

Jari Raitaniemi

Rannikon siikojen iänmäärityksen luotettavuus



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 121

1997

Rannikon siikojen iänmäärityksen luotettavuus

Jari Raitaniemi

Helsinki 1997

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Vantaanjoen suulta pyydetyn vaellussiian somu (Kuva: Jari Raitaniemi)

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

ISBN 951-779-096-5

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1997

Rannikon siikojen iänmäärityksen luotettavuus

Tutkimuksessa keskityttiin merialueen siikojen iänmäärityksen luotettavuuden testaukseen. Vertailussa käytettiin kahta rannikon siikakantaa, karisiikaa (Kalajoki) ja vaellussiikaa (Vantaanjoen suuhun istutettu kanta). Neljä siian iänmääritystä pääasiassa suomusta työkseen tehnyttä henkilöä määritti iät erikseen suomusta ja otoliiteista. Kalojen ikää ei ennestään tunnettu, mutta määritysten vielä kestäessä Vantaanjoen suusta saatiin vuonna 1992 polttomerkittyjä ja siis iältään tunnettuja siikoja, joista otettiin talteen suomuja, operculum ja otoliitit.

Erot iänmääritysten tuloksissa olivat selviä sekä kunkin määrittäjän somu- ja otoliittimääritysten välillä että eri määrittäjien välillä. Yleisesti karisiit määritettiin otoliiteista vanhemmiksi kuin suomusta. Vaellussiioilla sitävastoin kaksi määrittäjää kolmesta määritti kalat suomusta vanhemmiksi kuin otoliiteista. Vaellussiioista tehdyt suomumääritykset poikkesivat systemaattisesti toisistaan, otoliittimääritysten välillä vastaavaa systemaattisuutta ei ollut.

Merialueen siioilla pelkän somun käyttäminen iänmäärityksessä ilman esim. otoliiteista tai merkinnöistä saatua lisätietoa osoittautui epäluotettavaksi. Määrittäjien vähäisen otoliittikokemuksen vuoksi otoliittimäärityksissä oli vielä eroavuuksia, joita voidaan vähentää koulutuksella. Muualta saadun tietämyksen perusteella ainakin vanhojen karisiikojen ikä on luotettavammin määritettävissä otoliitista kuin suomusta. Polttomerkityistä vaellussiioista saadun tiedon perusteella vertailussa olleet vaellussiiat olivat todellisuudessa yleisesti ottaen nuorempia kuin mitä suomumääritystuloksista voisi päätellä, eli niiden iät olivat lähempänä otoliittimääritysten tuloksia. Merkityillä vaellussiioilla operculum osoittautui suomua paremmaksi sekä iänmäärityksessä että takautuvassa kasvunmäärityksessä.

Eri siikakantojen tutkimuksissa on suositeltavaa jo pelkästään iänmääritysten luotettavuuden takaamiseksi merkitä siikoja ja käyttää merkityistä kaloista saatua tietoa hyväksi iänmäärityksessä.

karisiika, vaellussiika, iänmääritys, somu, otoliitti, operculum

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

Maj 1997

Författare

Jari Raitaniemi

Publikationens namn

Hur pålitlig är åldersbestämningen av kustsikor?

Typ av publikation

Rapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektname och -nummer

Referat

Undersökningen testade hur tillförlitlig åldersbestämningen av kustsikor är. Man jämförde två kustsikbestånd, sandsik (Kalajoki) och älvsik (inplanterad i Vanda å). Fyra personer som arbetat med åldersbestämningar, huvudsakligen utgående från fjäll gjorde nu bestämningar skilt för fjäll och otoliter. Fiskarnas ålder var inte känd, men medan bestämningarna pågick tillvaratogs fjäll, operculum och otoliter från sikar som brännmärkts i Vanda ås mynning år 1992 och vars ålder alltså var bekant.

Resultaten av åldersbestämningarna uppvisade klara skillnader, både mellan fjäll- och otolitbestämningar utförda av samma person och mellan bestämningar utförda av olika personer. Sandsikor ansågs allmänt äldre då man använde otoliter än då man använde fjäll. För älvsik var situationen den motsatta, två av tre bestämnare ansåg sikarna äldre då de använde fjäll än då de använde otoliter. För älvsik avvek fjällbestämningarna systematiskt från varandra, medan otolitbestämningarna inte uppvisade motsvarande systematik.

Det visade sig alltså att åldersbestämning enbart utgående från fjäll, utan hjälp av otoliter eller märkning är opålitlig då det gäller sik i havsområdet. Otolitbestämningarna uppvisade också avvikelser, som antagligen dock beror på bristande erfarenhet och kan avhjälpas genom skolning. Erfarenhet från andra håll visar att åtminstone gamla sandsikor pålitligare kan bestämmas via otoliter än via fjäll. De brännmärkta älvsikarna visar att de nu undersökta vandringsikarna i verkligheten ofta är yngre än vad fjällbestämningarna anger och att åldern alltså är närmare resultaten av otolitbestämningarna. För de märkta älvsikarna visade sig operculum vara bättre än fjällen för både ålderbestämning och retroaktiv tillväxtbestämning.

Vid undersökningar av olika sikbestånd skulle det alltså redan för att förbättra åldersbestämningens tillförlitlighet vara rekommendabelt att märka fiskarna och utnyttja märkningsresultaten vid åldersbestämningarna.

Nyckelord

sandsik, älvsik, åldersbestämning, fjäll, otolit, operculum

Seriens namn och nummer

ISBN

ISSN

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 121

951-776-096-5

0787-8478

Sidoantal

Språk

Pris

Sekretessgrad

23 s.

Finska

50 mk

Offentlig

Försäljning

Förlag

Edita-bokhandel
Annegatan 44
00100 Helsingfors

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 6
00721 Helsinki

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

Tel. 0205 7511 Fax 0205 751201

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

May 1997

Author(s)

Jari Raitaniemi

Title of Publication

The Reliability of the Ageing of Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) on the Finnish Baltic Coast

Type of Publication

Research report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Whitefish, The Gulf of Finland 204031 SLAHTI; Whitefish, The Gulf of Bothnia 204031 PLAHTI

Abstract

The results from age determinations of two Baltic whitefish stocks, a local population in Kalajoki and an anadromous population stocked in the mouth of the River Vantaanjoki, were tested by comparing the determinations of four experienced readers. The readers determined the ages separately from scales that have mainly been used in the ageings and otoliths. The ages of the fish were unknown, but during the study a number of marked whitefish of a known age (4+) were caught from the mouth of the River Vantaanjoki. In addition to scales and otoliths, opercular bones were taken from these fish.

The differences were clear both between scales and otoliths and between different readers. Generally, the slow growing local whitefish were determined to be older from otoliths than scales; however, two out of three readers determined the fast growing anadromous whitefish to be older from scales than otoliths. The ageings from the scales of the latter differed systematically from each other, but the differences between the otolith readings were not similarly systematic.

The usage of scales only in the age determination of the Baltic whitefish was shown to be unreliable, especially if no information of e.g. marked individuals is available. In reading otoliths, lack of experience caused differences in the results which can be reduced with training. It is expected that at least the age of old, slow growing whitefish can be determined more reliably from an otolith than from scales. On the basis of the information on known age whitefish, the anadromous whitefish in the test were generally younger than what the scale readings showed. The opercular bone of the marked whitefish was better than scales in both ageing and backcalculation of growth.

In the research on different whitefish populations it is recommended to mark the fish and use the information on the known age fish in ageing.

Key words

Coregonus lavaretus, ageing, scale, otolith, opercular bone

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 121

ISBN

951-776-096-5

ISSN

0787-8478

Pages

23 p.

Language

Finnish

Price

50 FM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab

Book-shop

Annankatu 44

FIN-00100 Helsinki, Finland

Phone +358 9 566 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 751201

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
3. IÄNMÄÄRITYSTULOKSET	5
3.1. Hidaskasvuisten siikojen otoliiteista vanhimmat ikäarviot	5
3.2. Vaellussiiat vaikeita määritettäviä hyvästä kasvusta huolimatta.....	10
3.2.1. Polttomerkityt vaellussiiat avuksi määritysten luotettavuuden selvittämisessä.....	12
4. MÄÄRITYKSET ENTISTÄ VARMEMMIKSI.....	19
4.1. Merkityt kalat ja iänmäärittelyn luotettavuus	19
4.2. Suomu, otoliitti, operculum – usean menetelmän käyttö rinnan parantaa määrittäytulosta	19
4.2.1. Karisiika	20
4.2.2. Vaellussiika	20
4.3. Johtopäätökset ja suositukset.....	21
KITOKSET	21
KIRJALLISUUS	22

1. JOHDANTO

Kalojen iän- ja kasvun määrittystä tehdään vuosittain rutiinityönä suuria määriä. Määrittysten luotettavuus ei kuitenkaan ole itsestään selvä asia, vaan se edellyttää testauksia, joiden avulla voidaan saada käsitys luotettavuuden tasosta ja kehittää määrittystekniikkaa. Virheet iänmäärittämisessä heijastuvat kuolevuus- ja tuottolaskelmiin ja voivat siten johtaa mm. väärin kalastussuosituksiin. Iänmäärittämenetelmiä ja määrittysten luotettavuutta ovat käsitelleet mm. LeCren (1947), Bagenal & Tesch (1978), Beamish & McFarlane (1983) ja (1995), Casselman (1983) ja (1987), Boehlert & Yoklavich (1984), Mann & Steinmetz (1985) ja Francis (1995).

