

Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen (toim.)

Kalakantojen monimuotoisuuden hoito

Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 96

1995

Kalakantojen monimuotoisuuden hoito

Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät

Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen (toim)

Helsinki 1995

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kansi: Emolohipyynti Simossa (Viljo Nylund)

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

ISBN 951-776-018-3

ISSN 0787-8478

Painatuskeskus Oy

Helsinki 1995

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

KUVAILULEHTI

Julkaisu-aika

Syyskuu 1995

Tekijä(t)

Petri Heinimaa ja Keijo Juntunen (toim.)

Julkaisun nimi

Kalakantojen monimuotoisuuden hoito, Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät

Julkasun laji

Toimeksiantaja

Toimeksiantopäivämäärä

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Projektin nimi ja numero

Tiivistelmä

Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät, Kalakantojen monimuotoisuuden hoito.

Torniossa 28.3.1995 pidettyjen valtion kalanviljelyn neuvottelupäivien teemana oli kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Päivien esitelmissä tarkasteltiin Rion sopimuksen ja EU:n elinympäristödirektiivien merkitystä ja vaikutuksia Suomen kalakantojen hoitoon ja valtion kalanviljelyyn.

Valtion kalanviljelyn yksi keskeinen tapa säilyttää monimuotoisuutta on emokalanviljely. Esitelmissä tarkasteltiin emokalaparvien perustamisen periaatteita ja käytännön toimia. Suomen lohikantoja käytettiin esimerkkinä kalakantojen monimuotoisuuden säilyttämistarpeesta. Tarkasteltavana olivat myös kalakantojen monimuotoisuuden arvioinnissa käytetyt vakiintuneet menetelmät ja mahdolliset uudet menetelmät.

Huolimatta siitä, että valtion kalanviljelyllä ja yksityisillä poikastuotantolaitoksilla on käytössään useita eri kantoja tärkeimmistä istutuslajeista, ei kalakantojen monimuotoisuuden hoito aina käytännössä toteudu istutuksissa. Erityisesti kalakantojen käyttöä koskevissa valta- ja vastuusuhteissa sekä kalakantojen käytön ohjaamisessa nähtiin parantamisen varaa.

Asiasanat

Biodiversiteti, monimuotoisuus, emokalasto, kalakanta, kala

Sarjan nimi ja numero

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 96

ISBN

951-776-018-3

ISSN

0787-8478

Sivumäärä

40 s.

Kieli

Suomi

Hinta

50 Mk

Luottamuksellisuus

Julkinen

Myynti

Painatuskeskus Oy

Valtikka

Annankatu 44

00100 Helsinki

Puh. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

PL 202

00151 Helsinki

Puh. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

September

Författare

Petri Heinimaa och Keijo Juntunen

*Publikationens namn***Vården av mångfaldiga fiskstammarna, Statens XIX fiskodlingskonferens***Typ av publikation**Uppdragsgivare**Datum för uppdragsgivandet*

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

*Projektnamn och -nummer**Referat*

Statens XIX fiskodlingskonferens, Vården av mångfaldiga fiskstammarna.

Tema för statens fiskodlingars årliga rådplägningsdagar, som anordnades i Torneå den 28.3.1995, var vården av mångfaldiga fiskstammarna. I föredragen behandlades bl a hur Rio-deklarationen och EU:s livsmiljödirektiv inverkar på skötseln av den finska fiskstammar och vilken betydelse dessa har för de statliga fiskodlingarna.

En av de centralaste metoderna för statens fiskodlingar att väna om fiskstammas mångfald är odlingen av moderfiskar. I föredragen granskades principerna för grundandet av moderfiskstammar och hur detta går till i praktiken. De finska laxstammarna användes som exempel på behovet av att slå vakt om mångfalden. Vidare analyserade föredragshållarna såväl de traditionella som eventuella nya metoder som används för att utvärdera fiskstammarnas diversitet.

Trots att statens fiskodlingar och de privata anläggningar som producerar yngel har tillgång till ett flertal olika stammar av de fiskarter som huvudsakligen utplanteras, kan man inte utgå från att fiskbeståndets mångfald alltid kan garanteras genom utplantering. Särskilt hoppades man på en förbättring av ansvars- och maktfördelningen i samband med utnyttjande av fiskbeståndet samt hur fiskstammarna utnyttjas.

Nyckelord

Biodiversitet, mångfald, moderfiskar, fiskstam/bestånd, fisk

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 96

ISBN

951-776-018-3

ISSN

0787-8478

Sidoantal

40 s.

Språk

Finska

Pris

50 FM

Sekretessgrad

Offentlig

Förstäljning

Tryckericentralen Ab

Valtikka

Annegatan 44

00100 Helsingfors

Tel. (90) 566 0566 Fax (90) 566 0570

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

PB 202

00151 Helsinki

Tel. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

September 1995

Author(s)

Petri Heinimaa and Keijo Juntunen (eds.)

