että kovariaatin vaikutuksen. Regressioanalyysiä käytettiin kuitenkin tehtäessä kasvunopeuksien erosta kuva (kuva 1).

Vaihtoehtoisena mallina testattiin normaalia varianssianalyysiä, jossa selitettiin pituden hetkellistä kasvukerrointa luokittelevilla muuttujilla istutusikä, merkintämenetelmä ja järvi vuosi. Tämä malli antoi yhtäpitävät tulokset kovarianssianalyysin kanssa, mutta koska mallin selitysaste oli paljon heikompi, ei sitä esitetä tuloksissa. Vaihtoehtomallin huonompi selitysaste johtuu siitä, että pyynnin valikoivuuden aiheuttama virhe kasvunopeuskertoimessa lisää virhevarianssin osuutta.

Carlin-merkityistä kaloista oli myös käytettävissä yksilökohtaiset istutuspituudet, mutta niitä ei analyysissä käytetty, koska erilainen lisäkasvun määrittely Carlin- ja kuonumerkityille kaloille olisi hankaloittanut tulosten tulkintaa.

Varianssianalyysin oletusten toteutumiseksi tarkasteltiin regressioresiduaalien hajontaa riippuvan muuttujan odotusarvojen suhteen graafisesti, sekä residuaalien jakaumien normalisuutta istutusikäryhmittäin ja järvi vuosittain. Residuaalien hajonta ei graafisen tarkastelun pohjalta merkittävästi kasvanut riippuvan muuttujan arvon kasvaessa. Residuaalien jakaumat eivät eronneet merkitsevästi normaalijakaumasta lukuunottamatta 2-vuotiaana istutettujen taimenten toisen järvi vuoden kasvuja, joiden residuaalien jakauma oli hieman liian huipukas.

Kasvuvertailusta on lisäksi huomattava, että vertailtavana ei ole kuono- ja Carlin-merkintä, vaan kuonumerkintä ja molemmat merkintätavat, mikä ei välttämättä ole sama asia.

3.1.3 Merkintämenetelmän vaikutus kappalemääräiseen saaliiseen ja sen ajalliseen jakautumiseen

Koekalastajilta saadun merkkipalautusaineiston avulla selvitettiin, vaikuttaako merkintämenetelmä istukkaiden eloonjääntiin ja sitä kautta istutuksista saatavaan kokonaissaaliiseen. Merkintämenetelmän vaikutuksen testaaminen tehtiin vaiheittain seuraavasti:

1. Testattiin eri menetelmillä merkittyjen erien kappalemääräisen saaliin jakautumisen heterogeenisuus istutusvuoden aikana. Tällä pyrittiin selvittämään, tulevatko Carlin-merkityt kalat aikaisemmin pyynnin kohteeksi kuin kuonumerkityt.
2. Testattiin eri ikäisinä istutetuista taimeneristä saatujen palautusten heterogeenisuus pyyntivuosien suhteen. Tällä haluttiin selvittää, saadaanko kaksi- ja kolmevuotiaana istutetuista kaloista suhteellisesti yhtä paljon palautuksia eri pyyntivuosina. Jos eri ikäisistä istukkaista saatava saalis pyyntivuosien välillä on riittävän homogeeninen, voidaan eri ikäryhmistä saadut saaliit yhdistää kokonaissaaliiksi, ja vertailla pareittain kokonaissaaliita (Elrod ja Frank 1990).
3. Testattiin eri vuosina istutetuista eristä saatujen palautusten heterogeenisuus pyyntivuosien suhteen. Testi tehtiin kummallekin merkintämenetelmälle erikseen. Tällä haluttiin selvittää, jakaantuuko samalla menetelmällä merkityistä kaloista saatu kappalemääräinen saalis pyyntivuosien suhteen samalla tavalla kaikkina kolmena istutusvuonna. Jos istutusvuodet ovat homogeenisia, voidaan ne yhdistää samalla tavalla kuin kohdassa 2 istutusiät.

4. Yhdistettiin pyyntivuosien saaliit kappalemääräisiksi kokonaissaaliiksi, mikäli edellä mainitut heterogeenisuustestit oikeuttivat yhdistämisen.

5. Testattiin kappalemääräisten kokonaissaaliiden ja istutusmäärien suhteen eron merkitsevyys merkintämenetelmien välillä.

Homogeenisuustestit tehtiin pareittain χ^2 -testeillä, samoin kuin lopulliset merkintämenetelmien vaikutuksen testaukset. Pyyntivuosien välisen heterogeeniteetin testaamiseksi pyyntivuodet jaettiin luokkiin siten, että ensimmäinen luokka oli istutusvuosi ja toinen loput vuodet yhdistettynä. Luokat muodostettiin sen takia, että testin edellytykset kuhunkin luokkaan tarvittavista minimikappalemääräistä täytyisivät.

Merkintämenetelmän vaikutuksen testaamisen jälkeen tutkittiin, kuinka suuri ero palautusprosenttien välillä olisi oltava, jotta se pystyttäisiin käytettävissä olevalla otoskoolla luotettavasti erottamaan. Tämä määritettiin kokeilemalla, mikä takaisinsaantisuhde antaa Elrodin ja Frankin (1990) esittämän kahden prosenttiluvun välisen eron merkitsevyyden havaitsemiseen tarvittavan otoskoon laskukaavan avulla saman otoskoon, mitä tässä tutkimuksessa oli käytettävissä.

Merkintämenetelmän vaikutusta palautusten ajalliseen jakautumiseen selvitettiin vertaamalla koekalastajien istutusvuonna saamien Carlin- ja kuonomerkittyjen taimenten lukumääriä kuukausittain χ^2 -testillä. Vertailu tehtiin erikseen 2- ja 3-vuotiaille istukkaille.

3.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutustulokseen

Istutusiän ja -koon vaikutusta taimenistukkaiden kasvuun ja siihen, miten nopeasti kalat keskimäärin saavuttavat vanhan, vuoteen 1993 saakka voimassa olleen alamitan 35 cm ja uuden alamitan 40 cm selvitettiin yhdistetystä koekalastus- ja merkkipalautusaineistosta. Keskipituuden kehittymistä tarkasteltiin istutuksen jälkeen vuosineljänneksittäin. Saaliin kumulatiivinen kertyminen laskettiin Carlin-merkkipalautusten ajallisen jakautumisen perusteella.

Kilomääräisen saaliin (kg/1 000 istukasta) mahdollisia eroja tutkittiin kolmen istutusvuoden (1989, 1990, 1991) Carlin-merkityistä eristä Riistan- ja kalantutkimukseen tulleista palautuksista. Kilomääräinen saalis laskettiin kustakin merkintäerästä vuosittain siten, että vuosittaisten palautusten lukumäärä kerrottiin merkintäerän ko. vuoden saaliskalojen keskipainolla. Keskipainon keskivirheen avulla laskettiin kunkin vuoden saaliin 95 %:n luottamusväli. Kokonaissaalis saatiin laskemalla yhteen kaikki pyyntivuodet. Arvion luotettavuuden määrittämiseksi laskettiin ylä- ja alaraja arviolle laskemalla yhteen kunkin pyyntivuoden 95 %:n luottamusvälin mukaiset ylä- ja alarajat saaliin painolle. Kilomääräinen saalis sekä ylä- ja alarajat muunnettiin yksiköksi kg/1 000 istukasta. Arviot laskettiin lisäksi erikseen kaikille palautuksille sekä vanhan alamitan mukaan mitantäyttävälle (≥ 35 cm) ja uuden alamitan mukaan mitantäyttävälle (≥ 40 cm) saaliskaloille.

Edellä mainitut tuottoarviot määritettiin sekä korjaamattomina että merkkien raporttoimattomuudesta ja irtoamisesta aiheutuneiden korjauskertoimien avulla korjattuina. Lisäksi laskettiin erikseen brutto- ja nettosaaliit (kg/1 000 istukasta). Viimeksi mainittu saatiin vähentämällä arvioidusta kilotuotosta istukaserän kokonaispaino. Myös nettosaaliit laskettiin sekä korjaamattomana että kertoimilla korjattuina.

Istutusiän ja -koon vaikutukset palautusprosenttiin määritettiin Carlin-merkkipalautuksien avulla lasketuista vuosittaisista kappalepalautuksista. Tuloksissa esitetään se-

kä korjaamattomat että korjauskertoimien avulla muunnetut kappalesaaliit ja palautusprosentit eri ikäisille ja eri kokoisille taimenistukkaille.

4. Tulokset

4.1 Merkintävertailut

4.1.1 Merkkien irtoaminen ja Carlin-merkkien raportointi

Koekalastajat saivat sekä Carlin- että kuonomerkillä merkityistä taimenista saaliiksi yhteensä 313 kalaa, joista 25 kalalta oli kuonomerkki irronnut ja 24 kalalta vastaavasti Carlin-merkki irronnut. Näistä saadaan seuraavat estimaatit merkkien irtoamiselle olettaen, että irtoamistodennäköisyyteen ei vaikuta istukkaan koko tai muut istukkaan ominaisuudet:

Carlin-merkin häviämisen todennäköisyys, $\pi_c=8,7 \%$

kuonomerkin häviämisen todennäköisyys, $\pi_k=8,3 \%$

Carlin-merkkien raportoimattomuudesta johtuvan korjauskertoimen määrittämiseksi laskettiin ensin v. 1991 koekalastusaineistosta Carlin-merkittyjen osuus, joka oli 9,4 % saaliista. Merkkien palautuvuuden määrittämiseksi on otettava huomioon myös irronneet merkit, jolloin Carlin merkittyjen todellinen osuus irronneet merkit mukaanlukien oli 10,2 %. Koekalastajien v. 1991 saamista Carlin- ja kuonomerkityistä kaloista 42 % oli kaksivuotiaana istutettuja ja 58 % kolmivuotiaana istutettuja.