Vaikka määrittysten luotettavuuden testauksessa epäsuorat menetelmät ovat olleet yleisimpiä, parhaita ovat menetelmät, joissa määritettävien kalojen ikä tai merkinnän ja pyydystämisen välinen aika tiedetään varmasti (mm. Casselman 1987). Siialla (*Coregonus lavaretus* (L.)) kuonomerkitöiden ja siis iältään tunnettujen yksilöiden iänmäärittästä suomusta on testannut aiemmin Salojärvi (1989). Suomua ja otoliittia käyttivät vertailussa Raitaniemi ym. (käsikirjoitus). Barnes & Power (1984) vertasivat siikamme pohjoisamerikkalaisen sukulaisen, sillisiian (*Coregonus clupeaformis*) suomusta ja otoliitista saatuja ikä toisiinsa.

Norjalaisessa hidaskasvuissa siikakannassa otoliitista ja suomusta määritettävissä olevan iän todettiin voivan erota hyvinkin paljon, jopa kymmenen vuotta toisistaan (Raitaniemi ym. käsikirjoitus). Sama on todettu aiemmin sillisiialla (Barnes & Power 1984). Molemmissa tapauksissa otoliitista oli luettavissa enemmän ikävuosia kuin suomusta. Muillakin Salmonoidea-yläheimon kalalajeilla, kuten taimenella, *Salmo trutta* (Jonsson 1976), pohjanharjuksella, *Thymallus arcticus* (Sikström 1983) tai harmaanieriällä, *Salvelinus namaycush* (Casselman 1983), hidaskasvuisten kalojen otoliiteista on määritettävissä vanhempia ikä kuin suomusta. Kaikissa tapauksissa otoliittia on pidetty oikean iän määrittämisessä luotettavampana kuin suomua. Myös meidän vesiemme hidaskasvuissa ahvenilla otoliitista yleisesti on laskettavissa enemmän vuosirenkaita kuin operculum-luusta (K. Nyberg, henk. koht. tiedonanto). Tosin otoliitista tehty määrittäminen voi joissakin tapauksissa johtaa myös iän yliarvioimiseen (Casselman 1987). Hauen (Harrison & Hadley 1979), lahnan ja särjen (K. Nyberg, henk. koht. tiedonanto) vanhoilla ja hitaasti kasvaneilla yksilöillä on cleithrum-luusta yleensä laskettavissa enemmän ikävuosia kuin suomusta.

Riistan- ja kalantutkimuksen siikatutkimuksissa iänmäärittäykset on lähes aina tehty suomusta. Suomi osoittautui luotettavaksi iänmäärittäksen testauksessa, joka tehtiin Oulujärven siioilla (Salojärvi 1989). Eri siikakannat poikkeavat kuitenkin toisistaan, joten tulos ei välttämättä päde merialueella.

Hidaskasvuissa kaloilla suuret iänmäärittämisessä tehdyt virheet voivat johtaa huonoon kalakantojen hoitoon. Beamish & McFarlane (1995) esittivät esimerkin mintain (*Theragra chalcogramma*) kalastuksesta, jossa saaliit ovat viime vuosina pudonneet. Todennäköisenä syynä he pitivät iänmäärittästen virheellisyyttä, mikä johti väärään käsitykseen siitä, kuinka voimakasta kalastusta kanta kestä.

Rannikkoalueemme siioissa on sekä hidaskasvuista kantoja, kuten useat karisiikakannat, että nopea- ja suurikasvuista kantoja, kuten Vantaanjoen suuhun istutettava vaelsiika (Raitaniemi ym. 1996) tai Hangon seudulla tavattava karisiikakanta, Bengts-ärin siika (Kallio ja Strandberg 1992). Tämän työn iänmäärittäksiä tehtäessä merkit-

tyjä siikoja, joiden ikä tiedettäisiin varmasti, ei näistä kannoista ollut käytettävissä. Siksi suomumääritysten luotettavuutta testattiin vertaamalla neljän siikojen iästä työkseen määrittäneen henkilön määrityksiä toisiinsa. Määrittäjistä kolme määritti samojen siikojen iät erikseen myös otoliiteista. Vähäisen otoliittikokemuksen vuoksi otoliittimäärityksissä oli kuitenkin odotettavissa menetelmän outouteen liittyviä virheitä, eikä otoliiteista odotettu saatavan yksiselitteistä tulosta, jota voisi suoraan soveltaa iänmäärittäisiin. Tärkeänä pidettiin määrittäjien tutustuttamista otoliitteihin.

Iänmäärittämissä vielä kestäessä loka- marraskuussa 1996 Vantaanjoen suulta saatiin syksyllä 1992 polttomerkittyjä vaellussiikoja, jotka tiedettiin 4-vuotiaiksi (5 kasvukautta). Merkittyjä siikoja käytettiin vaellussiikanäytteen iänmäärittämisestä tarkastelussa vertailumateriaalina.

Testin määritykset tekivät Kari Hietanen, Rauno Hokki, Alpo Huhmarniemi ja Jari Raitaniemi.

Tämä tutkimus tehtiin tilaustyönä, joka liittyy Riistan- ja kalantutkimuksen Suomenlahden ja Pohjanlahden siikakantojen seurantatutkimukseen ja siinä käytettävien menetelmien tarkistamiseen. Työn rahoitukseen osallistui myös Kymen maaseutuelinkeinopiirin kalatalouden vastuualue.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Määritysvertailuun valittiin näytteet kahdesta siikakannasta, Kalajoelta peräisin olevasta hidas- ja pienikasvuisesta karisiiasta ja Vantaanjoen suuhun istutetusta nopea- ja suurikasvuisesta vaellussiiasta, joka on alkuperältään Kemijoen kantaa. Kummastakin kannasta otettiin 50 yksilön otos iänmääritysvertailuun.

Suomujen kuviot painettiin muovilevyille (5 suomua/yksilö/levy). Muovilevyille määritettäviksi suomuiksi pyrittiin valitsemaan sekä vatsasuomuja (otettu vatsaevien kärkien kohdalta) että kylkisuomuja (otettu peräevän kohdalta kylkiviivan yläpuolelta). Iänmääritys tehtiin mikrofiliinlukulaitteen tai suomunlukulaitteen avulla.

Otoliitti oli käsiteltävä määritystä varten. Vuosirenkaiden näkymisen helpottamiseksi sitä kuumennettiin, kunnes se oli väriltään tummahkon ruskea. Kuumennuksen aikana otoliitti oli liekin yläpuolella pidetyn preparointiveitsen terän lappeen päällä. Otoliitin paahtuminen on tällöin tasaisempaa kuin jos sitä pidettäisiin pinseteillä suoraan liekissä. Siian otoliitit ovat etenkin nopeakasvuisissa kannoissa usein niin hauraita, että otoliittia katkaistaessa se hajoaa useammiksi palasiksi. Murenemisen estämiseksi ja vertailun mahdollistamiseksi paahtettu otoliitti jäykistettiin hiontaa varten K. Nybergin kehittämällä tavalla: Se asetettiin muovilevyn kaistaleelle (samaa tai ohuempaa kuin suomulevyt) niin, että nukleus (ensimmäisenä kasvukautena muodostuneen otoliitin osan keskikohta ja kasvun alkupiste) oli muovin reunan kohdalla ja otoliitin paksuus pää levyn reunan ulkopuolella. Otoliitti liimattiin muovilevyyn kiinni Super epoxy-kaksikomponenttiliimalla. Liimauksessa otoliitin annettiin peittyä muovin kohdalta kokonaan liimaan. Samaa muovilevyyn liimattiin kerralla 10–20 otoliittia riviin.