Title of Publication

Managing the Biodiversity of Fish, State fish culture conference, No. XIX

Type of Publication

Commissioned by

Date of Research Contract

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Title and Number of Project

Abstract

State fish culture conference, No. XIX: Managing the Biodiversity of Fish.

The main theme of the meeting in Tornio, March 28th 1995, was the management of the biodiversity of fish stocks. The lectures reviewed the significance and effects of the Rio agreement as well as the environmental directives of the EU on fisheries management and State fish culturing in Finland.

In order to maintain biodiversity, one central strategy of the State fish culture is to breed brood fish. The principles and practices in establishing brood stocks were discussed. Salmon stocks in Finland were used as an example of the necessity of maintaining the diversity of fish populations. The customary practices and possible new methods in the evaluation of biodiversity of fish populations were also discussed.

Despite the availability of many different brood stocks of the main brood fish species in the State fish culture and in private fry production, the management of biodiversity is not always realized in the stocking of fish. Room for improvement was seen in determining the areas of responsibility and in guiding the usage of fish stocks.

Key words

Biodiversity, brood fish stock, fish population, fish

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 96

ISBN

951-776-018-3

ISSN

0787-8478

Pages

40 p.

Language

Finnish

Price

50 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Painatuskeskus Oy

Valtikka

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 202

FIN-00151 Helsinki, Finland

Phone +358 0 228 811 Fax +358 0 631 513

SISÄLTÖ:

KALAKANTOJEN MONIMUOTOISUUS JA VALTION KALANVILJELY

Kai Westman.....1

KALAKANTOJEN SÄILYTTÄMINEN JA EMOKALASTOJEN GENEETTINEN HOITO

Jorma Piironen.....6

EMOKALASTON PERUSTAMINEN

Markku Vaajala.....17

SUOMEN LOHIKANTOJEN SÄILYTTÄMINEN

Marja-Liisa Koljonen.....22

KALAKANTOJEN MONIPUOLISUUDEN SÄILYMISEN ARVIOINTI

Jaakko Lumme.....30

KALAKANTOJEN KÄYTTÖ KALAVESIEN HOIDOSSA

Jukka Nyrönen.....34

KALAKANTOJEN MONIMUOTOISUUS JA VALTION KALANVILJELY

KAI WESTMAN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos; vesiviljelyn tulosityksikkö, PL 202, 00151 Helsinki

Biodiversiteetillä tarkoitetaan biologista monimuotoisuutta eli eliöiden välistä tai sisäistä vaihtelevuutta. Vaikka biodiversiteetistä on puhuttu jo pitkään on aihepiiri tullut aivan uudella tavalla ajankohtaiseksi vuonna 1992 Rio de Janeirossa pidetyn YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssin ansiosta, jossa lähes kaikki osanottajavaltiot Suomi mukaanlukien allekirjoittivat biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen, ns. Rion sopimuksen. Sopimus tähtää maapallon luonnon monimuotoisuuden suojeluun mutta samalla myös niiden kestävään käyttöön mikä on esim. kalatalouden kannalta tärkeä näkökohta. Rion kokouksen keskeisenä lähtökohtana oli lisääntyvä huoli ihmistoiminnasta johtuvasta luonnon monimuotoisuuden tuhoutumisesta ja lisääntyvä tietoisuus luonnonvarojen ja niiden uusiutumiskyvyn rajallisuudesta. Sopimuksella pyritäänkin ennen kaikkea pysäyttämään ihmisen aiheuttama luonnon monimuotoisuuden tuhoutuminen.

Rion sopimus ei ole jäänyt pelkästään juhlalliseksi julistukseksi. Se tuli kansainvälisesti voimaan 29.12.1993 ja sopimuksen periaatteet näkyvät mm. YK:n Merioikeusyleissopimuksessa ja EU:n luonnonsuojeluhallinnon tavoitteissa sekä kalastusdirektiivissä, jonka mukaan "Yhteisen kalastuspolitiikan yhteinen tavoite on elollisten merellisten luonnonvarojen suojelu ja säilyttäminen sekä niiden järjestyksellisen ja kestävästi hyväksikäytön säätely ja kehysten luominen kalavarojen säilymiselle ja suojelulle".

EU:n elinympäristö- ja kalastusdirektiivien lisäksi Rion sopimus ja konferenssissa hyväksytty toimintaohjelma (Agenda 21) asettavat kullekin valtiolle myös suoraan velvoitteen huolehtia omien tyypillisimpien luonnonvarojensa säilymisestä. Suomella, joka ratifioi Rion sopimuksen 15.7.1994, on siten selkeä vastuu sekä suomalaisen alkuperäisluonnon säilymisestä että taloudellisesti hyödynnettävistä luonnonvaroista ja niiden kestävästä käytöstä. Sopimuksen tavoitteet onkin jo sisällytetty maa- ja metsätalousministeriön toiminta-ajatukseen, jossa mm. todetaan ministeriön tehtävänä olevan "luoda edellytykset uusiutuvien luonnonvarojen kestävälle ja monipuoliselle käytölle". Sama tavoite on tuotu esiin myös RKTL:n toiminta-ajatuksessa.