Kalastustiedustelun mukainen taimenen kokonaissaalis Puruvedellä v. 1991 oli 12 850 kpl, joista Carlin merkittyjä teoriassa oli 9,4 % eli 1 211 kpl (irronneet merkit mukaanlukien 10,2 % eli 1 318 kpl). Jos kokonaissaalis jakautuu kaksi- ja kolmevuotiaana istutettujen suhteen samalla tavoin kuin koekalastajien saaliissa, olisi kaksivuotiaana istutettujen osuus edellä mainitusta kappalesaaliista 511 kpl (irronneet merkit mukaanlukien 556 kpl) ja vastaavasti kolmevuotiaana istutettujen osuus 700 kpl (irronneet merkit mukaanlukien 762 kpl).

Oletetaan, että vuoden 1991 taimensaalis koostui v. 1989 - 1991 istutuksista. Vuosien 1989 - 1991 Carlin-merkityistä eristä tuli Riistan- ja kalantutkimukseen v. 1991 palautuksia yhteensä 611 kpl, joista 189 kpl (31 %) oli kaksivuotiaana istutettuja ja 422 kpl (69 %) kolmevuotiaana istutettuja. Kokonaissaaliin Carlin-merkittyjen osuuksien avulla voidaan laskea raportointiaste. Kun kokonaissaaliin Carlin-merkittyjen osuuteen lisätään irronneitten Carlin-merkkien kappalemäärä, saadaan arvioiduksi todellinen merkkien palautuvuus ja saalisarvioissa käytettävät korjauskertoimet (taulukko 3).

Taulukko 3. Carlin-merkkien raportointilasteet, palautuvuussuhteet ja palautuvuussuhteiden avulla lasketut korjauskertoimet istutusikäryhmittäin

Istutusikä	Raportointiaste, %	Palautuvuus, %	Korjauskerroin
2 v.	37,0	34,0	2,9
3 v.	60,3	55,4	1,8

Merkkien raportoimattomuudesta ja irtoamisesta aiheutuva korjauskerroin Carlin-merkintöjen avulla laskettaville saaliille olisi siis kaksivuotiaana istutetuille 2,9 ja kolmevuotiaana istutetuille 1,8.

Kalastustiedustelun mukaan kalastajat itse ilmoittivat v. 1991 jättäneensä 36 % Carlin-merkeistä palauttamatta, jolloin raportointiaste olisi 64 %.

4.1.2 Merkintämenetelmän vaikutus kalojen kasvuun

Sovitetun kovarianssianalyysimallin luokittelijoista istutusiällä ja -kokoluokalla ikäryhmittäin oli vaikutusta ensimmäisen kesän kasvunopeuteen ($P=0,0001$, $P=0,0003$, yhdysvaikutukset (1) ja (5) sekä (4) ja (5), taulukko 4). Sen sijaan merkintämenetelmällä ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta kasvunopeuteen. Toisena kesänä kasvunopeuksien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Ensimmäisenä pyyntikesänä istutusiän, istutusvuoden ja istutuskokoluokan päävaikutukset olivat myös merkitseviä, mikä siis tässä mallissa tulkitaan ko. luokittelijoiden vaikutukseksi pyynnin kokovalikoivuuteen. Toisena pyyntikesänä luokittelijoiden päävaikutukset eivät olleet merkitseviä. Neliösummat, F-arvot ja merkitsevyystasot esitetään taulukossa 4.

Parametrien estimaateista saadaan seuraavat tulkinnat merkitseville kasvunopeuseroille ensimmäisenä pyyntikesänä: kaksivuotiaana istutetut kasvoivat nopeammin kuin kolmevuotiaana istutetut, ja kaksivuotiaiden suuret istukkaat kasvoivat pieniä istukkaita nopeammin, kun taas kolmevuotiaiden suuret istukkaat kasvoivat hitaammin kuin pienet istukkaat.

Sovitetun mallin selitysaste ensimmäisenä kesänä oli 0,61. Toisen pyyntivuoden kesältä oli varsinkin Carlin-merkittyjä kaloja niin vähän, että sovitettun mallin selitysaste jäi heikommaksi ($r^2=0,48$).

Kuvassa 2 esitetään Carlin- ja kuonumerkittyjen 2- ja 3- vuotiaina istutettujen kalojen kasvu istutusvuoden ja toisen pyyntivuoden kesällä.

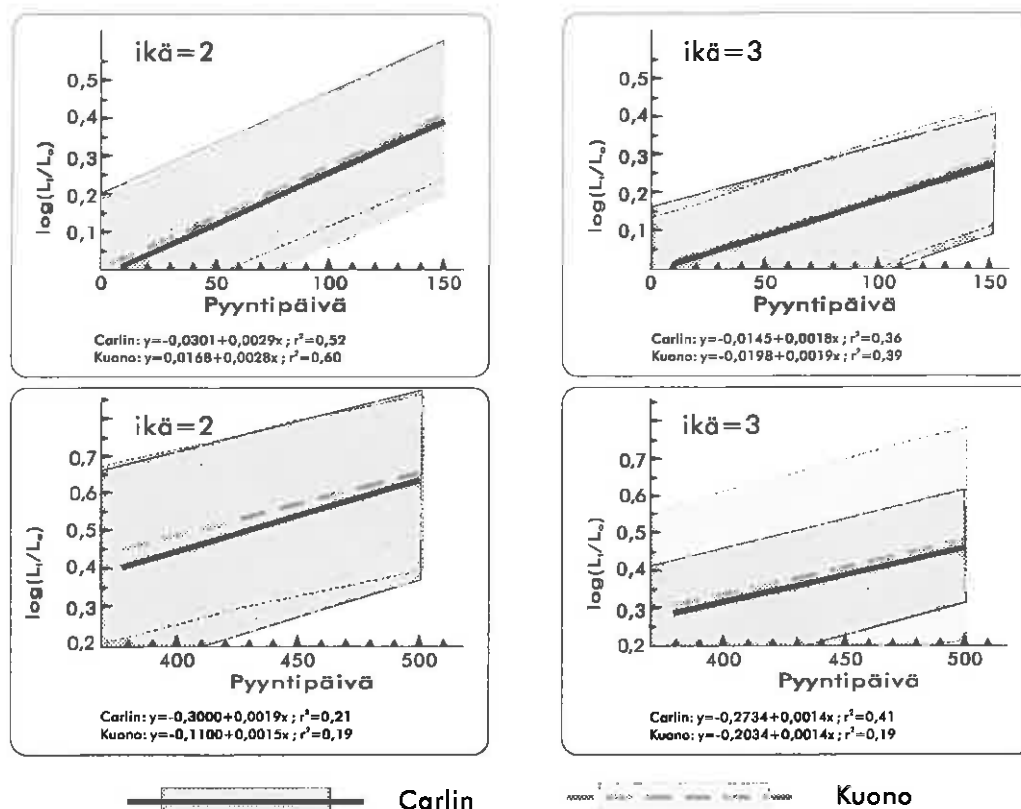
**Taulukko 4. Kovarianssianalyysi eri tekijöiden vaikutuksesta järvi-aimen-
ten lisäkasvuihin istutusvuoden ja toisen järvi-aimen-kesällä.**

1 Ensimmäinen kesä järvi-aimessa

Vaihtelun lähde	df	SS	MS	F	Pr>F
(1) Istutusikä	1	0,0351	0,0351	4,99	0,0260
(2) Merkintämenetelmä	1	0,0158	0,0158	2,24	0,1346
(3) Istutusvuosi	2	0,0401	0,0200	2,85	0,0580
(4) Kokoluokka	2	0,1056	0,0528	7,51	0,0006
(5) Päivien määrä istutuksesta	1	5,9520	5,9520	847,05	0,0001
(1) ja (5) yhdysvaikutus	1	0,1509	0,1509	21,48	0,0001
(2) ja (5) yhdysvaikutus	1	0,0044	0,0044	0,62	0,4301
(3) ja (5) yhdysvaikutus	2	0,0136	0,0068	0,97	0,3808
(4) ja (5) yhdysvaikutus	2	0,1174	0,0587	8,35	0,0003

2. Toinen kesä järvi-aimessa

Vaihtelun lähde	df	SS	MS	F	Pr>F
(1) Istutusikä	1	0,0001	0,0001	0,01	0,9425
(2) Merkintämenetelmä	1	0,0187	0,0187	1,82	0,1781
(3) Istutusvuosi	2	0,0201	0,0100	0,98	0,3772
(4) Kokoluokka	2	0,0314	0,0157	1,53	0,2180
(5) Päivien määrä istutuksesta	1	0,6484	0,6484	63,14	0,0001
(1) ja (5) yhdysvaikutus	1	0,0049	0,0049	0,48	0,4910
(2) ja (5) yhdysvaikutus	1	0,0155	0,0155	1,51	0,2199
(3) ja (5) yhdysvaikutus	2	0,0302	0,0151	1,47	0,2310
(4) ja (5) yhdysvaikutus	2	0,0378	0,0189	1,84	0,1607



Kuva 1. 2- ja 3-vuotiaana istutettujen taimenten logaritmiset lisäkasvut istutusvuoden kesällä (yläkuva) ja toisen järvi­vuoden kesällä (alakuva) Carlin- ja kuonomerkityillä taimenilla, sekä aineistoon sovitetut regres­ siosuorat ja suorien 95 %:n luottamusvälit.