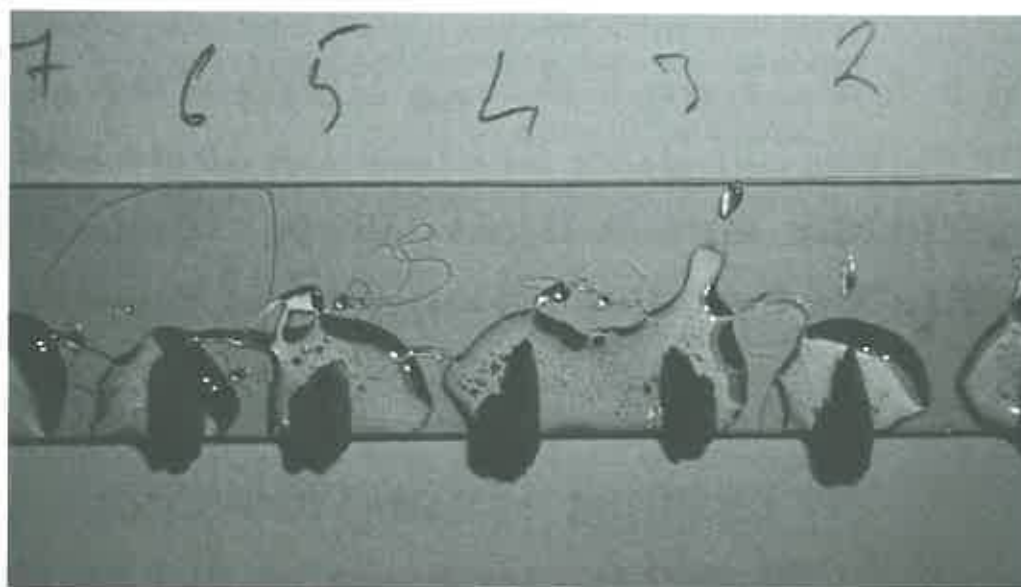
Seuraavana päivänä liima oli täysin kovettunut ja esti hauraan otoliitin lohkeamisen väärältä kohdalta käsittelyn yhteydessä. Otoliitit erotettiin toisistaan leikkaamalla muovilevystä saksilla irti kohta, jossa käsiteltävä otoliitti oli. Leikkaamisen yhteydessä tuli varoa muovin taipumista, jotta otoliittiin ei tulisi murtumia. Poikkileikkaus määritystä varten tehtiin nukleuksen kohdalle seuraavasti: Otoliitti katkaistiin saksilla (leikkauskohta lähellä saksien kärkiä) muovilevyn reunan ulkopuolelta, vähintään 0,5 mm:n päästä nukleuksesta, ja nukleuksen kohtaan hiottiin ensin karkealla, sitten hienolla vesihiomapaperilla siisti poikkileikkaus. Nukleuksen kohta löytyy varmimmin tarkastelemalla preparointimikroskoopin avulla otoliitin tasaisemman puolen kuviointia. Toinen mahdollinen tapa on se, että otoliitin päästä hiotaan hienolla puuviilalla ylimääräinen osa pois, kunnes poikkileikkauskohta on lähes nukleuksen kohdalla. Siinä poikkileikkauspinnan aikaansaamiseksi loppuosa hiotaan hienolla vesihiomapaperilla.

Ikä määritettiin preparointimikroskoopilla: Otoliitti painettiin kiinni petrimaljan pohjalle kiinnitettyyn sinitaran palaan siten, että poikkileikkauspinta oli ylöspäin. Hionnan karheus hävisi ja vuosirenkaat tulivat luettaviksi, kun poikkileikkauspinnalle ruisutettiin alkoholia tai vettä tai otoliitti upotettiin kokonaan veteen. Otoliitin pintaa valaistiin kylmävalolla.

Määrittäjillä oli käytettävissään tiedot siitä, mitä kantaa määritettävät siiat olivat. Suomu- ja otoliittipussien kylkeen oli lisäksi kirjoitettu kalan pituus ja paino. Näin pyrittiin jäljittelemään normaalia iänmääritystilannetta, jossa iänmäärittäjällä on kalan tiedot käytettävissään, ja hän joko käyttää tai on käyttämättä niitä varsinaisessa määrittämisessä. Suomu- ja otoliittipusseissa oli eri numerot ja ne oli järjestetty eri järjes-

tykseen. Määrittäjät A, B ja C määrittivät iät ensin suomusta. Kaikkien tehtyä suomumääritykset B ja C määrittivät iät otoliiteista. D määritti iät ensin otoliiteista ja sitten suomuista.

Kunkin määrittäjän suomusta ja otoliitista saamia iänmääritystuloksia verrattiin toisiinsa, samoin eri määrittäjien tuloksia verrattiin keskenään (Wilcoxonin testi, Sokal & Rohlf 1981). Iänmääritysvertailussa olleita suomuja ja otoliitteja, samoin kuin Vantaanjoen suulta syksyllä 1996 saatujen polttomerkittyjen vaellussiikojen suomuja, otoliitteja ja operculum-luita valokuvattiin yksittäisten määritysten vertailua varten.



Poltetut otoliitit jäykistettiin liimaamalla ne Super epoxy -kaksikomponenttiliimalla muovilevyn kaistaleelle.

3. IÄNMÄÄRITYSTULOKSET

Sekä hidaskasvuissa karisiioilla että nopeakasvuissa vaellussiioilla erot somu- ja otoliittimääritysten välillä olivat selviä. Sama määritystulos oli somusta ja otoliitista saatu 5–18 karisiialle 49:stä, eli parhaimmillaan runsas kolmannes määritystuloksista oli identtisiä. Vaellussiioilla identtisiä määrityksiä oli jonkun verran enemmän (taulukko 1). Samoin määrittäjien määritykset erosivat toisistaan (taulukko 2).

Taulukko 1. Somuista ja otoliiteista tehtyjen identtisten määritysten lukumäärät (yht. 49 määritystä). Määritysten erojen merkitsevyys (mediaanien erot eli tässä systemaattiset erot: Wilcoxonin testi) esitetty tähdin: ** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$; EM = ei merkitsevää eroa.

Määrittäjä	Karisiika		Vaellussiika	
	Identtisiä määrityksiä	Wilcoxonin testi	Identtisiä määrityksiä	Wilcoxonin testi
B	5	**	10	**
C	18	**	25	**
D	9	**	14	**

Taulukko 2. Identtisten määritysten lukumäärät määrittäjien A, B, C ja D välillä. Vaellussiian somuista ja karisiian otoliiteista tehtiin 49 määritystä, karisiian somuista ja vaellussiian otoliiteista 50 määritystä. Määritysten erojen merkitsevyys (mediaanien erot eli tässä systemaattiset erot: Wilcoxonin testi) esitetty tähdin: ** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$; EM = ei merkitsevää eroa.

Määrittäjä	Karisiika		Vaellussiika	
	somu	otoliitti	somu	otoliitti
A–B	21	–	15	–
Wilcoxonin testi	**		**	
A–C	22	–	6	–
Wilcoxonin testi	EM		**	
A–D	17	–	23	–
Wilcoxonin testi	**		**	
B–C	21	13	4	22
Wilcoxonin testi	*	**	**	EM
B–D	14	16	10	20
Wilcoxonin testi	**	EM	**	*
C–D	12	20	17	21
Wilcoxonin testi	*	**	**	*

3.1. Hidaskasvuisten siikojen otoliiteista vanhimmat ikäarviot

Karisiat määritettiin yleisesti otoliiteista vanhemmiksi kuin somuista (kuva 1). Vanhin karisiikojen somuista määritetty ikä oli määrittäjä B:n yhdeltä yksilöltä löytämä

yhdeksän vuotta; A ja C olivat merkinneet vanhimman suomusta määrittämänsä siian kahdeksanvuotiaaksi ja D seitsemänvuotiaaksi. Otoliitista määrittäjä B oli saanut



Pienuhko karislika (pituus 23 cm, paino 96 g) määritettiin suomusta 4–5-vuotiaaksi ja otoliitista 8–10-vuotiaaksi. Oikean iän laskemista suomusta vaikeuttaa se, että kaikki vuosirenkaat eivät ehkä näy. Otoliitissa toisaalta osa vuosirenkaista saattaa näkyä kaksinkertaisena. Yllä vasemmalla vatsasuomu, oikealla kylkisuomu ja alhaalla otoliitti.

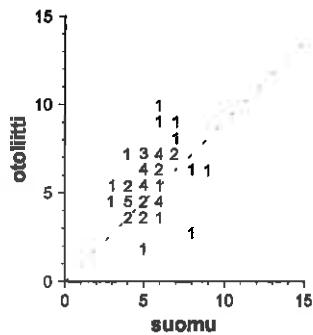


Testin vanhimmale karisialle (pituus 27,5 cm, paino 192 g) saatiin iäksi suomusta määritettynä 5–8 vuotta ja otoliitista määritettynä 10–13 vuotta. Yllä vasemmalla vatsasuomu, oikealla kylkisuomu ja alhaalla otoliitti.



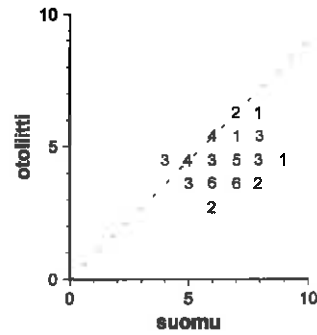
Nuorella karisiialla (pituus 26,5 cm, paino 180 g) on vanhoja kaloja helpommin laskettavissa suomusta ja otoliitista sama vuosirenkaiden määrä. Tämä yksilö määritettiin suomusta 3-, 4- tai 8-vuotiaaksi ja otoliitista 3-vuotiaaksi. Kolme ensimmäistä vuosirengasta näkyvät otoliitissa selvästi, todennäköinen 4. vuosirengas näkyy otoliitin reunassa vain heikosti. Yllä vatsasuomu ja alhaalla otoliitti.