Mitä Rion sopimuksella ja EU:n direktiiveillä on tekemistä RKTL:n hoitaman valtion kalanviljelyn kanssa? Rion sopimuksen tavoite luonnon monimuotoisuuden säilyttämisestä on varsin samansuuntainen valtion kalanviljelyn erään keskeisen tehtävän kanssa, joka on jo 1960-luvun lopulta lähtien ollut uhanalaisten arvokalojen säilyttäminen. Tämä on myös tuotu esille lukuisissa valtioneuvoston ja maa- ja metsätalousministeriön asettamissa mm. valtion kalanviljelyä käsittelevien komiteoiden, toimikuntien ja työryhmien mietinnöissä (lähemmin Westman 1994). Tavoite on sisällytetty myös RKTL:n vesiviljelyn tulosalueen toiminta-ajatukseen, jossa mm. todetaan vesiviljelyn tehtävänä olevan "ylläpitää taloudellisesti arvokkaita kalakantoja ja niiden biodiversiteettiä" sekä lisäksi "sopimuskasvatuksella turvata kalastusmahdollisuuksia ja uhanalaisten kantojen säilymistä".

Rion yleissopimuksessa on myös eräitä yksilöidympiä valtioita koskevia velvoitteita, jotka liittyvät meillä mm. valtion kalanviljelyyn. Sopimuksen perusteella Suomen tulisi mm. selvittää suojelun ja kestäväen käytön kannalta tärkeät kalalajit (artikla 7 a), tulisi edistää uhanalaisten lajien elvyttämistä mm. kehittämällä ja toteuttamalla suunnitelmia tai muita hoitostrategioita (artikla 8 f) ja tulisi estää sellaisten vieraiden lajien luontoon päästäminen, jotka uhkaavat ekosysteemejä, elinympäristöjä tai lajeja (artikla 8 h). Luonnontilaisen *in-situ* suojelun (luonnontilaisessa ympäristössä) täydentämiseksi tulisi perustaa ja ylläpitää laitoksia eläinten suojelua ja tutkimusta varten ja ryhtyä toimenpiteisiin biologisen monimuotoisuuden osien (alalajien, rotujen ja kalakantojen) *ex-situ* -suojelemiseksi (kalanviljelylaitoksissa) mm. keräämällä niitä luonnontilaisista elinympäristöistä (artikla 9 a,b,d) ja ryhtyä toimenpiteisiin uhanalaisten lajien (ja kalakantojen) elvyttämiseksi ja niiden palauttamiseksi asianmukaisissa olosuhteissa luonnolliseen elinympäristöön (artikla 9 c) (lähemmin RKTL:n biodiversiteetti- työryhmä 1995).

EU:n elinympäristödirektiivin tavoite on turvata biodiversiteetin säilyminen suojelemalla luonnonvaraisia elinympäristöjä, eläimiä ja kasveja. Toimenpiteet on suunniteltu ylläpitämään tai palauttamaan yhteisön tärkeänä pitämien luonnonvaraisten ympäristöjen, eläinten ja kasvien suotuisa suojelun taso. Yhteisön tärkeinä pitämien lajien lisäksi olennainen kriteeri on kunkin jäsenmaan oma uhanalaisten lajien luettelo ja se, kuinka uhanalaisia tässä listassa mainitut lajit ovat Euroopassa (RKTL:n biodiversiteettityöryhmä 1995). Suomessa uhanalaiset kalat ja niiden kannat on luokiteltu Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietinnössä (1991). Erittäin uhanalaisia talouskaloja ovat toutain, planktonsiika, meri- ja järvilohi sekä järvi- ja meritaimen, vaarantunut isonierä ja taantunut vaellussiika.

Mikä on tilanne em. Rion sopimuksessa ja EU:n direktiveissä Suomelle tulevien erityisesti valtion kalanviljelyä koskettavien velvoitteiden osalta? Tilanne on mielestäni kokonaisuutena varsin hyvä ja eurooppalaisittain suorastaan ainutlaatuisen hyvin hoidettu. Suojelun ja kestäväen käytön kannalta tärkeiden kalalajien ja -kantojen tilaa on erityisesti 1970-luvulta lähtien arvioitu useissa tutkimuksissa ja mietinnöissä. YK:n Tukholmassa vuonna 1972 pidetyn ympäristönsuojelukonferenssin suositusten toteuttamiseksi Suomen Akatemian asettama geenipankkijaosto selvitti Suomen osalta erityisesti uhanalaisten eliöiden - mukaanlukien kalojen - tilaa ja suojelutarvetta ja teki mietinnössään (Paasivirta ym. 1973) laatuaan ensimmäisen ehdotuksen geneettisten luonnonvarojen suojelemiseksi. Uhanalaisia kalalajeja ja -kantoja sekä niiden suojelua ja säilyttämistä koskevaa selvitystä tarkistettiin ja täydennettiin myöhemmin (Westman 1974).