4.1.3 Merkintämenetelmän vaikutus istutuksesta saatavien palautusten määrään ja niiden ajalliseen jakautumiseen

Vaiheittaisesta heterogeeniteettitestauksesta saatiin seuraavat tulokset koskien kappale­saaliiden yhdistämistä:

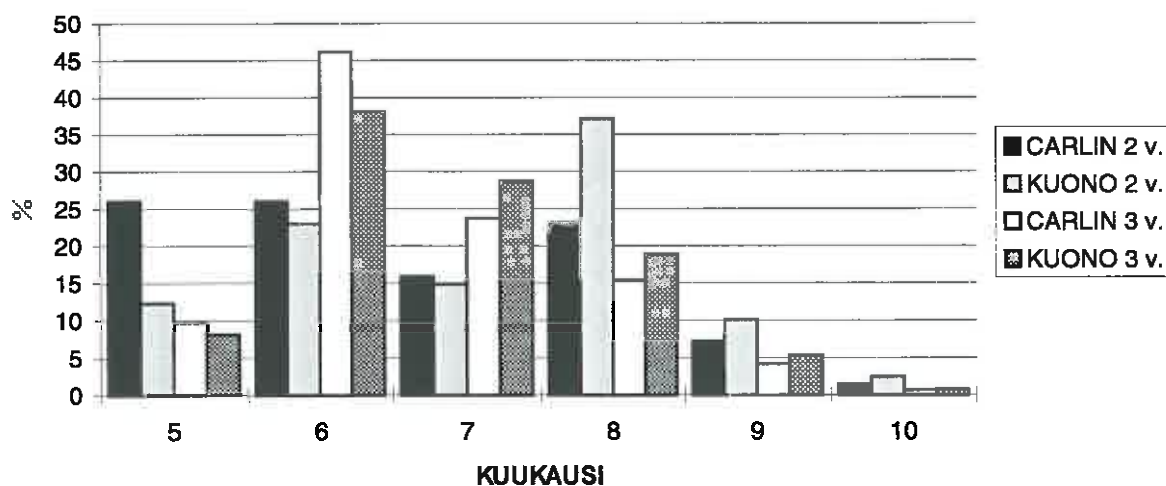
- 2- ja 3- vuotiaana istutettujen saaliita ei voi yhdistää kokonaissaaliiksi vertailtaessa eroa kappalesaaliissa merkintämenetelmien välillä. Vertailu on tehtävä erikseen istutusikäryhmittäin, koska koekalastajien saaliissa eri ikäisinä istutetuista taimenista tulleet palautukset jakautuivat pyyntivuositain eri tavoin. 3-vuotiaita istukkaita pyydettiin suhteellisesti enemmän istutusvuonna kuin 2- vuotiaita istukkaita (kuva 4).
- Istutusvuosien 1989 ja 1990 saaliit on mahdollista yhdistää kokonaissaaliiksi kummallakin merkintämenetelmällä. Vuoden 1991 istutuksista saatua kappalesaali­ista ei voi yhdistää kokonaissaaliiseen, koska vuonna 1991 istutetuista kuonomer­kityistä saatiin istutusvuonna suhteellisesti vähemmän kaloja kuin vuosina 1989 ja 1990 istutetuista kuonomerkityistä.

Merkintämenetelmällä ei todettu olevan vaikutusta kalojen eloonjääntiin, sillä vuosina 1989 ja 1990 istutettujen 2- ja 3-vuotiaiden taimenten kappalemäärien kokonais­saaliiden ja istutettujen kappalemäärien väliset suhteet eivät eronneet merkitsevästi

(taulukko 5). Taulukossa 5 esitetään myös vuosina 1989 ja 1990 istutettujen Carlin- ja kuonomerkkikalojen koepyyntisaaliiden jakautuminen istutusvuodelle ja sitä seuraaville vuosille.

Merkitsevän eron havaitsemiseen tarvittava palautusprosenttien ero määritettiin olettaen, että istutussuhde Carlin- ja kuonomerkkityillä taimenilla pysyisi samana kuin tässä tutkimuksessa. Esimerkkinä laskettiin vuosina 1989 ja 1990 kaksivuotiaina istutettujen erien yhdistettyjen palautusprosenttien ero. Tuloksena saatiin, että toteutuneella näytämäärällä (719 kpl) merkitsevän eron selville saamiseksi merkitsevyystasolla $\alpha=0,05$ ja testin voimakkuudella $\beta=0,2$ palautusprosenttien eron tulisi olla n. 1,5 % (kaksisuuntainen testaus).

Tarkasteltaessa kappalemääräisen koepyyntisaaliin suhteellista jakautumista kuukausittain istutusvuoden aikana havaittiin, että Carlin-merkittyjä kaloja saatiin saaliiksi suhteellisesti enemmän istutusvuoden alkukesällä kuin kuonomerkittyjä. Tosin ero oli merkitsevä ainoastaan kaksivuotiaana istutetuilla (χ^2 -testi, $P<0,05$) (kuva 2).



Kuva 2. Carlin- ja kuonomerkittyjen kalojen kappalesaaliin jakautuminen istutusvuonna koekalastussaaliiden perusteella.

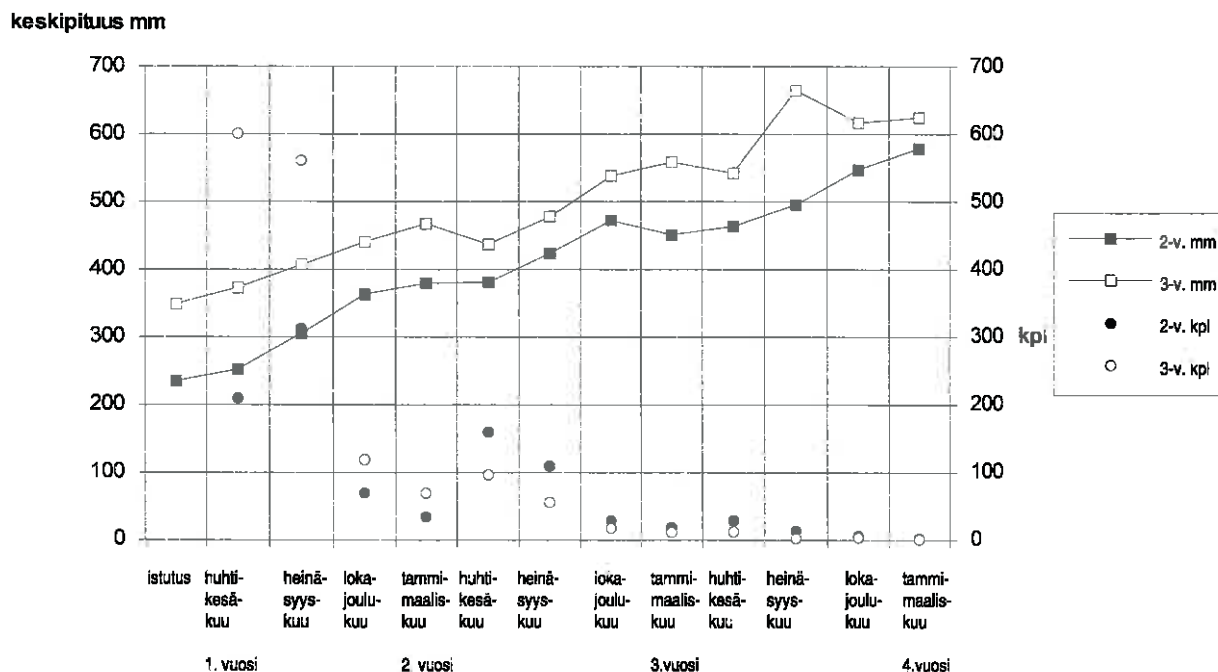
Taulukko 5. Koekalastajien Carlin- ja kuonomerkintäeristä saamien kalojen palautukset .