KARISIIKA

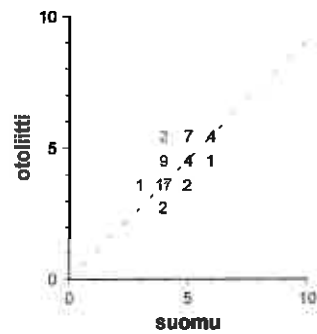
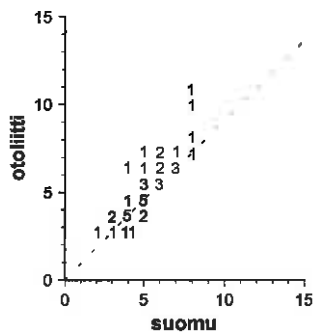


B

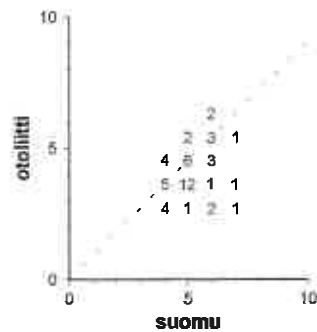
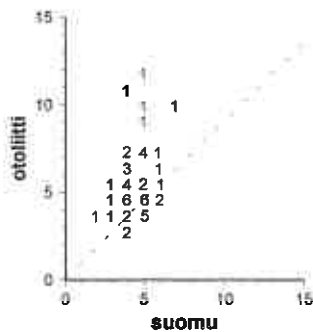
VAELLUSSIIKA



C

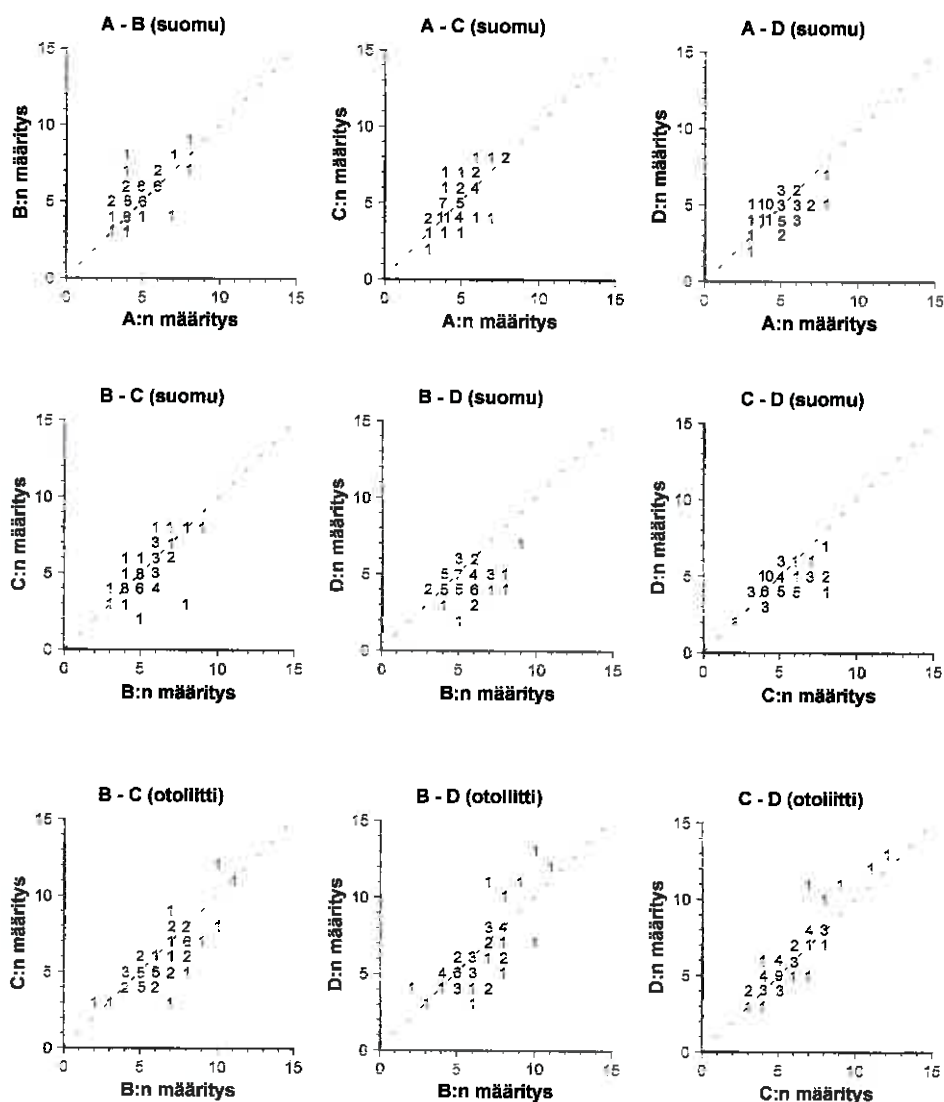


D



Kuva 1. Määrittäjien B, C ja D siikanäytteille suomusta ja otoliitista saamat ikävuodet. Koordinaatistossa olevat luvut kertovat kuinka monta päällekkäistä määrittystä kullakin kohdalla on.

vanhimman yksilön iäksi 11 vuotta, C 12 vuotta ja D 13 vuotta. Suomumäärittelyksissä selvimmän toisistaan poikkesivat määrittäjät B ja D (kuva 2). Otoliitti- ja suomumäärittelysten ero näkyi myös vanhojen ikäryhmien suurempana osuutena otoliittitulosten mukaisissa ikäjakaumissa (kuva 3). Suomumäärittelysten mukaan otoksen suurin ikäryhmä oli joko 4- tai 5-vuotiaat. Otoliittimäärittelyksistä kaikki määrittäjät saivat suurimmaksi 5-vuotiaiden ikäryhmän.

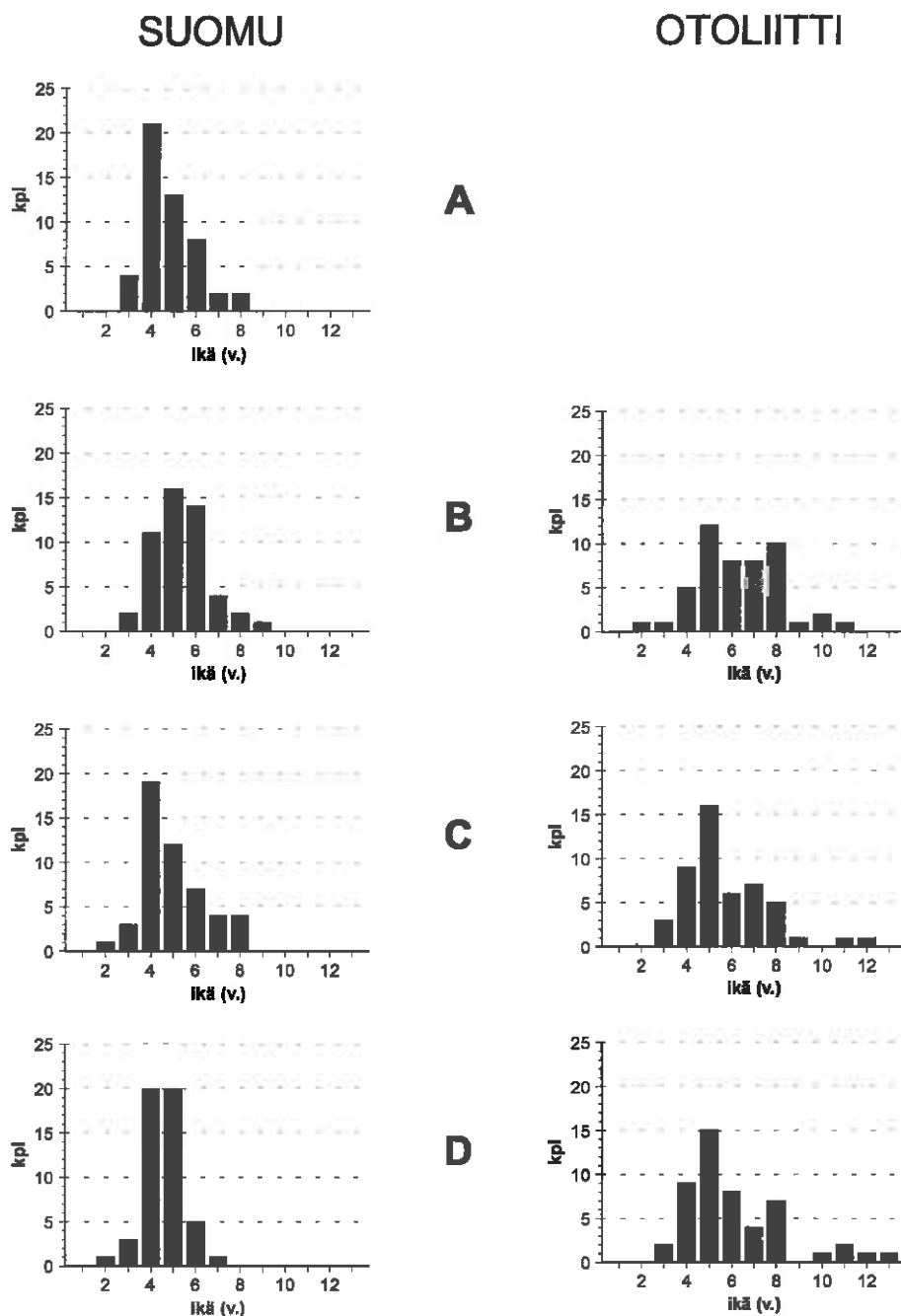


Kuva 2. Eri määrittäjien karisiikanäytteille saamat ikävuodet. Koordinaatistossa olevat luvut kertovat kuinka monta päällekkäistä määrittystä kullakin kohdalla on.