Uhanalaisten kalakantojen suojeluun ja säilyttämiseen on meillä kiinnittänyt myöhemmin huomiota mm. luonnonvarain neuvosto, vaelluskalakantojen elvyttämistyöryhmä (Munne ym. 1985), uhanalaisten eläinten ja kasvien suojelutoimikunta (1985), luonnonvaraisten vaelluskalojen säilyttämistyöryhmä (Munne ym. 1989) ja em. uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunta (1991). Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen oli myös vuonna 1989 pidettyjen valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivien aiheena (Eskelinen ym. 1991).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa käynnistettiin 1980-luvun puolivälissä Pohjoismaisen Ministerineuvoston geenipankki-työryhmän toimintaan liittyen perusteellinen Suomen kalakantojen kartoitus. Siinä koottiin mm. tietoa taloudellisesti tärkeistä kalakannoista ja niiden uhanalaisuudesta kantojen säilyttämistä, hoitoa ja

kestävää käyttöä varten. Tiedot on talletettu RKTL:ssa ylläpidettyyn kalakantarekisteriin (Westman 1991, Kallio-Nyberg & Koljonen 1990, 1991). Voidaankin syystä todeta, että meillä on varsin hyvin tiedossa Rion sopimuksessa edellytetyt "suojelelun ja kestävän käytön kannalta tärkeät kalalajit" (artikla 7 a).

RKTL:n kalanviljelylaitokset (14 kpl) on mm. rakennettu arvokalojen säilyttämistä ja tutkimusta varten. Laitoksiin on pitkäjänteisen työn tuloksena talletettu kaikki kalataloudellisesti arvokkaimmat kalakantamme (6 lohikantaa, 23 meri-, järvi- ja purotaimenkantaa, 2 nieriäkantaa, 10 siikakantaa, 9 harjuskantaa) sekä lisäksi eräitä muita kantoja (artikla 9 a,b,d). Emokalaston kokonaismäärä on 90 000 kpl ja biomassa 103 tonnia, josta kirjolohia 26 tonnia. Emokalastot uusitaan luonnonkaloista otetusta mädistä kantojen monimuotoisuuden säilyttämiseksi ja laitosvalinnan välttämiseksi. RKTL:n toiminta arvokalojen säilyttämiseksi sai arvokkaan tunnustuksen EU:n kalatalousasioista vastaavalta pääjohtajalta José Serralta hänen vieraillessaan Suomessa syksyllä 1993 ja tutustuessaan Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely-toimipaikassa mm. Saimaan järvilohen ja nieriän säilyttämiseksi tehtyyn mittavaan työhön.

Kalanviljelylaitoksissa ylläpidettyjen kalakantojen lisäksi säilytetään kalojen perintöainesta sukusolujen muodossa ns. geenipankeissa. Monien arvokalojen maitia on jo talletettu pakastamalla ja RKTL:n tavoitteena on saada lähivuosina kaikki tärkeimmät arvokalakannat talletettua maitipankkeihin.

Taantuneiden arvokalojen luonnonkantojen elvyttämiseksi RKTL istuttaa viljeltyjä poikasia mm. tyhjentyneille kutualueille (artikla 9 c). Istutuksia tehdään myös uusiin vesiin kantojen säilymisen varmistamiseksi ja samalla uusien kalastusmahdollisuuksien aikaansaamiseksi. Rakennettujen jokien kantoja, jotka eivät enää pysty lisääntymään alkuperäisillä elinalueillaan, istutetaan sekä patojen alapuolelle että myös vapaisiin jokiin, esim. Iijoen lohta Kiiminkijokeen ja järvilohia Ivalonjokeen ja Kainuun vesiin. Toiminta on varsin mittavaa sillä esim. pelkästään Tornionjoen ja Simojoen lohikantojen elvyttämiseksi RKTL istuttaa tänä vuonna näihin jokiin yhteensä noin 1.4 milj. lohien joki- ja vaelluspoikasta. Tuottamalla arvokalojen maiti valtion kalanviljelyn toimesta taustaltaan tunnetuista kannoista perinnöllisyystieteelliset näkökohdat huomioonottaen vähennetään tuntemattomien ja "vieraiden" lajien ja kantojen leviämriskejä (artikla 8 h).