Ikä	Istutusvuosi	Merkki	Palautuksia, kpl			Ist.kpl	Pal.%	χ^2	P
			Ist.vuosi	Seur.	Yht.				
			vuodet						
2 v.	1989	Carlin	32	10	42	980	4,3		
		kuono	138	78	216	7579	2,8		
	1990	Carlin	26	19	45	999	4,5		
		kuono	258	158	416	8010	5,2		
	1989+1990	Carlin	58	29	87	1979	4,4		
		kuono	396	236	632	15589	4,1	0,5	>0,1
2 v. yht.	1991	Carlin	15	10	25	994	2,5		
		kuono	32	40	72	2026	3,6		
		Carlin	73	39	112	2973	3,8		
		kuono	428	276	704	17615	4,0		
3 v.	1989	Carlin	35	5	40	997	4,0		
		kuono	68	5	73	1766	4,1		
	1990	Carlin	70	13	83	997	8,3		
		kuono	118	7	125	2050	6,1		
	1989+1990	Carlin	105	18	123	1994	6,2		
		kuono	186	12	198	3816	5,2	2,3	>0,1
3 v. yht.	1991	Carlin	41	14	55	999	5,5		
		kuono	60	14	74	1320	5,6		
		Carlin	146	32	178	2993	5,9		
		kuono	246	26	272	5136	5,3		

4.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutustulokseen

4.2.1 Kalojen kasvu ja saaliin ajallinen jakautuminen

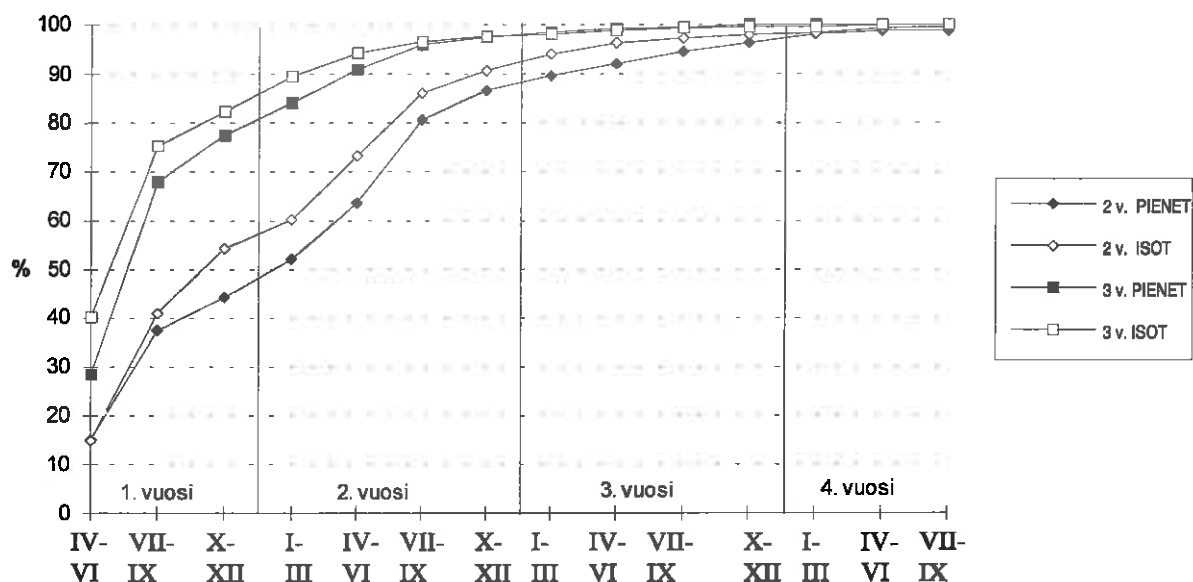
Kolmevuotiaana istutetut taimenet saavuttivat nykyisen alamitan (40 cm) keskimäärin istutusvuoden kolmannella vuosineljänneksellä (heinä-syyskuussa), kun taas kaksi-
vuotiaana istutetut saavuttivat saman mitan keskimäärin vuotta myöhemmin (kuva 3).



Kuva 3. Kaksi- ja kolmevuotiaana istutettujen taimenten keskipituudet ja mitattujen kalojen lukumäärät vuosineljänneksittäin koekalastusaineiston ja Carlin-merkkipalautusten perusteella.

Vanhan, vuoden 1992 loppuun saakka voimassa olleen alamitan (35 cm) kolmevuotiaana istutetut taimenet täyttivät keskimäärin jo istutushetkellä, sen sijaan kaksivuotiaana istutetut saavuttivat vanhan alamitan keskimäärin istutusvuoden viimeisellä vuosineljänneksellä (loka-joulukuussa).

Taimenistukkaat tulivat kuitenkin saaliiksi sitä nopeammin, mitä suurempia ne olivat istutettaessa (kuva 4). Kun kolmevuotiaana istutetut keskimäärin saavuttivat laillisen pyyntikoon (40 cm) istutusvuoden loppukesällä, oli 68 - 75 % kappalemääräisestä saaliista pyydetty. Kaksivuotiaat tulivat pyynnin kohteeksi hitaammin. Niiden tullessa lailliseen pyyntikokoon toisen järvi-
vuoden loppukesällä oli saaliista 81 - 86 % pyydetty.



Kuva 4. Carlin-merkkipalautusten kumulatiivinen kertyminen.

Vaikka kolmevuotiaana istutetut tulivat nopeasti pyynnin kohteeksi, saatiin niistä silti yli puolet mitantäyttävinä. Merkkipalautuksista laskettuna saatiin mitantäyttäviä kolmevuotiaana istutetuista kaikkiaan 710 kpl (57,1 % kolmevuotiaiden kokonaissaaliista) ja kaksivuotiaana istutetuista 136 kpl (27,8 % kaksivuotiaiden kokonaissaaliista).

Kaksivuotiaita saatiin istutusvuoden jälkeen enemmän takaisin kuin kolmevuotiaita, joten eroa prosentuaalisessa kertymässä ei ainakaan kokonaan voi selittää kaksivuotiaiden huonommalla raportointiasteella, jonka voi olettaa johtuvan haluttomuudesta palauttaa alamittaisten merkkejä.

4.2.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutuksen kilomääräiseen saaliiseen

Istutusten kilomääräinen tuotto riippui kalojen istutusiästä ja -koosta. Mitä suurempia ja vanhempia istukkaat olivat, sen suurempi oli tuotto tuhatta istukasta kohti (2-vuotiaat: 105 kg/1 000 ist., 3-vuotiaat 356 kg/1 000 ist., taulukko 6). Sama tulos saatiin vanhan alamitan mukaan mitantäyttävien kalojen saaliista (76 kg/1 000 ist. ja 294 kg/1 000 ist.) ja uuden alamitan mukaan mitantäyttävien kalojen saaliista (57 kg/1 000 ist. ja 240 kg/1 000 ist.).

Korjauskertoimien käyttö pienentää kaksi- ja kolmevuotiaana istutettujen eroa kilomääräisessä saalistuotossa. Kolmevuotiaiden korjattu kokonaissaalis oli kuitenkin yli kaksinkertainen kaksivuotiaisiin istukkaisiin nähden.

Kokonaistuoton ja mitantäyttävien tuoton välinen suhteellinen ero oli sitä pienempi, mitä suurempina kalat istutettiin, mikä oli odotettavissakin, koska suurista istukkaista suurempi osa ehtii kasvaa mitantäyttäväksi ennen joutumistaan pyynnin kohteeksi. Kolmivuotiaat istukkaat olivat jo istutushetkellä keskimäärin vanhan alamitan mukaan mitantäyttäviä (35 cm).

Istutuskoon vaikutus kilomääräiseen saaliiseen perustuu suurelta osalta istukkaiden lähtöpainojen eroihin eri ikäisillä istukkailla. Jos tuotto lasketaan nettosaaliina tuhatta istukasta kohti (erän alkupaino vähennetään), oli tuotto kaikissa erissä negatiivinen siten, että mitä suurempia kalat olivat istutettaessa, sitä pienempi nettosaalis saatiin

(taulukko 6). Tämä johtuu siitä, että istukkaat pyydettiin lähinnä istutusvuonna, jolloin ne eivät olleet ehtineet kasvaa, ja pyynnin kohdistuminen istutusvuoteen on vielä voimakkaampaa 3-vuotiaana istutetuilla taimenilla kuin 2- vuotiaana istutetuilla.

Korjauskertoimilla muunnetut nettosaaliit tuhatta istukasta kohti olivat sen sijaan positiivisia, lukuunottamatta lajittelemattomien kolmevuotiaana istutettujen taimenten saaliita. Kaksi- että kolmevuotiaana istutettujen taimenten yhdistetyt korjatut nettosaaliit olivat yli 150 kg/1 000 istukasta.

Taulukko 6. Carlin-merkintäerien kilomääräiset saaliit (kg/1000 istukasta).

A. Kaikki pautukset, kg/1000 ist.	Bruttosaaliit		keskiarvo	korjattu keskiarvo*	Nettosaaliit	
	95 % yläraja	95 % alaraja			keskiarvo	korjattu keskiarvo*
2 v. pienet	100	59	79	229	-46	104
2 v. suuret	160	103	132	383	-44	207
3 v. pienet	335	276	306	551	-85	160
3 v. suuret	495	416	456	821	-107	258
3 v. ei lajiteltu	331	278	305	549	-355	-110
2 v. yht.	130	81	105	305	-45	155
3 v. yht.	387	324	356	641	-273	154

B. Väh. 35 cm pitki- en taimenten pautukset, kg/1000 ist.	Bruttosaaliit		keskiarvo	korjattu keskiarvo*
	95 % yläraja	95 % alaraja		
2 v. pienet	71	41	56	162
2 v. suuret	118	75	97	281
3 v. pienet	261	219	240	432
3 v. suuret	408	342	375	675
3 v. ei lajiteltu	291	243	267	481
2 v. yht.	94	58	76	220
3 v. yht.	320	268	294	529