3.2. Vaellussiiat vaikeita määritettäviä hyvästä kasvusta huolimatta

Nopeakasvuisilla kaloilla suomumäärittystä eivät vaikeuta olemattoman kasvun vuoksi näkymättömiin jäävät vuosirenkaat. Siksi testin tulos, suuret erot niin eri määrittäjien kuin suomu- ja otoliittimäärittystenkin välillä oli yllättävä. Päinvastoin kuin hidaskasvuisilla karisiioilla, määrittäjien B ja D otoliittimäärittäyksistä saamissa ”ikäjakaumissa” vaellussiiat olivat keskimäärin nuorempia kuin suomujen perusteella tehdyissä jakaumissa. Toisaalta C:n suomumäärittysten perusteella kalat olivat keskimäärin hieman nuorempia kuin otoliittimäärittysten perusteella (kuva 1). Eroja määrittäisiin aiheuttivat erityisesti suomujen renkaat, joita toiset pitivät valerenkaina, toiset vuosirenkaina. Määrittäjien väliset suomumäärittysten erot olivat systemaattisia. Suurimmillaan ero oli B:n ja C:n välillä: B määrittä 45 kalaa 49:stä vanhemmaksi kuin C

(kuva 4). Määrittäjien A ja B tulosten mukaiset ja toisiaan muistuttavat ikäjakaumat erosivat selvästi etenkin C:n määrittäjästä saadusta jakaumasta (kuva 5).

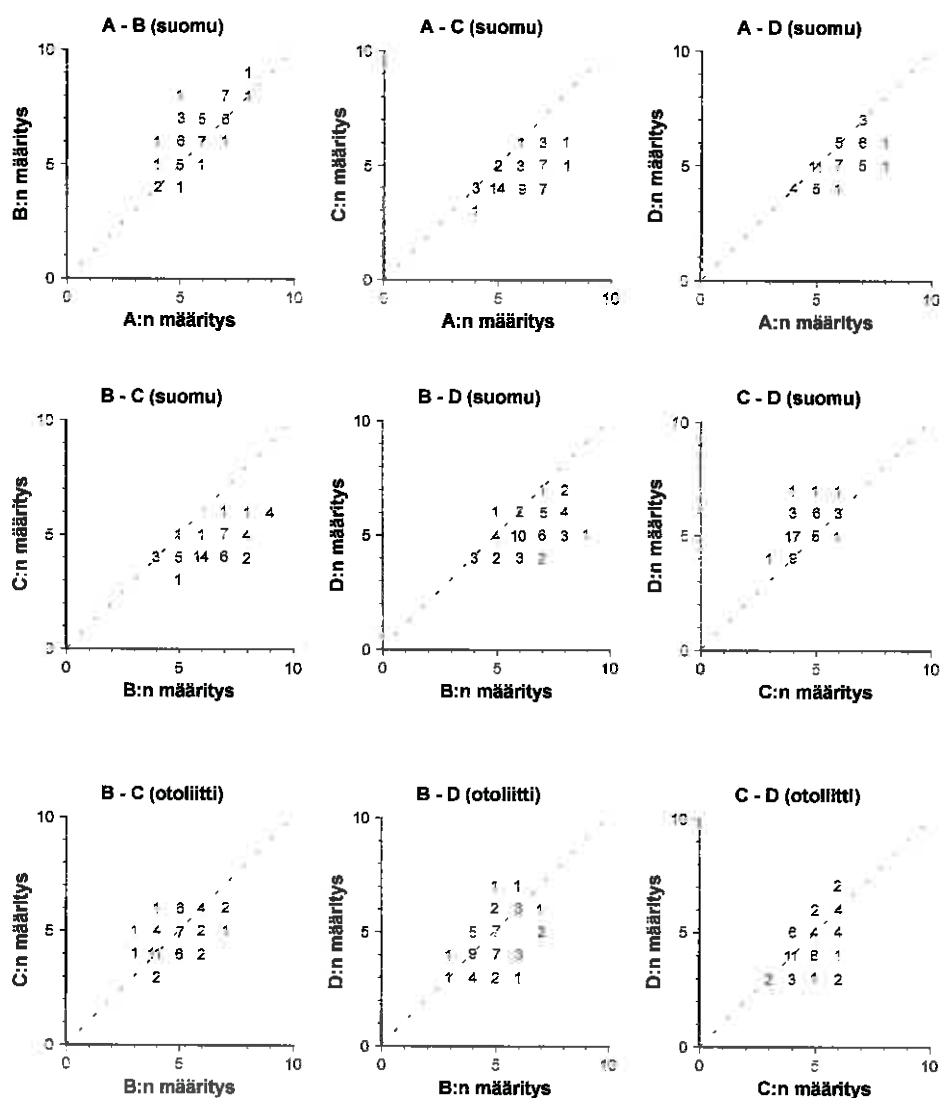


Kuva 3. Karislaan iänmäärittäytulosten mukaiset ikäjakaumat suomista ja otoliiteista.

Otoliteista tehtyjen määrittysten erot määrittäjien välillä eivät olleet yhtä systemaattisia kuin suomumäärittäyksissä (kuva 4, taulukko 2). Otoliteista saadut ikäjakaumat muistuttavat myös enemmän toisiaan, samoin C:n suomumäärittäjästä saatua ikäjakaumaa (kuva 5).

3.2.1. Polttomerkityt vaellussiiat avuksi määritysten luotettavuuden selvittämisessä

Loka-marraskuussa 1996 Vantaanjoen suulla tehdyissä sähkökalastuksissa ja Vanhankaupunginlahden verkkopyynnissä saatiin saaliiksi 24 kpl vuonna 1992 yksikesäisinä polttomerkittyjä vaellussiikoja, joiden ikä nyt pyydettyäessä oli siis neljä vuotta,



Kuva 4. Eri määrittäjien vaellussiikanäytteille saamat ikävuodet. Koordinaatissa olevat luvut kertovat kuinka monta päällekkäistä määrittystä kullakin kohdalla on.

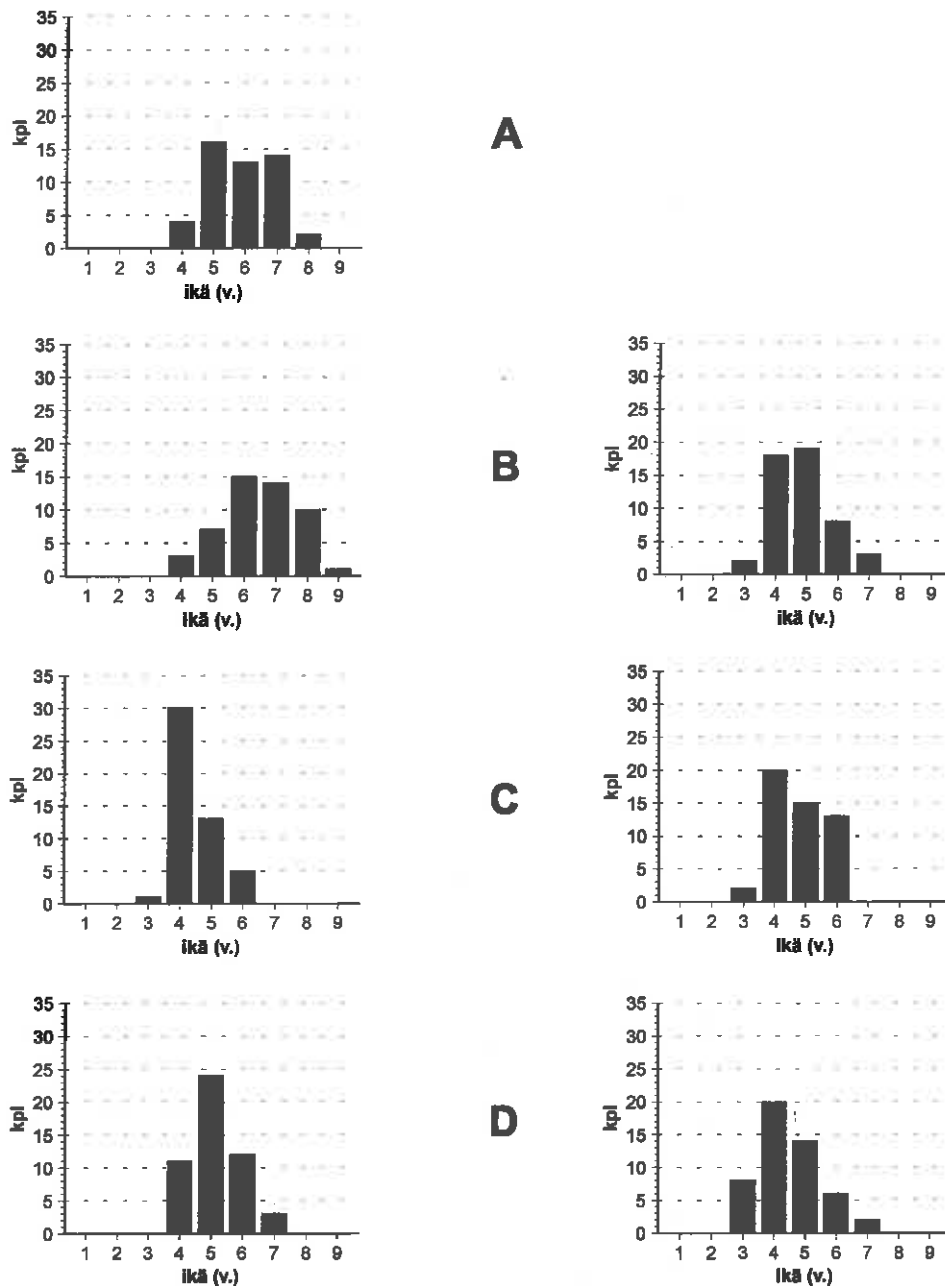
eli niillä oli takanaan viisi kasvukautta. Siit olivat kaikki koiraita, 40–48 cm:n pituisia (keskipituus 43 cm) ja painoivat vajaasta 500 grammasta runsaaseen 1 000 grammaan (keskipaino 635 g), eli niiden kasvu oli ollut nopeaa.