Mitä merkitystä kalojen monimuotoisuuden säilyttämisellä on? Eikö esim. paljon keskustelua herättäneeseen lohikantojen hoitoon riitä lohi kuin lohi kunhan vain toimenpiteet ovat tehokkaita ja tuloksellisia? Runsasvesistöisessä maassamme on monista kalalajeista kehittynyt geneettisesti erilaistuneita kantoja. Jääkauden jälkeiset Itämeren muinaiset vaiheet tarjosivat kaloille leviämisteitä, joita ei enää ole. Vedenjakajat ja muut maantieteelliset esteet ovat erottaneet eri kalakannat toisistaan. Näiden tiettyihin olosuhteisiin pitkän ajan kuluessa valikoituneiden ainutlaatuisten kantojen hävitessä menetetään aina korvaamatonta perintöainesta, vaikka itse laji ei vielä olisikaan uhattuna. Kalatalouden kannalta menetys korostuu sitä enemmän mitä tärkeämmästä kannasta on kyse. Usein on tosin vaikeata arvioida onko jonkin tietyn kalakannan säilyttäminen ainakaan lyhyellä tähtäyksellä taloudellisesti kannattavaa, mutta lajin monimuotoisuuden vähentyessä pienenevät kaikissa tapauksissa mahdollisuudet parempien, runsastuottoisempien ja taloudellisesti arvokkaampien kalakantojen löytymiseen ja jalostamiseen.

Säilyttämällä lajin monimuotoisuus estetään sen perimän köyhtyminen ja parannetaan siten lajin säilymismahdollisuuksia myös elinolosuhteiden muutoksissa. Tämä on myös kalatalouden kannalta tärkeää, koska on mahdotonta tietää mitä kantoja tarvitaan tulevaisuudessa esim. kalavesien hoidossa ja rodunjalostuksen perusainekseksi. On syytä muistaa, että taloudellisen arvon lisäksi luonnon monimuotoisuuden säilyttämisellä on myös eettiset ja kulttuuriset arvot.

Yhteenvedona edellä esitetystä voidaan todeta, että tutkimuslaitoksen ja sen hoitaman valtion kalanviljelyn nykyinen toiminta sisältyy merkittävilta osin Rion sopimuksen tavoitteisiin ja henkeen, vaikka sitä ei ole aikaisemmin näistä lähtökohdista määritelty.

Kirjallisuus:

Eskelinen, U., Pursiainen, M. & Rahkonen, R. (toim.) 1991. Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 31. 74 s.

Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M-L. 1990. Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 4, 55 s. + 29 liites.

Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M-L. 1991. Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nieriä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 26, s. 5-115.

Munne, P., Aarnio, M., Joutsamo, E., Jutila, E., Kummu P., Lönn, B-E. & Seppänen, P. 1985. Vaelluskalakantojen elvyttämistyöryhmän mietintö. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. Työryhmämuistio MMM 1985:7. 129 s. + 113 liites.

Munne, P., Kallio-Nyberg, I., Pirttijärvi, J., Rassi, P., Sandvik, G., Tuunainen, O., Vaara, K. & Pruuki, V. 1989. Luonnonvaraisten vaelluskalakantojen säilyttäminen ja elvyttäminen Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. Työryhmämuistio MMM 1989: 7. 50 s. + 32 liites.

Paasivirta, O., Carlberg, G., Sorsa, M., Tigerstedt, P., Koivisto, I., Maijala, K., Mikkola, K., Westman, K., Toivonen, H., & Vanamo, P. 1973. Ehdotus geneettisten luonnonvarojen suojelemiseksi. Tieteen keskustoimikunnan asettaman geenipankkijaoston mietintö. Suomen Akatemia. Helsinki. 38 s. + 68 liites.

RKTL:n biodiversiteettityöryhmä 1995. Biodiversiteetti ja kalantutkimus. Luonnonvarojen käyttöä koskevien uusien kansainvälisten sopimusten velvoitteet kalantutkimukselle. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalaraportteja 18. 24 s. + 5 liitettä.

Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantatoimikunnan mietintö 1991. - Komiteamietintö 1991: 30.328 s.

Westman, K. 1994. Uhanalaiset kalalajimme ja kalakantamme sekä niiden suojelu ja säilyttäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Tiedonantoja 3, s. 1-24.

Westman, K. 1991. Kalakantarekisteri ja uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 26, s.1-14.

KALAKANTOJEN SÄILYTTÄMINEN JA EMOKALASTOJEN GENEETTINEN HOITO

JORMA PIIRONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos; Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely, Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

1. Miksi kalakantoja on säilytettävä?

Kalakannat ovat merkittävä luonnonvara, jolla on arvoa mm. ihmisen ravintona, tulonlähteenä sekä virkistämisen kohteena. Onkin kovin tavallista painottaa juuri näitä inhimillisiä hyödyntämisenäkökohtia. Tämän rinnalla keskusteluissa esitetään yhä useammin myös kalalajien tai erilaistuneiden kantojen - elämän monimuotoisuuden ja luonnonarvojen - säilyttämistä painottavia näkökantoja. Tarkastelun aikajänne ja taustalla olevat arvostukset aiheuttavat helposti edellämäinnittujen näkökohtien painotuseroja ja jopa ristiriitoja.