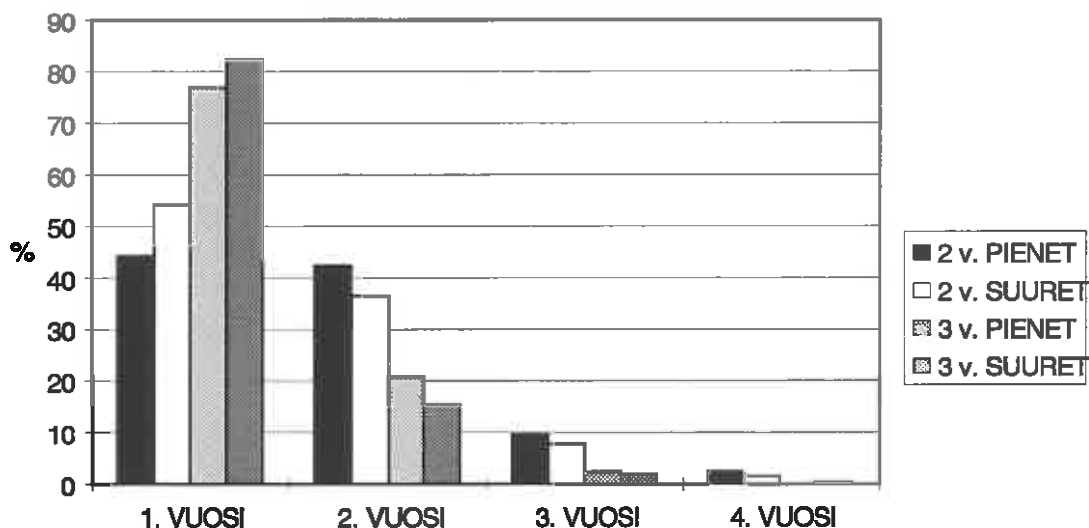
C. Väh. 40 cm pitki- en taimenten pautukset, kg/1000 ist.	Bruttosaaliit		keskiarvo	korjattu keskiarvo*
	95 % yläraja	95 % alaraja		
2 v. pienet	59	33	46	132
2 v. suuret	83	53	68	197
3 v. pienet	191	171	178	321
3 v. suuret	344	258	321	578
3 v. ei lajiteltu	233	240	221	398
2 v. yht.	71	43	57	165
3 v. yht.	256	223	240	432

* kaksivuotiaille korjauskertoimen=2,9, kolmevuotiaalle korjauskertoimen=1,8

4.2.3 Istutusiän ja -koon vaikutus palautuksiin

3 -vuotiaana istutetuista taimenista saatiin palautuksia 2,5 kertaisesti 2 -vuotiaisiin istukkaisiin verrattuna (korjauskertoimien avulla lasketuista palautuksista 1,6 kertaisesti). Kaksi- ja kolmevuotiaana istutettujen taimenten palautusprosentteja ei kuitenkaan voitu verrata keskenään χ^2 -testillä pyyntivuosien heterogeeniteetin takia. Kolmevuotiaita saatiin selvästi suhteellisesti enemmän istutusvuonna kuin kaksivuotiaana istutettuja (kuva 5). Sen sijaan kokoluokat olivat pyyntivuosien suhteen keskenään riittävän homogeenisia.

2-vuotiaana istutettujen istutuskokoluokista pieniä saatiin merkitsevästi vähemmän kuin suuria. Pienten palautusprosentti oli 11,6 ja suurten 21,3 % ($P < 0,01$) (korjauskertoimien avulla laskettuna 33,7 % ja 61,9 %). 3 -vuotiaana istutetuilla ero suurista ja pienistä saatujen palautusten välillä oli saman suuntainen (suuret 48,4 %, pienet 41,5 %, $P < 0,05$, korjauskertoimien kanssa 87,2 % ja 74,8 %), joten istutuskoolla näyttää olevan merkitystä palautusprosenttiin myös istutusiästä riippumatta (taulukko 7). Taulukosta 7 on huomattava, että 3 -vuotiaita taimenia istutettiin v. 1989 myös lajittelemattomina, ja näistä kaloista saadut palautukset eivät ole mukana edellä mainituissa testissä. Nämä erät tuottivat saalista huonommin kuin lajitellut erät, vaikka olivat keskikooltaan kaikkein suurimpia.



Kuva 5. Merkkipalautusten jakautuminen pyyntivuosittain.

Taulukko 7. Carlin-merkintäerien merkkipalautukset pyyntivuositain.

ikä, kokoluokka	keski- pituus mm	ist. kpl	merkkipalautukset pyyntivuositain						*	palautukset (ei korjattu)		palautukset (korjattu)**		X ²	P
			1	2	3	4	5	kpl		pal. %	kpl	pal %			
2 v. pienet	223	1488	73	70	16	4	2	8	173	11,6	502	33,7	42,6	<0,001	
2 v. suuret	249	1485	165	111	23	5	1	12	317	21,3	919	61,9			
2 v. yhteensä	236	2973	238	181	39	9	3	20	490	16,5	1421	47,8			
3 v. pienet	325	999	308	83	10	0	0	14	415	41,5	747	74,8	5,3	<0,05	
3 v. suuret	373	997	386	72	9	2	0	14	483	48,4	869	87,2			
3 v. ei lajiteitu	375	997	292	33	5	1	1	14	346	34,7	623	62,5			
3 v. yhteensä	358	2993	986	188	24	3	1	42	1244	41,6	2239	74,8			
kaikki yht.	297	5966	1224	369	63	12	4	62	1734	29,1	3660	52,3			

* pyyntivuosi tuntematon

**käytetty kaksivuotiaille korjauskerrointa 2,9 ja kolmevuotiaille korjauskerrointa 1,8

5. Tulosten tarkastelu

5.1 Merkintävertailu

Carlin- ja kuonomerkkien irtoamisen todennäköisyys oli likimain yhtä suuri. Carlin-merkeistä irtosi 8,7 % ja kuonomerkeistä 8,3 %. Carlin-merkkejä hävisi vähemmän kuin muissa taimenella tai Atlantin lohella tehdyissä tutkimuksissa. Gönczi (1986) raportoi Carlin-merkkien irtoamisprosentiksi patoaltaasen istutetuilla taimenilla jopa 14 %. Templetonin (1971) kalanviljelylaitoksen lammikoissa tekemässä tutkimuksessa merkkien häviämisprosentti kaksivuotiailla taimenilla yhdeksän kuukauden aikana oli välillä 18 ja 33 %. Hän oletti, että lammikoiden tiheä kasvillisuus saattoi olla yhtenä syynä merkkien heikkoon pysyvyyteen. Niva ja Juntunen (1993) totesivat kahtena vuonna tehdyssä seurannassa 96,3 % ja 98,4 % kuonomerkeistä säilyneen kolmivuotiaalla taimenilla. Irtoamisprosentti on pienempi kuin tässä käsitellyissä Puruveteen tehdyissä merkinnöissä, mutta ero saattaa osittain johtua siitä, että Niva ja Juntunen (1993) seurasivat merkkien pysyvyyttä kalanviljelylaitoksella suhteellisen lyhyen ajan, kaksi kuukautta. Atlantin lohella Isaksson ja Bergman (1978) havaitsivat kuonomerkkien hävikiksi 1,7 % ja Carlin-merkkien hävikiksi 10 %.

Joissakin tutkimuksissa on todettu, että merkkien pysyvyys on kalan koosta riippuva siten, että pieniltä kaloilta merkit irtoavat herkemmin kuin kookkailta. Mm. Kennedy ym. (1982) totesivat, että Carlin-merkkejä irtosi yhtä paljon kaksikesäisiltä ja kaksivuotiailla taimenilla, mutta irtoamisprosentti oli suurempi kaksikesäisiä nuoremmilla kaloilla. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty merkkien irtoamistodennäköisyyden eroa kaksi- ja kolmevuotiaiden taimenten välillä. Voidaan kuitenkin olettaa, että ero ei ole merkitsevä, koska pienimmätkin kalat olivat keskikooltaan suhteellisen suuria, yli 21 cm.

Puruvedeltä vuonna 1991 saatujen koekalastussaaliiden, kaikkien v. 1991 tulneiden merkkipalautusten ja kalastustiedustelun perusteella arvioitiin, että kalastajat palauttivat 37,0 % 2-vuotiaina istutetuista taimenista saamistaan Carlin-merkeistä. Carlin-merkkien raportointimattomuudesta Puruvedellä aiheutuva virhe kaksivuotiaiden saalistulokseen asettuu Nivan ja Juntusen (1993) Kitkajärvelle esittämän arvion (raportointiaste 45 %) ja Valkeajärven (1993) esittämien arvioiden (Konnevesi ja Päijänne, raportointiasteet 32 % ja 25 %) välille. Merkkien palautusaktiivisuus vaihtelee alueittain. Jos Carlin-merkityt taimenet jäävät suhteellisen pienelle ja yhtenäiselle vesialueelle, on kalastajien motivointi merkinnöistä tiedottamalla helpompaa kuin laajoille vesialueille levittäytyvissä merkinnöissä.

Tässä tutkimuksessa saadun arvion luotettavuutta ei pystytty helposti määrittämään, joten arvion käyttöä tarkkoihin tuottolaskelmiin lienee syytä varoa. Kalastuskyselyn avulla laskettu raportointiaste (64 %), joka perustuu siis kalastaneiden omaan ilmoitukseen, on kuitenkin melko lähellä kolmevuotiaana istutettujen taimenten koekalastussaaliiden, merkkipalautusten ja kalastustiedustelun avulla laskettua arviota (60,3 %). Tässä tutkimuksessa saatu suuri ero kaksi- ja kolmevuotiaiden Carlin-merkkien raportointiasteiden ja kokonaispalautuvuuden (raportoimattomien merkkien lisäksi huomioitu irronneet merkit) välillä saattaa johtua ainakin osaksi kalastajien haluttomuudesta palauttaa merkkejä alamittaisista kaloista.