Ensimmäisenä saadusta merkitystä vaellussiasta otettiin näytteeksi vatsa- ja kylki-suomuja, otoliitit sekä lisäksi operculum ja cleithrum. Cleithrumista luovuttiin sittemmin, koska se oli operculumia heikompi iänmäärityksessä ja hankalampi ottaa kalasta ja puhdistaa. Sen sijaan operculum osoittautui merkittyjen vaellussiikojen iänmäärityksessä selvästi sekä vatsa- että kylkisuomua paremmaksi ja parhaimmillaan jopa otoliittiakin selvemmäksi. Lisäksi takautuva kasvunmääritys on helppo tehdä operculumista, jonka muoto on säännöllinen ja vähän vaihteleva toisin kuin suomuilta. Operculumin suurin vaikeus on ensimmäisen vuoden erottaminen, joka toisinaan

on hankalaa tai lähes mahdotonta. Tällöin arvio ensimmäistä selvästi näkyvää vuosirengasta vastaavasta kalan pituudesta paljastaa puuttuvan renkaan, olettaen, että siika ei ole ensimmäisen kesänsä jälkeen ollut 20–25 cm:n mittainen. Kaikilla merkityillä yksilöillä toinen vuosirengas näkyi operculumissa selvästi.

SUOMU

OTOLIITTI



Kuva 5. Vaellussiian iänmääritystulosten mukaiset ikäjakaumat suomuista ja otoliiteista.

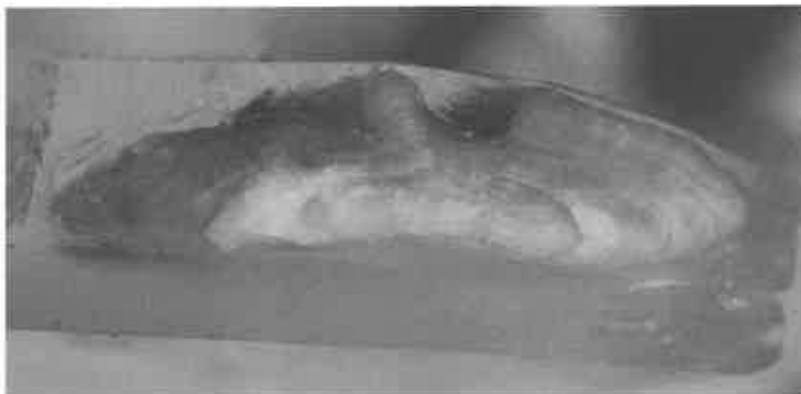
Otoliittien käyttökelpoisuudesta määrittämissä kertoo se, että määrittäjien vähäisestä otoliittikokemuksesta huolimatta he pääsivät otoliittimäärittämisessä suomumäärittäjiä yhdenmukaisempiin tuloksiin. Määrittäjän C suomutulokset olivat muista poiketen lähellä otoliittituloksia. Vaellussiikojen osalta C:n suomutulokset ja kaikkien otoliittitulokset sopivat myös paremmin yhteen merkityistä sioista saadun tiedon kanssa. Otoliiteissa vuoden heittoja puoleen tai toiseen lieene aiheuttanut etenkin epätietoisuus ensimmäisen vuosirengas sijainnista ja vuosirengas erottaminen nukleuksen rengaskuvioista.

Toisaalta uloimman tai uloimpien vuosirenkaiden erottaminen on vaikeata etenkin kokemattomalle otoliitista määrittäjälle, koska paahtamisen yhteydessä sisimmät renkaat tummuvat voimakkaasti ja uloimmat heikosti. Uloin rengas jää joskus vaaleaksi ja vain heikosti erottuvaksi.

Merkittyjen siikojen otoliiteissa oli joissakin tapauksissa valerenkaita, mutta ne poikkesivat tavalla tai toisella, yleensä epäsäännöllisyytensä vuoksi vuosirenkaista. Toisaalta karisiikojen otoliiteista saatiin viitteitä myös vaikeammin erotettavista valerenkaista tilanteissa, joissa yksi vuosirengas näkyy otoliitissa kahtena melko lähekkäisenä renkaana ja kaikki renkaat ovat hitaan kasvun vuoksi lähekkäin. Myös renkaiden suuntainen otoliitin lohkeama voi näyttää vuosirenkaalta.



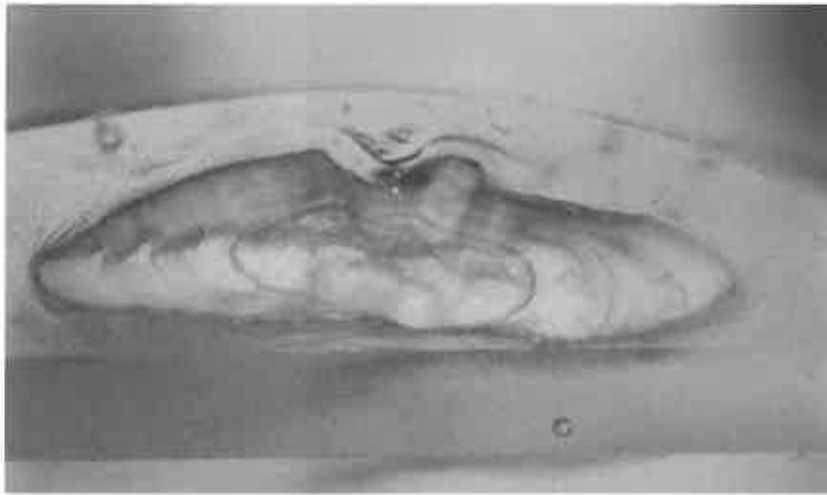
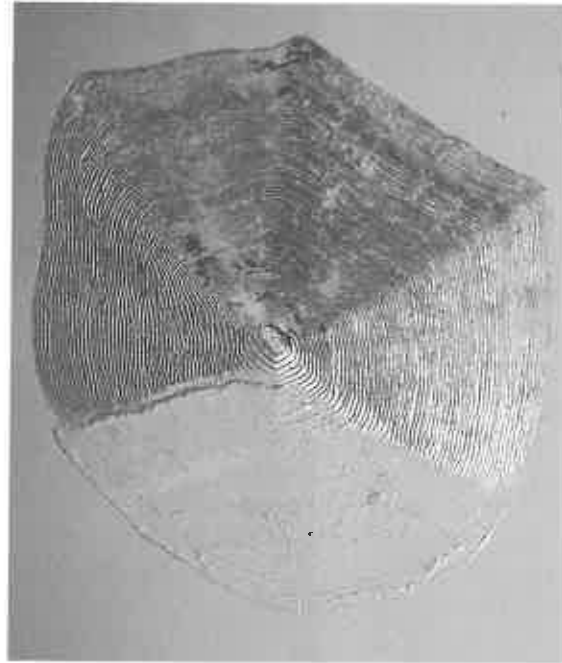
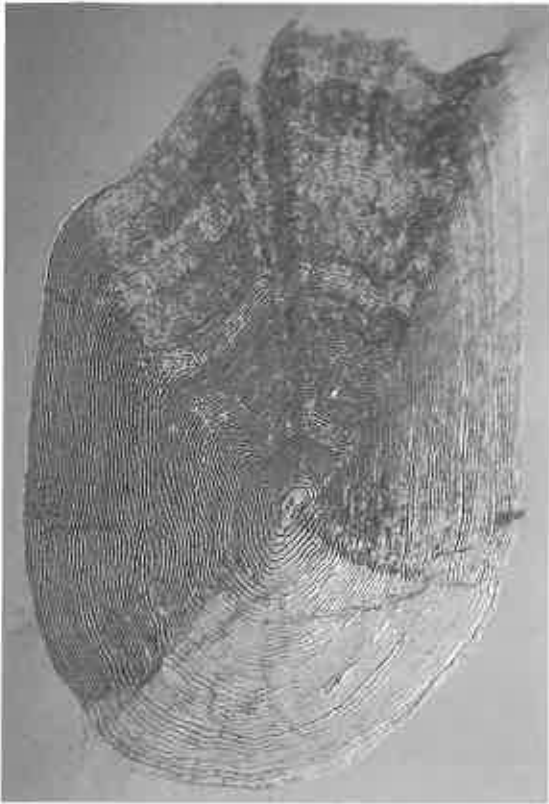
Tämä vaellussiika (pituus 44 cm, paino 750 g) oli määritetty suomusta 4–7-vuotiaaksi ja otoliitista 4–5-vuotiaaksi. Yllä vasemmalla vatsasuomu, oikealla kylkisuomu ja alhaalla otoliitti. Vertaa kuviin polttomerkittyjen siikojen suomuista ja otoliiteista.