Pohjimmiltaan kalakantojen säilyttämisessä on kysymys suhtautumisesta evoluution tuloksena kehittyneen biologisen informaation eli perintöaineuksen merkitykseen. Yksinkertaistaen voidaan todeta, että perinnöllinen monimuotoisuus on lajien evolutiivista potentiaalia ylläpitävä tekijä. Kalakannan sopeutumiskyky tulevaisuudessa, ennakoimattomissa ympäristöoloissa riippuu ensisijassa sen perinnöllisistä ominaisuuksista eli niistä geenimuodoista (alleeleista), joita se kantaa, sekä niiden kombinaatioista ja esiintymistajuuksista (eli frekvensseistä). Luonnonvalinnan mekanismien kautta valikoituvat *kulloinkin vallitsevissa olosuhteissa* elinkelpoisimmat yksilöt, joiden geenivarannon kautta biologinen kehitys voi edetä.

Kalapopulaatioissa oleva (säilyvä) geneettinen monimuotoisuus on osa uusiutumattomia luonnonvaroja, sillä geenimuotojen kadotessa menetykset ovat lopullisia. Tärkeää on ymmärtää, että kalakannoissamme olevaa perinnöllistä potentiaalia voidaan hyödyntää vain, jos huolehditaan kalakantojen säilymisestä perinnöllisesti monimuotoisina.

Vaikka tässä tarkastelussa pitäydytään ensisijassa luontoon palautettavien kalakantojen geneettisen monimuotoisuuden säilyttämiseen liittyviin tekijöihin erityisesti viljelykannan perustamisvaiheessa sekä emokalastojen käytössä poikastuotantoon, on syytä painottaa, että perinnöllinen muuntelu on edellytys myös kalojen rodunjalostukselle. Samat biologiset lainalaisuudet toimivat olipa tarkoituksena kalakantojen säilyttäminen tai niiden käyttö ravinnontuotantoon.

2. Kalakantojen geneettisen muuntelun ilmeneminen ja sen merkitys populaatioiden säilymiselle

Kalan ilmiasu (fenotyyppi) on perimän (genotyypin) ja ympäristön vuorovaikutussuhteiden tulosta. Ihmisen kannalta arvioituna kalojen eri fenotyypeilla on usein hyvinkin erilainen arvo (sekä käyttöarvo että taloudellinen arvo). Kalojen geno- ja fenotyyppien suhteet poikkeavat merkittävästi mm. linnuilla tai nisäkkäillä havaituista riippuvuuksista. Kaloille on tyypillistä, että ympäristötekijöiden muutokset

vaikuttavat niihin huomattavasti muita selkärangaisia eliöitä enemmän. Se näkyykin myös erilaisten ominaisuuksien mm. nisäkkäitä alemmina periytyvyysasteina.

Nämä ilmiöt aiheutuvat osittain kalojen vaihtolämpöisyydestä ja heikommasta fysiologisesta säätelykyvystä mm. ulkoisen lämpötilan tai muiden ympäristötekijöiden muuttuessa. Tämän seurauksena elinympäristöjen muuttumisella on todennäköisesti suurempi vaikutus kaloihin kuin tasalämpöisiin eliöihin.

Tarkasteltaessa kalakantojen perinnöllisen muuntelun jakaantumista yleisellä tasolla, on havaittu, että paikalliset, makeassa vedessä elävät kalapopulaatiot ovat geneettisesti muuntelevampia kuin meripopulaatiot. Anadromiset eli osan elin- kierrostaan merissä ja osan makeassa vedessä elävät populaatiot (esim. lohi) sijoituvat edellisten välimaille. Toisin sanoen suurempi osuus lajin geneettisestä monimuotoisuudesta on jakaantunut paikallispopulaatioihin makeassa vedessä kuin merivedessä.

Monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta on siis tärkeää turvata makean veden paikallispopulaatioiden ja vaelluskalojen populaatioiden säilyminen. Monesti erilaiset riskitekijät ovat suuremmat makean veden populaatioissa, jotka ovat kooltaan pienempiä kuin meripopulaatiot. Myös elinympäristöinä makeat vedet ovat monesti arempia (mm. pienuutensa takia) ympäristömuutoksille.

Kysymykseen mitä säilyttää, on vaikea vastata yksiselitteisesti. Retorinen vastaus on monesti 'kaikki mahdollinen', mutta viisainta olisi tehdä päätös tutkittuihin tietoihin ja harkittuihin tarpeisiin nojautuen. Viljelyn varassa ei suinkaan pysty säilyttämään kaikkia kalakantoja- ei biologisista eikä taloudellisista syistä. Karkeasti yleistäen voitaisiin sanoa, että on säilytettävä perinnöllisesti mahdollisimman muuntelevia sekä mahdollisimman erilaisia, meille arvokkaiden lajeja ja niiden paikallispopulaatioita (mm. jokikohtaisia lohikalakantoja).