Koekalastusaineiston perusteella ei saatu viitteitä, että merkintämenetelmä olisi vaikuttanut kalojen kasvunopeuteen istutusvuoden tai toisen järvi- tai vuoden aikana. Myöskään Templetonin (1971) tekemässä istutuskokeessa Carlin-merkin ei havaittu vaikuttavan taimenen kasvuun. Puruvedessä järvitaimenten istutusiällä ja kokoluokalla todettiin olevan vaikutusta ensimmäisen kesän kasvuun. Kaksivuotiaana istutetut kasvoivat nopeammin kuin kolmevuotiaana istutetut. Kokoluokkien suhteen tulos oli ikäryhmillä eri suuntainen: kaksivuotiaista suuret kalat kasvoivat pieniä kaloja nopeammin, kun taas kolmevuotiaista pienet kasvoivat nopeammin kuin suuret. Selityksenä tähän ilmiöön saattaa olla pituuskasvun hidastuminen kalan vanhetessa. Tässä tutkimuksessa käytetyn mallin epävarmuutta lisää se tosiasia, että yksilökohtaiset lisäkasvut määritettiin merkintäerien keskipituuksien avulla, koska kuonumerkityistä kaloista ei yksilökohtaisia tietoja saada. Lisäksi toisen pyyntivuoden lisäkasvuista oli liian vähän havaintoja kasvueröjen selittämiseksi.

Istukkaiden eloonjääntiin ei merkintämenetelmällä näyttänyt olevan vaikutusta riippumatta istukkaan koosta, toisin kuin useissa tutkimuksissa on havaittu (mm. Kennedy ym. 1982, Hansen 1988). Nivan ja Juntusen (1991) mukaan Kitkajoen yläpuolisella vesistöalueella kuonumerkinnöistä saatiin saalista 3,1-kertaisesti Carlin-merkintöihin verrattuna. Tämänsuuruinen ero olisi tässä tutkimuksessa käytettävissä olevalla otoskoolla ja käytetyllä testillä kyetty erottamaan. Tässä tutkimuksessa saatu ero palautusprosenttien välillä oli liian pieni merkitsevän eron löytämiseen käytettävissä olevalla otoskoolla, mutta tämä otoskoko olisi kuitenkin riittänyt niinkin pienen kuin 1,5 %:n eron selville saamiseen.

Carlin-merkittyjen istukkaiden havaittiin tulevan pyynnin kohteeksi istutusvuonna aikaisemmin kuin kuonumerkittyjen istukkaiden. Tämä saattaa johtua siitä, että Carlin-merkityt istukkaat tarttuvat merkistään herkästi verkkoon. Carlin-merkittyjä taimenia saatiinkin suhteellisesti hieman enemmän verkoilla kuin kuonumerkittyjä, mutta ero ei ollut merkitsevä.

5.2 Istutusiän ja -koon vaikutus istutustulokseen

Istutusiällä ja -koolla on suuri merkitys varsinkin mitantäyttävien taimenten saaliiseen. Tarkasteltaessa kaksi- ja kolmevuotiaina istutettujen taimenten keskipituuksien kehittymistä vuosineljänneksittäin havaittiin kaksivuotiaiden istukkaiden saavuttavan nykyisen alamitan (40 cm) keskimäärin vuotta kolmevuotiaita istukkaita myöhemmin. Kolmevuotiaat tulevat pyyntikokoon keskimäärin istutusvuotensa syksyllä. Vaikka kolmevuotiaat tulevat nopeammin pyynnin kohteeksi, saatiin niistä yli puolet nykyisen alamitan mukaan mitantäyttävinä. Kaksivuotiaista saatiin mitantäyttävinä alle kolmannes.

3-vuotiaat istukkaat tuottivat saalista kilomääräisesti 2,1 - 3,4 -kertaisesti 2-vuotiaisiin verrattuna. Mitantäyttävien kilomääräisessä saaliissa ero oli 2,6 - 4,2 -kertainen kolmivuotiaiden hyväksi. Edellä mainituista arvioista pienempi saadaan, jos käytetään Carlin-merkkien raportoimattomuudesta ja irtoamisesta johtuvaa korjauskerrointa, joka on suurempi kaksivuotiaille istukaille ja parantaa siten kaksivuotiaiden tuottoarvioita. Ero oli selkeä myös samanikäisten istukkaiden eri kokoluokkien välillä suurempien istukkaiden hyväksi. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että järvitaimenten istutustulos paranee istutuskoon kasvaessa (mm. Toivonen ym. 1983, Mutenia ja Salonen 1991, Huusko ym. 1994). Usein on myös arveltu, että Carlin-merkintä väristä tulosta siten, että se rasittaisi enemmän pienikokoisia kuin kookkaita poikasia. Tässä tutkimuksessa ei havaittu Carlin-merkinnällä olevan tällaista vaikutusta.

Kaikissa Puruveden istutuserissä nettosaalis, joka saadaan vähentämällä Carlin-merkkipalautusten perusteella lasketusta kilomääräisestä saaliista istutuserän paino,

oli negatiivinen. Järveen siis istutettiin enemmän taimenia kiloina kuin sieltä saatiin saaliina takaisin. Koska taimenet pyydettiin sitä nopeammin, mitä kookkaampia ne olivat istutettaessa, jäi järvestä kertynyt lisäkasvu vähäisemmäksi kookkaammilla poikasilla kuin pienemmillä. Näin ollen nettosaalis oli myös sitä pienempi, mitä suurempi erän istutuskeskikoko oli. Sen sijaan korjauskertoimilla kerrotut nettosaaliit olivat positiivisia yhtä lukuunottamatta kaikissa erissä ja sitä suurempia, mitä kookkaampia kalat olivat istutettaessa.

Myös kaikissa Vuoksen vesistön alueelle vuosina 1979-1992 tehdyissä järvitaimenen Carlin-merkinnöissä, joihin myös tässä työssä käsitellyt erät sisältyvät, saatiin lähes poikkeuksetta vähemmän saalista kilomääräisesti kuin mitä oli istutettu. Nettosaalis myös pieneni istukkaiden koon kasvaessa (Makkonen ym. 1996). Samanlaisia tuloksia on saatu myös Oulujärven vesistöalueelle 1970- ja 1980-luvuilla tehdyissä merkintäistutuksissa (Hyvärinen 1993) sekä Kuusamon alueelle vuosina 1972-1988 tehdyissä merkinnöissä (Huusko ym. 1994). Inarijärven järvitaimenistutuksissa vuosina 1987-1990 on kuonomerkintöjen perusteella kuitenkin saatu useimmista eristä positiivinen nettosaalis (Ahonen 1995).

Palautusprosenttien mukaan sekä 2 - että 3 -vuotiaana istutetuista taimenista suurista kaloista saatiin merkitsevästi enemmän palautuksia kuin pienistä kaloista, joten suuremmalla kokoluokalla näyttää olevan parempi eloonjäänti. Poikkeuksena olivat v. 1989 istutetut lajittelemattomat kolmevuotiaat taimenet, jotka tuottivat lajiteltuja kolmevuotiaita huonommin saalista, vaikka olivat keskikooltaan suurimpia. Koska Carlin-merkinnän ei tässä tutkimuksessa havaittu vaikuttavan eloonjääntiin, voidaan päätellä eron johtuvan muusta syystä kuin merkinnästä. Keskimitaltaan pienimmätkin istukaserät olivat sitäpaitsi niin suuria (216 mm), ettei merkintä ole todennäköisesti vaikuttanut huonontavasti pienempien istukkaiden eloonjääntiin. Mahdollisia syitä pienten istukkaiden heikompaan menestymiseen ovat mm. predaatoriskin suureneminen ja sopivan kokoisen kalaravinnon puute.

6. Yhteenveto

Puruveteen vuosina 1989 - 1991 tehtyjen järvitaimenmerkintöjen avulla pyrittiin selvittämään Carlin-merkinnästä aiheutuvien virhelähteiden suuruutta istutustulosten tulkintaan, sekä toisaalta istutusiän ja -koon vaikutusta istutusten tuottoon. Merkinnän aiheuttamien virhelähteiden suuruuden selvittämiseksi kalat oli merkitty sekä kuonon että Carlin-merkillä, jolloin kuonomerkki toimi kontrollina selvitettyä Carlin-merkinnän aiheuttamaa virhettä istutustuloksissa. Istutusiän ja -koon vaikutuksen tutkimiseksi kaloja istutettiin kunakin vuonna 2- ja 3- vuotiaina, kumpikin ikäryhmä vielä lajiteltuna suuriin ja pieniin. Carlin-merkinnän istutustulosten tulkintaan aiheuttaman virheen arvioinnissa hyödynnettiin koekalastajien em. istutuksista keräämää aineistoa, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokseen istutuksista saatuja merkkipalautuksia, sekä Puruedeltä vuonna 1991 saatua kalansaaliista koskeneen tiedustelun avulla saatua arviota kyseisen vuoden taimensaaliista. Istutusiän ja -koon vaikutuksen selvittämisessä käytettiin Riistan- ja kalantutkimukseen saatuja palautustietoja edellä mainituista istutuksista.

Merkintävertailun tulokset olivat seuraavat:

- Carlin- ja kuonomerkkejä irtosi järvitaimenistukkailta likimain yhtä paljon (Carlin-merkit 8,7 %, kuonomerkkit 8,3 %).