Lähes puolentoista kilon painoisen vaellussiian (pituus 52 cm, paino 1450 g) iäksi oli määritetty suomusta 6–8 vuotta ja otoliitista 5–6 vuotta. Yllä vatsasuomu ja alhaalla otoliitti.



Polttomerkitystä ja 4-vuotiaaksi (5-kesäiseksi) tiedetystä vaellussiasta (pituus 40,3 cm, paino 580 g) otettiin suomujen ja otoliittien ohella operculum, joka osoittautui helppolukuiseksi. Yllä vasemmalla vatsasuomu, yllä oikealla kylkisuomu, alla vasemmalla otoliitti ja alla oikealla operculum.



Polttomerkityn, 4-vuotiaan vaellussillan (pituus 42,3 cm, paino 570 g) suomulissa on hieman vuosirenkaita heikompi valerengas I ja II vuosirenkaan välissä ja vatsasuomussa myös II ja III vuosirenkaan välissä. Viimeinen vuosirengas näkyy otoliitissa vain heikohkosti ja vaati määrittäjältä tarkkuutta. Ensimmäinen vuosirengas jää operculumissa toisinaan jopa näkymättömäksi, tällä yksilöllä se näkyy multa vuosirenkaita heikemmin. Yllä vasemmalla vatsasuomu, yllä oikealla kylkisuomu, alla vasemmalla otoliitti ja alla oikealla operculum.



Huolimatta siitä, että polttomerkittyjen siikojen (ikä 4+) otoliitit olivat suomuja selkeämpiä, jotkut vuosirenkaat saattoivat näkyä kaksinkertaisena (kaksi ylintä kuvaa). Varsinaisten vuosirenkaiden välissä oli joillakin yksilöillä valerenkaita, jotka jäivät vuosirenkaita vajaammiksi (kolmanneksi alin kuva). Otoliitin polttamisesta huolimatta uloimman vuosirenkaan havaitseminen saattaa olla hyvin vaikeata (alin kuva).

4. MÄÄRITYKSET ENTISTÄ VARMEMMIKSI

4.1. Merkityt kalat ja iänmäärityksen luotettavuus

Merkityistä sioista saatujen somu- ja otoliittinäytteiden ja iänmääritystestien perusteella näyttää selvältä, että ainakin Vantaanjoen vaellussiikojen somuissa on runsaasti valerenkaita, joita kokeneidenkin somumäärittäjien on vaikea tunnistaa perehtymättä tämän siikakannan somujen vuosi- ja valerenkaisiin. Perehtyminen somuihin ilman näyttöä todellisesta kasvusta voi johtaa väärään käsitykseen vuosirenkaiden synnystä ja edelleen systemaattisesti toistuviin virheisiin iänmäärityksessä.

Selvät erot niin karisiikojen kuin vaellussiikojenkin somu- ja otoliittimääritysten tuloksissa merkitsevät sitä, että luotettavia määritystuloksia voidaan saada siikakannasta vasta sitten, kun määrittäjillä on käytettävissään näytteitä esim. kuono- tai polttomerkityistä yksilöistä, joiden ikä tiedetään varmasti. Tosin Itämeren olosuhteet poikkeavat järvistä, joiden sioilla iänmääritys lienee usein merisiikojia helpompaa (esim. Salojärvi 1989).

Kalakannan ikärakenne ja kasvu ovat perustietoja, joihin kalakanta-arviot pohjautuvat. Siksi iänmääritysten luotettavuusvaatimus yksinään on riittävä peruste kalojen merkinnälle. Merkintä ei saa vaikuttaa kalojen kasvuun (Casselman 1987). Jo 20 %:ssa iänmäärityksistä oleva virhe saattaa vaikuttaa tuloksista saatavaan ikäjakaumaan niin, että suuri vuosiluokka ei erotu tai keskivahva vuosiluokka tulkitaan vahvaksi tai heikoksi (Raitaniemi ym. käsikirjoitus).

Hidaskasvuisten karisiikojenkin iänmäärityksen luotettavuutta voitaneen pitkällä aikavälillä parantaa mahdollisimman pienenä pyydettyjen tai 1-kesäisinä istutettavien kalojen merkinnän avulla. Vantaanjoen suulle istutetun vaellussiikakannan iänmääritysongelmat ovat ratkaistavissa vuonna 1992 polttomerkityistä sioista saatujen ja jatkossa kertyvien näytteiden pohjalta. Määrittäjän erikoistuminen tiettyihin kantoihin on eduksi, koska iänmääritys ko. henkilölle ennen tuntemattomasta populaatiosta vaatii aina uuden perehtymisen. Jos mahdollista, perehtymisessä tulee käyttää apuna merkittyjä kaloja kyseisestä kannasta. Merkityillä kaloilla tehtyjen määritystestien avulla voidaan myös selvittää virheprosentin suuruutta ja virheiden vaikutusta ikäjakaumaan.

4.2. Somu, otoliitti, operculum – usean menetelmän käyttö rinnan parantaa määritystulosta

Merkityn siikanäytemateriaalin saamisen jälkeenkin iänmääritysten luotettavuutta voidaan parantaa käyttämällä määrityksessä somun ohella muita kalan kovia osia. Usean rinnakkaisen menetelmän käyttöä iänmäärityksissä ovat suositelleet mm. Bagenal ja Tesch (1978), ja pohjoismaisessa siikojen iänmääritysverailussa (Raitaniemi ym. käsikirjoitus) päädyttiin samaan.

Pelkkä somumateriaalin käyttö määrityksissä on perusteltua vain, kun siikakanta tunnetaan hyvin ennestään, ja merkityn siikamateriaalin tai muun varmistustavan perusteella tiedetään, että somujen renkaita osataan lukea oikein (vrt. Salojärvi

1989). Kahden eri määrittäjän suomuista saama yhtenevä tulos ei kuitenkaan ole riittävä kontrolloikeino, koska määrittäjät voivat esim. hidaskasvuisilla kaloilla määrittää iän suomuista samalla tavalla väärin ja jättää useita vuosia huomaamatta.

Otoliittien ottaminen ja käsittely määrittystä varten vie selvästi enemmän aikaa kuin pelkkä suomujen otto ja painaminen muovilevyille. Tutkimuksen kannalta on kuitenkin tärkeämpää, että käytettävissä on luotettavia määrittystietoja ehkä aiempaa pienemmistä otoksista, kuin että tehtyjä määrittäyksiä on paljon, mutta niiden tuloksiin ei voida luottaa.

4.2.1. Karisiika

Hidaskasvuisilla siioilla luotettava (tai ainakin paras mahdollinen) iänmäärittäminen lienee etenkin kalojen iän kartuttua tehtävissä vain otoliitista, koska somu ei enää kasva eikä uusia vuosirenkaita synny, tai renkaat jäävät epäselviksi (vertaa Barnes & Power 1984, Raitaniemi ym. käsikirjoitus).

Karisiikojen merkinnän avulla voitaisiin jo piankin saada tietoa siitä, miten muutaman vuoden ikäisten kalojen suomua ja otoliittia pitäisi tulkita. Tärkeitä ovat myös tiedot siitä, kuinka tarkasti oikea ikä yleensä on määritettävissä, minkä kokoisella ja ikäisellä siialla suomua voi vielä pitää riittävän tarkkana ja kuinka tarkasti vanhojen kalojen ikä voidaan määrittää otoliitista. Lyhyellä aikavälillä suuntaa antavaa apua näihin kysymyksiin voisi löytyä muista aineistoista, joissa on esim. kuonumerkittyjä mieluummin yli kymmenvuotiaitakin siikoja, joista on käytettävissä sekä somu että otoliitti.