Säilyttämisen kannalta olisi huomattavasti helpompaa, mikäli kalakantojen geneettisten ominaisuuksien merkitys elinkykyisyyteen (fitness biologisessa termistössä) pystyttäisiin arvioimaan. Elinkykyisyys, jolla tarkoitetaan niiden jälkeläisten lukumäärää, jotka selviytyvät lisääntymiseen saakka, on kuitenkin fenotyypin ominaisuus, joka sisältää sekä ympäristön että perimän vaikutuksia. Koska emme tunne näitä perinnöllisiä riippuvuussuhteita emmekä pysty ennakoimaan tulevia ympäristöolosuhteita, joissa kalojen pitäisi pystyä selviytymään tavoitteeksi on asetettava mahdollisimman laajan geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen.

3. Miten kalakantoja voidaan säilyttää

Säilyttämiseen liittyvät keinot määräytyvät asetettavien tavoitteiden mukaisesti; eli *ensin on määritettävä tavoitteet!* Mikäli pyrkimyksenä on geneettisen monimuotoisuuden säilyminen pitkiä aikoja (kymmeniä kalasukupolvia), joudutaan käyttämään laajinta menetelmävalikoimaa ja samalla riskit toiminnan onnistumiselle ovat suurimmat.

Varmimmin ja pienimmillä kustannuksilla voidaan kalapopulaatioiden säilyminen hoitaa niiden luonnonympäristöissä. Poistamalla kannan säilymisen vaarantavia uhkatekijöitä esimerkiksi huolehtimalla elinympäristön kelvollisuudesta, riittävän

suuren lisääntyvän populaation säilymisestä (mm. kalastuksen säätely) sekä riittävästä lisääntymismahdollisuudesta (mm. lohikalojen kutukosket ja poikasten kasvualueet) päästään biologisesti parhaimpaan ja kannan säilymisen varmimmin taakavaan järjestelmään. Kalakannan geenistö on näin jatkuvan luonnossa vallitsevien valintatekijöiden kontrolloimaa, mikä takaa varmimmin myös kyseisen kalakannan elinkykyisyyden kannalta tärkeiden ominaisuuksien säilymisen.

Vaikka tämä keino ei esimerkiksi määrällisten tuotantosyiden takia olisi riittävä tai jos kanta joutuu häviämishukan alaiseksi, on perinnöllisen monimuotoisuuden kannalta viisasta turvautua edelleen mahdollisimman pitkälle luonnonpopulaation varaan. Luontoon takaisin palautettavaksi aiottujen kalakantojen hoitamiseen ainoastaan laitosviljelyn varassa kannattaa turvautua vain, mikäli mitään muuta keinoa ei enää ole olemassa.

Emokalanviljely ja sen avulla tuotettu mätä ja poikaset voivat olla keskeisessä roolissa myös geneettisen monimuotoisuuden säilyttämisessä edellyttäen, että sekä viljelyyn että istutuksiin liittyvät perinnölliset näkökohdat sovitetaan yhteen muun kalatalouden kanssa. Vaikka geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen ja kalastettavien kantojen ylläpitäminen vaikuttavatkin - ainakin lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna - tavoitteiltaan erilaisilta, palvelee monimuotoisuuden säilyminen (on itse asiassa edellytys) pitkällä aikavälillä myös elinkelpoisuuden säilymistä kalastettavissa kannoissa.

Viljelyn ohella voidaan kalakantojen geenistöä tallettaa nykyisin käyttökelpoisessa muodossa myös pakastamalla. Vaikka mätimunia ei edelleenkään pystytä säilyttämään syväjäädetytynä, on maidin pakastamiseen olemassa jo hyviäkin menetelmiä. Siittiöiden syväjäädetytys nestetyypessä (-196°C) on toimiva keino senhetkisen geenistön tallettamiseen perinnöllisesti muuttumattomassa muodossa käytännössä hyvin pitkiä aikoja. Pakastamalla säilötty geenimateriaali voidaan ottaa käyttöön tarpeen ilmetessä, siksi se onkin otettava osaksi kalakantojen säilytysohjelmia. Varsinkin tapauksissa, missä kannan viljely ei ole mielekästä, pakastamista voidaan käyttää geenimateriaalin säilyttämiseen.

Lyhytaikainen kalakannan säilytys (korkeintaan sukupolven kestävä) voidaan hoitaa turvallisesti joko laitosviljelyssä tai sopivassa, välittömiltä säilymistä vaarantavilta häiriötekijöiltä suojatussa ympäristössä. Tällöin on kuitenkin muistettava luonnollisesti lajien tai kantojen ekologiset tarpeet.