- Raportointiasteeksi Puruedellä saatiin kaksivuotiaille taimenille 37,0 % ja kolmevuotiaille taimenille 60,3 %. Kun irronneet merkit laskettiin mukaan, saatiin kokonaispalautuvuudeksi kaksivuotiaille 34,0 % ja kolmevuotiaille 55,4 %. Näistä laskettiin korjauskertoimet saalisarvioille: kaksivuotiaat 2,9 ja kolmevuotiaat 1,8. Kalastustiedustelun mukaan kalastajat itse ilmoittivat jättäneensä 36 % merkeistä palauttamatta, jolloin raportointiaste olisi 64 %. Palauttamattomien merkkien osuus muodostaa suurimman virhetekijän arvioitaessa järvitaimenistutusten tuloksia Carlin-merkintöjen avulla. Sen suuruus vaihtelee istutettujen kalojen koon mukaan ja todennäköisesti myös istutusajankohdan ja istutuspaikan mukaan.

- Merkintämenetelmän ei havaittu vaikuttaneen kalojen kasvunopeuteen tai eloonjääntiin riippumatta kalojen istutusiästä. Ainoa merkitsevä ero kuono- ja Carlin-merkittyjen kalojen saaliiden välillä oli se, että kaksivuotiaana istutettuja Carlin-merkittyjä kaloja saatiin enemmän istutusvuoden alkukesästä kuin kaksivuotiaana istutettuja kuonomerkittyjä kaloja, eli Carlin-merkityt näyttävät tulevan pyynnin kohteeksi hieman kuonomerkittyjä aikaisemmin.

Istutusiän ja -koon vaikutusten tarkastelusta saatiin seuraavat tulokset:

- Kolmevuotiaat istukkaat tuottivat kilomääräisesti 2,1 - 3,4 -kertaisesti saaliista kaksivuotiaisiin istukkaisiin verrattuna (kolmivuotiaiden keskiarvo 356 kg/1000 ist., korjattuna 641 kg/1000 ist., kaksivuotiaiden keskiarvo 105 kg/1000 ist., korjattuna 305 kg/1000 ist.). Myös kummankin ikäryhmän suuret istukkaat antoivat suuremman kilomääräisen saaliin kuin pienet istukkaat.

- Palautusprosentti kaikille Carlin-merkityille oli 29,1 % (korjattuna 52,3 %). Kaksi- ja kolmivuotiaiden välinen ero palautusprosentissa oli 1,6 - 2,5 -ertainen kolmivuotiaiden istukkaiden hyväksi (kolmivuotiaat 41,6 %, kaksivuotiaat 16,5 %, korjatut arviot 74,8 % ja 47,8 %). Eroa selittää kolmevuotiaiden istukkaiden mahdollisesti paremman eloonjäännin lisäksi kolmevuotiaana istutettujen taimenten pyynnin voimakkaampi kohdistuminen istutusvuoteen verrattuna kaksivuotiaisiin istukkaisiin.

- Istutusiästä riippumatta suurten istukkaiden palautusprosentti oli merkitsevästi suurempi kuin samanikäisten pienten istukkaiden palautusprosentti, joten istutuskoolla näytti olevan merkitystä istutuksen tulokseen myös istutusiästä riippumatta.

Kiitokset

Kalastusmestari Esa Hirvonen vastasi tutkimuksessa käytettyjen kalojen merkinnöistä ja yhteydenpidosta koekalastajiin. Kalastusmestarit Paula Toivonen ja Asko Sikanen dekodasivat kuonomerkit. MMM Anssi Ahvonen, FK Markku Pursiainen ja FK Matti Salminen esittivät kommentteja ja parannusehdotuksia käsikirjoitukseen. Kaikille näille esitämme kiitoksemme. Parhaat kiitoksemme myös niille Puruveden kalastajille, jotka toimivat koekalastajina.

Kirjallisuus

- Ahonen, M. 1995. Inarijärven järvitaimenen kuonomerkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Ivalon toimipiste. Kala- ja riistaraportteja 29, 29 s. + liite.
- Elrod, J.H. & Frank, A. 1990. Sample size requirements and analysis of tag recoveries for paired releases of lake trout. *N. Am. J. Fish. Mgmt.* 10, p. 196 - 201.
- Gönczi, A. P. 1986. Öringsutsättningar i kraftverkmagasin. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 81 s.
- Hansen, L. P. 1988. Effects of Carlin tagging and fin clipping on survival of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) released as smolts. *Aquaculture*, 70, p. 391 - 394.
- Huusko, A., Vehanen, T. & Korhonen, P. 1994. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972-1988 Carlin-merkkipalautuksiin perustuen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 81, 41 s.
- Hyvärinen, P. 1993. Oulujärven järvitaimen- ja järvilohi-istutusten tuloksellisuus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kainuun kalanviljelylaitos. Moniste 32 s.
- Isaksson, A. & Bergman, P. 1978. An evaluation of two tagging methods and survival rates of different age and treatment of hatchery reared Atlantic salmon smolts. *J. Agr. Res. Icel.* 10(2), p. 74 - 79.
- Kennedy, G. J. A., Strange, C.D. ja O'Neill, G.O. 1982. Tagging studies on various age classes of brown trout (*Salmo trutta* L.). *Fish. Mgmt.* 13(1). p. 33 - 41.
- Kolari, I & Toivonen, J. 1992. Puruveden taimenmerkintöjen tuloksia. Teoksessa: Viljanen, M. ja Ollikainen, S. (toim.) Saimaaseminaari 1992. Tutkimus Saimaalla. Joensuun yliopisto. Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja. N:o 103. Joensuu 1992. s. 227-238.
- Makkonen, J., Piironen, J., Pursiainen, M., Toivonen, J. & Kolari, I. 1996. Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta. Vuoksen veisistöalueelle vuosina 1979-1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 108, 105 s.
- Mutenia, A. & Salonen, E. 1991. Järvitaimenen ja järvilohen velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärvessä vuosina 1976-1988. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 22, s. 1-70.
- Naarminen, M. 1985. Lohi- ja taimenmerkintöjen yhteydessä tapahtuvasta kalojen käsittelystä, kuljetuksesta ja istutuksesta. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 42, 62 s.
- Niva, T. & Juntunen, K. 1993. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kitkajoen Jyrävän yläpuolisella joki- ja järviolueella vuosina 1986 - 1990 Carlin- ja kuonomerkintämenetelmillä arvioituna. *Suomen Kalatalous* 59, s. 89 - 101.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. Biometria. Tilastotiedettä ekologeille. Helsinki, Yliopistopaino. 569 s.
- Seber, G. A. F. 1973. The estimation of animal abundance and related parameters. London, Griffin. 506 s.

Templeton, R. G. 1971. An investigation of the advantages of autumn and spring stocking with brown trout *Salmo trutta* L. in a Yorkshire reservoir. J. Fish. Biol. 3, p. 303 - 324.

Toivonen, J., Ikonen, E., Lindström, A., Alapassi, T. & Kokko, U. 1983. Järvi-taimenen merkittyjen poikasten istutukset Suomessa vuosina 1959-1969. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 15, 226 s.

Valkeajärvi, P. 1993. Carlin-merkkien palauttamattomuudesta johtuva virhe ja sen korjaaminen. Suomen kalastuslehti 100 (1), s. 18 - 20.

Merkisteeke menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla.

Tutkimme Carlin-merkinnästä aiheutuvien virhelähteiden (merkin irtoaminen, palauttamatta jättäminen, vaikutus eloonjääntiin ja kasvuun) suuruutta järvitaimen (Salmo trutta m. lacustris) istutustulosten tulkintaan Puruvedeen vuosina 1989-1991 tehdyissä merkinnöissä. Kaikki 28 740 ko. vuosina istutettua taimenta oli merkitty kuonomerkillä ja lisäksi 5 966 kpl myös Carlin-merkillä. Kuonomerkki toimi kontrollina selvittäessä Carlin-merkinnän virhetekijöitä. Kaloja istutettiin kunakin vuonna 2- ja 3- vuotiaina, kumpikin ikäryhmä vielä jaettuna kahteen kokoluokkaan.

Carlin-merkeistä irtosi 9 % ja kuonomerkeistä 8 %. Raportointiasteeksi Puruvedellä saatiin kaksivuotiaille taimenille 37 % ja kolmevuotiaille taimenille 60 %. Kun irronneet merkit laskettiin mukaan, saatiin kokonaispalautuvuudeksi kaksivuotiaille 34 % ja kolmevuotiaille 55 %. Korjauskertoimeksi kaksivuotiaiden saalisarvioille saatiin 2,9 ja kolmevuotiaiden 1,8.

Merkintämenetelmän ei havaittu vaikuttaneen kalojen kasvunopeuteen tai eloonjääntiin riippumatta kalojen istutusiästä. Kaksivuotiaana istutetut Carlin-merkityt näyttivät tulevan pyynnin kohteeksi hieman samanikäisiä kuonomerkittyjä aikaisemmin.

Kolmevuotiaista istukkaista saatiin saalista keskimäärin 356 kg/1 000 istukasta ja kaksivuotiaista 105 kg/1 000 istukasta (korjauskertoimilla kerrottuna 641 kg/1 000 istukasta ja 305 kg/1 000 istukasta). Suuret istukkaat antoivat suuremman kilomääräisen saalin kuin pienet istukkaat. Nettosaalis jäi kaikissa erissä negatiiviseksi, ja oli sitä pienempi, mitä kookkaampia poikaset olivat istutettaessa. Korjauskertoimella kerrotut nettosaaliit olivat positiivisia, sekä kaksi- että kolmevuotiailla yli 150 kg/1 000 istukasta.

Kolmevuotiaana istutetuista taimenista saatiin keskimäärin 42 % palautuksia ja kaksivuotiaana istutetuista 17 %. Korjatut palautusprosentit olivat vastaavasti 75 % ja 48 %. Istutuskoolla näytti olevan merkitystä istutuksen tulokseen myös istutusiästä riippumatta. Suurten istukkaiden palautusprosentti oli merkitsevästi suurempi kuin samanikäisten pienten istukkaiden palautusprosentti.