4.2.2. Vaellussiika

Nopeakasvuisissa siikakannoissa myös operculum, joka on osoittautunut hyväksi paitsi Vantaanjoen vaellussiioilla, myös Lappajärven ja Evijärven planktonsiioilla (Raitaniemi ym. 1995), lienee käyttökelpoinen iän ja kasvun määrittämisessä. Hidaskasvuisilla kannoilla operculum saattaa olla vaikealukuinen (Raitaniemi ym. käsikirjoitus). Takautuvassa kasvunmäärittämisessä, jossa käytetään hyväksi luotuneen osan säteen ja kalan pituuden suhdetta, operculumin säännöllinen muoto on lisäksi etu verrattuna somuun, joka toisin kuin yleensä tapahtuu, pitäisi ottaa aina tarkasti samasta paikasta, eli sama somu joka kalasta (Bagenal ja Tesch 1978). Vaihteleva somun muoto aiheuttaa helposti suurta hajontaa somun säteen ja kalan pituuden suhteeseen.

Merkityistä vaellussiioista tähän mennessä saadun tiedon perusteella vaellussiian iänmäärittäytulokset saadaan riittävän luotettaviksi, kun ainakin osasta siikoja otetaan sekä somunäyte, operculum että otoliitit. Ikä on helpointa määrittää operculumista käyttäen tarpeen mukaan apuna otoliittia ja suomua. Operculumista myös takautuva kasvunmäärittäminen voidaan tehdä suomua tarkemmin ja nopeammin. Vantaanjoen suulta sähkökalastetuista vaellussiioista suurin osa palautetaan elävinä takaisin, joten niistä voidaan ottaa vain somunäyte. Siksi on suositeltavaa ottaa erikseen siikanäyte, esim. 100 yksilöä, joista otetaan talteen suomujen ohella operculum ja otoliitit. Tästä siikanäytteestä tehdään kasvunmäärittäminen, ja näitä näytteitä käytetään apuna oikeaan suomujen tulkintaan pääsemiseksi.

4.3. Johtopäätökset ja suositukset

- 1) Suomusta ainoastaan tehty iänmääritys on merialueen siioilla epäluotettava, mitä osoittavat mm. määrittäjäkohtaiset erot tuloksissa.
- 2) Hidaskasvuissa ja iäkkäillä siioilla (karisiika) suomusta tehty määrittäminen pääsääntöisesti aliarvioi iän ja nopeakasvuissa vaellussiioilla helposti yliarvioi sen valerenkaiden vuoksi.
- 3) Karisiikojen iänmääritykseen soveltuu parhaiten otoliitti ja vaellussiikojen iänmääritykseen operculum ja otoliitti. Jos näitä ei ole mahdollista ottaa koko aineistosta, on suomumääritysten tukena oltava noin 100 kalan aineisto, josta on otettu suomujen lisäksi otoliitit ja vaellussiioilta myös operculum.
- 4) Merkinnät ovat käytännössä ainoa tapa iänmäärityskäytännön oikeellisuuden varmistamiseksi.
- 5) Määrittäjien erikoistuminen tiettyihin populaatioihin on määrittämisen oikeellisuuden kannalta eduksi.

Kiitokset

Alpo Huhmarniemi, Kari Hietanen ja Rauno Hokki mahdollistivat määrittäjänä tämän työn tekemisen. Outi Heikinheimolla oli keskeinen osa hankittaessa tutkimukseen rahoitusta, joka saatiin Riistan- ja kalantutkimuksesta ja Kymen maaseutuelinkeinopiirin kalatalouden vastuualueelta. Outi Heikinheimo, Rauno Hokki, Kari Nyberg, Raimo Parmanne ja Lauri Urho antoivat arvokkaita kommentteja tekstiin.

KIRJALLISUUS

- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978. Age and growth. Teoksessa: Bagenal, T. (toim.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell, Oxford. s. 101-136.
- Barnes, M.A. & Power, G. 1984. A comparison of otolith and scale ages for western Labrador lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. Environmental Biology of Fishes 10. s. 297-299.
- Beamish, R.J. & McFarlane, G.A. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. Transactions of the American Society 112. s. 735-743.
- Beamish, R.J. & McFarlane, G.A. 1995. A discussion of the importance of aging errors, and an application to walleye pollock: The world's largest fishery. Teoksessa: Secor, D.H., Dean, J.M. & Campana S.E. (toim.). Recent developments in fish otolith research. The Belle W. Baruch Library in marine science number 19. The University of South Carolina Press. s. 545-565.
- Boehlert G.W. & Yoklavich M.M. 1984. Variability in age estimates in *Sebastes* as a function of methodology, different readers, and different laboratories. Californian Fish and Game 70, s. 210-224.
- Casselman, J.M. 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures—techniques and tools. Teoksessa: Prince, E.D. & Pulos, L.M. (toim.). Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: Tunas, billfishes, and sharks. NOAA Technical Report NMFS 8, s. 1-17.
- Casselman, J.M. 1987. Determination of age and growth. Teoksessa: Weatherley, A.H. & Gill, H.S., eds. The biology of fish growth. Academic Press, London. s. 209-242.
- Francis, R.I.C.C. 1995. The analysis of otolith data — a mathematician's perspective (What, precisely, is your model?). Teoksessa: Secor, D.H., Dean, J.M. & Campana S.E., eds. Recent developments in fish otolith research. The Belle W. Baruch Library in marine science number 19. The University of South Carolina Press. s. 81-95.
- Harrison, E.J. & Hadley, W.F. 1979. A comparison of the use of cleithra to the use of scales for age and growth studies. Transactions of the American Fisheries Society 108, s. 452-456.
- Jonsson, B. 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout, *Salmo trutta* L. Norw. J. Zool. 24, s. 295-301.
- Kallio, M. & Strandberg, H. 1992. Hangon kalastusalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Hangon kalastusalue. 31 s.
- Le Cren, E.D. 1947. The determination of age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. Journal of Animal Ecology 16, s. 188-204.
- Mann, R.H.K. & Steinmetz, B. 1985. On the accuracy of age-determination using scales from rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (L.), of known age. Journal of Fish Biology 26, s. 621-628.

Raitaniemi, J., Bergstrand, E., Flöystad, L., Hokki, R., Kleiven, E., Rask, M., Reizenstein, M., Saksgård, R., & Ångström, C. The reliability of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) age determination — differences between methods and between readers. Käsikirjoitus.

Raitaniemi, J., Heikinheimo, O. & Miinalainen 1995. Siika- ja järvitaimenistutusten tuloksellisuus ja ehdotus velvoitehoidon kehittämiseksi. Lappajärvessä ja Evijärvessä. Velvoiteistutusten vaikutusten tarkkailututkimuksen loppuraportti. Kala- ja riistaraportteja no. 39, 74 s. +9 l.

Raitaniemi, J., Heikinheimo, O. & Mikkola, J. 1996. Vaellussiika—Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala. Kalatutkimuksia—Fiskundersökningar no. 105, 28 s.

Salojärvi, K. 1989. Validity of scale ages determined for whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) checked by microtagging in lake Oulujärvi, Northern Finland. Aqua Fennica 19, s. 119-122.

Sikström, C.B. 1983. Otolith, pectoral fin ray, and scale age determinations for arctic grayling. Prog. Fish-Cult. 45, s. 220-223.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1981. Biometry. Second edition. W.H. Freeman and company, New York. 859 s.

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

88. MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSLAINEN, 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 tillsinki 1995.

91. VEHANEN, T.:

Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset.

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

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

Muikun talvinuottoaus ja muikkukannat Kuusamossa

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

93. URHO, L.:

Kalatäit kalojen terveysriskinä.

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

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

Lohikalajien paisetauti ja sen torjunta. Kirjallisuuskatsaus

(Furunkulos hos laxfiskar och bekämpning av den. Litteraturöversikt). (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 meritaimen istutustutkimukset Kiiminkijoen

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

(Öringsunglens födoätningsvanor i Kuusinkijoki i Kuusamo) (Diet composition and prey preferences of juvenile brown trout in the river Kuusinkijoki). 32 s. + 3 liit. 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.

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

SALMINEN, A., MUTENIA, A.:

Ammatti- ja luontaiselinkeinokalastuksen kannattavuus Lokan tekojärvellä vuosina 1989-1991.
(Yrkes- och naturnäringens fiskets 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 - litteraturoversikt) (The Effects of Eutrophication on Fishes, Fish Stocks and Fisheries - A Literature Review). 66 s. Helsinki 1996.

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

Henkiin herätetty lohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

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

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

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

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

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

Taimenen ja kotiutetun puronieriän 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 vesistöalueelle vuosina 1979 — 1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset

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

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

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-raked Whitefish from Lake Inari: Results from Stocking). Erno Salonen (toim.), 90 s. Helsinki 1996

114. SALMINEN, M.:

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa

(Utplanteringsålderns och -storleken 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 PURSIAINEN, M.

Viihtyykö vieras kala Oulujärvessä? Taimenkantojen ja järvilohen soveltuvuus Oulujärven

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

120. JOKIKOKKO, E.

Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä. (Förutsättningar för förökning av siklöja och sik i

Bottenviken) (The breeding potential of whitefish and vendace in Bothnian Bay). 32 s. Helsinki 1997