Spelar metoden någon roll? Felkällor vid Carlin-märkning av insjööringar utplanterade som två- och treåringar

Vi undersökte felkällornas betydelse vid Carlin-märkning (lossnade märken, icke returnerade märken, märkets betydelse för överlevnad och tillväxt) för tolkningen av utplanteringsresultatet av insjööring (*Salmo trutta* m. *lacustris*) i Puruvesi åren 1989-1991. Samtliga 28 740 öringar som planterades ut under ifrågavarande år märktes med nosmärken och 5 966 exemplar också med Carlin-märken. Nosmärket fungerade som kontroll vid utrdningen av Carlin-metodens felkällor. Fiskarna utplanterades som 2- och 3-åringar och vardera åldersgruppen indelades dessutom i två storleksklasser.

Av Carlin-märkena lossnade 9% och av nosmärkena 8%. Rapporteringsgraden i Puruvesi var 37% för tvååriga fiskar och 60% för treåriga. Då man räknade med de lossnade märkena blev den totala returneringsprocenten 34 för tvååringar och 55 för treåringarna. Korrektionskoefficienten för fångststupsfattningen för tvååringar blev 2,9 och 1,8 för treåringar.

Märkningsmetoden inverkar varken på fiskarnas tillväxttakt eller överlevnad i någondera åldersgruppen. De som carlinmärks som tvååringar verkade att fångas något tidigare än de som fått ett nosmärke i samma ålder.

De fiskar som utplanterades som treåringar gav en fångst på i genomsnitt 356 kg/1 000 utplanterade yngel och tvååringarna 105 kg/1 000 yngel (641 kg/ 1 000 respektive 305 kg/ 1000 om man multiplicerar med korrektionskoefficienten). Stora yngel gav en större fångst i kilo räknat än små yngel. Nettofångsten förblev negativ i samtliga partier och blev allt mindre ju större yngel som använts. Multiplicerade med korrektionskoefficienten blev fångsterna dock positiva, över 150 / 1000 yngel för båda åldersgrupperna.

Av de yngel som utplanterats som treåringar returnerades i genomsnitt 42%, och 17% av tvååringarna, de korrigerade procenterna 75 respektive 48. Utplanteringsstorleken verkar vara av betydelse för resultaten, oberoende av utplanteringsåldern. Returneringsprocenten för stora yngel var signifikant större än för små yngel av samma ålder.

Insjööring, Carlin-märkning, nosmärkning, korrektionskoefficient, utplanteringsålder, utplanteringsstorlek

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

June 1997

Author(s)

Tuomas Friman, Irma Kolari and Jorma Toivonen

Title of Publication

The errors caused by Carlin-tagging in the estimation of stocking results of two- and three-year-old brown trout (*Salmo trutta m. lacustris*)

Type of Publication

Research report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

The errors caused by Carlin-tagging in the estimation of stocking results of brown trout (203 260)

Abstract

The errors caused by Carlin-tagging (reduction of survival and growth, lost and unreported tags) in the estimation of stocking results of brown trout, *Salmo trutta m. lacustris* L. were studied by using coded wire tagging as a control method. In 1989-1991 a total of 28 740 two- and three-year-old brown trout were stocked in Lake Puruvesi tagged with coded wire tag; 5 699 of these were double-tagged with a Carlin-tag. Neither growth nor survival differences were found between Carlin- and coded wire-tagged fish, independently of age and size of the fish.

The rate of loss of Carlin tags was 9 % and that of coded wire tags 8 %. The most important source of error in estimating the stocking results was the proportion of unreported Carlin tags. Fishermen reported 60 % of the tag recoveries of 3-year-old brown trout but only 37 % of the recoveries of 2-year-old trout. When lost and unreported Carlin tags were taken into account it was possible to estimate a correction coefficient for the assessment of stocking results on the basis of Carlin taggings in Lake Puruvesi. The tagging results of two-year-olds should be multiplied by 2.9 and those of three-year-old brown trout by 1.8.

The trout groups tagged as two-year-olds gave a mean catch of 105 kg/ 1 000 released fish with a recapture rate of 17 % when assessed on the basis of true Carlin tag recoveries, and 305 kg/ 1 000 released fish and 48 % when corrected. The mean catch of the groups stocked as three-year-olds was 356 kg/ 1 000 released fish with a recapture rate of 42 %; the corrected numbers were 641kg/ 1 000 released fish and 75 %. The net catches of all groups were negative. They were the smaller the bigger the stocked trout were. The net catches multiplied with correction coefficients were, however, positive; over 150 kg/1 000 released fish for both two- and three-year-old fish.

Key words

Salmo trutta m. lacustris, tagging, mortality, growth, stocking age, stocking size

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 124

ISBN

951-776-109-0

ISSN

0787-8478

Pages

27 s.

Language

Finnish

Price

50 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab
Book-shop
Annankatu 44

FIN-00100 Helsinki, Finland

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

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 6
FIN-00721 Helsinki, Finland

Phone +358 205 7511 Fax +358 205 7511

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

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

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

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

89. NYLANDER, E. JA ROMAkkANIEMI, A.:

Tornionjoen meritaimen ja sen kalastus

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

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

Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet

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

91. VEHANEN, T.:

Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset.

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

92. SALMI, P., HUUSKO, A.:

Muikun talvinuottoaus ja muikkukannat Kuusamossa

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

93. URHO, L.:

Kalatäit kalojen terveysriskinä.

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

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

Lohikalojen paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus

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

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

Lohen ja meritaimenen istutustutkimukset Kiiminkijoen

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

96. Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät.

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

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

Taimenen poikasten ravinnonkäyttö Kuusamon Kuusinkijoen

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

98. TURUNEN, J.-P.:

Ympäristöpoliittisten ristiriitojen sovittelumenettely. Esimerkkitaipauksena lohenkalastuksen järjestäminen.

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

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

Avoperärysäpyynnin soveltuvuus siian kalastukseen Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä.

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

SALMINEN, A., MUTENIA, A.:

Ammatti- ja luontaiselinkeinokalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991.

(Yrkes- och naturåringsfiskets lönsamhet i Lokka konstgjorda sjö åren 1989-91) (Profitability of commercial and traditional fisheries in the Lokka reservoir from 1989-1991) s. 19-34. Helsinki 1995.

100. Luonnontilan muutokset Konnevedessä - 25 vuotta vesiluonnon tutkimusta.

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

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

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

102. KIRJAVAINEN, E.:

Haudontalämpötilan vaikutus ravun poikastuottoon ja poikasten laatuun

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

103. TAMMI, J.:

Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen - kirjallisuuskatsaus

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

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

Henkiin herätetty lohijoki - Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992-1994

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

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

Vaellussiika - Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

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

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

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

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

107. LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.:

Suomenlahti kalastajan silmin - Tutkimus Suomenlahden likaantumisesta ja vapaa-ajankalastuksesta

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

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

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

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

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

Nieriän (*Salvelinus alpinus*) silmäsamentumat

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

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

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

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

Kokeita Apoject 1-Fural paisetautirokotteella 1993-1995

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

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

Kalkituksen vaikutukset särki- ja ahvenkantoihin Etelä-Suomen happamoituneissa pikkujärvissä

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

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

114. SALMINEN, M.:

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa

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

115. PARMANNE, R., SETÄLÄ, J.:

Silakan rehukalastuksen taloudellinen merkitys ja vaikutus silakkakantoihin

27+18 s. Helsinki 1996.

116. SALMI, J., HONKANEN, A., JURVELIUS, J., MOILANEN, P., SALMI, P. JA VESALA, K. M. Haastatteluja Hangosta Utsjoelle. Ammattikalastuksen profiilitutkimuksen metodiikkaa. (Intervjuer från Hangö till Utsjoki, metodik för profilundersökningar av yrkesfisket) (Interviewing Commercial Fishermen in Finland: The Methodology of the Study). 26 s. Helsinki 1996.

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

118. VEITOLA, K., MÄKINEN, T.

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

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

Viihtyykö vieras kala Oulujärvessä? Taimenkantojen ja järvilohen soveltuvuus Oulujärven

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

120. JOKIKOKKO, E.

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

121. RAITANIEMI, J.

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

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

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

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

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

Merkitseekö menetelmä?

Kalanmerkintöjä käytetään maassamme yleisesti tutkimusmenetelmänä, kun arvioidaan istutusten tuottamia saaliita, istukkaiden kasvua ja vaelluksia. Mutta miten itse kalojen merkitseminen vaikuttaa istutuksista saatavaan saaliiseen? Lisääkö merkki kalassa kuolevuutta tai vähentääkö kalan kasvua niin paljon, että istutuksista tehtävät tuottolaskelmat vääristyvät? Kuinka paljon laskelmiin vaikuttaa mahdollinen merkkien irtoaminen tai se, että löydettyjä merkkejä ei palauteta.

Merkinnän aiheuttama lisäkuolevuus ja kasvun taantuma, sekä merkkien palauttamattomuus ja irtoaminen ovat niitä virhelähteitä, joita arvioitiin Puruvedellä tehdyn vertailevan koejärjestelyn avulla. Vertailtavina menetelminä olivat kuonomerkintä ja Carlin-merkintä. Tutkimuksessa tarkastellaan myös istukkaiden iän ja koon vaikutusta istutusten tuottoon.