4. Laitosviljely ja geneettiseen muunteluun vaikuttavat tekijät

Vaikka kalojen genetiikan tutkiminen on ollut muita eliöryhmiä paljon vähäisempää, toimivat samat geneettiset periaatteet niilläkin. Tämä ei tarkoita sitä, etteikö tietoa kaivattaisi lisää. Erityisen kipeästi tarvitaan tietoa mm. kalakantoihin, siis lajitasoa alempiin lisääntyviin populaatioihin, liittyviin geneettisiin ilmiöihin. Ehkäpä vielä tätäkin enemmän kaivataan menetelmiä viljeltävien kalakantojen perinnöllisen muuntelun arviointiin. Perusratkaisut voidaan kuitenkin tehdä turvallisesti genetiikan perusteiden mukaisesti käyttäen hyväksi eläinjalostuksessa hankittua runsasta tutkimustietoa. Toimintapäätöksiä tehtäessä on varmasti hyödyllistä, että keskeisimpien perinnöllisten ilmiöiden arvioimiseen on olemassa laskentamalleja.

Niiden avulla voidaan erilaisia riskejä ja vaikutuksia ennustaa, joten päätöksiä ei tarvitse tehdä summittaisesti.

4.1. Laitoskannan perustaminen ja emoyksilöiden edustavuus

Mitä enemmän laitosviljelyyn aiotusta lajista tai kannasta, sen biologiasta, geneettisestä rakenteesta, muuntelun jakaantumisesta lajin sisällä tai populaatioiden välillä jne. tiedetään, sen tarkemmin voidaan viljelykannan perustaminen ja käyttö suunnitella.

Merkittävin geneettiseen monimuotoisuuteen viljelykannassa vaikuttava tekijä kytkeytyy perustamiseen ja erityisesti siinä vaiheessa käytettävien emokalojen määrään, siihen kuinka hyvin (sekä laadullisesti että määrällisesti) ne edustavat koko kannan geneettistä muuntelua, kuinka läheisiä sukulaisia ne ovat, miten näitä emoja käytetään hedelmöityksissä ja miten niiden jälkeläiset otetaan kasvatettavaksi emokalastoihin. Yleisesti voidaan todeta, että mitä suurempi yksilömäärä saadaan käytettäväksi laitoskannan perustamiseen, sitä suurempi osuus koko kannan perinnöllisestä muuntelustakin voidaan saada talteen. Kaikki tämän vaiheen jälkeen käytettävissä olevat keinot liittyvät ainoastaan talteen saadun perinnöllisen monimuotoisuuden köyhtymisen ja haitallisten ilmiöiden estämiseen.

Esimerkiksi vaeltavilla lohikaloilla laitoskannan perustamiseen käytettävien kalojen pitäisi edustaa kaikkia sukukypsiä ikäluokkia koko kutuvaelluksen ajalta, myös jokivaiheessa sukukypsyyden saavuttavia koiraita (esiakuiset tai 'parri'-koiraat) jne., ja ideaalitapauksessa vieläpä samassa suhteessa kuin luonnonpopulaatiossa. Mikäli tietoja on riittävästi, voidaan myös esimerkiksi kalastusvalinnan vaikutusta yrittää huomioida emokalaston perustamisessa.

Käytännössä yksilömäärät, joilla on toimittava, ovat rajalliset ja silloin emokalastoon tulevien yksilöiden otanta edustaa aina vain osaa koko populaation perinnöllisestä varannosta (gene pool). Mitä harvinaisempi joku geenimuoto (alleeli) on, sitä enemmän yksilöitä tarvitaan, jotta ko. geenimuoto esiintyisi perustetussa laitoskannassa. Tätä todennäköisyyttä voidaan arvioida seuraavalla kaavalla:

$$P = 1 - (1-q)^{2N}, \text{ siinä } q = \text{geenimuodon esiintymistajuus, } N = \text{yksilömäärä.}$$

Siten esimerkiksi yhdellä sadasta kalasta ($q=0,01$) esiintyvän geenimuodon saamiseksi 95 % varmuudella emokalastoon tarvitaan 150 yksilöä. Mikäli geenimuodon esiintymistajuus $q=0,05$, riittää vastaavaan todennäköisyyteen jo 30 yksilöä.

Juuri tästä, enemmän tai vähemmän satunnaisesta otannasta aiheutuva vaikutus eri geenimuotojen esiintymistajuuksissa on **geneettistä satunnaisajautumista** (genetic drift), jonka vaikutus on yleensä sitä merkittävämpi mitä vähemmän yksilöitä onnistutaan saamaan laitoskannan perustamiseen.

Lisääntyvien yksilöiden kokonaismäärän lisäksi perinnöllisten ominaisuuksien siirtymistehoon vaikuttavat lisäksi naaraiden ja koiraiden sukulaisuussuhteet ja lukumääräsuhteet, kunkin emon jälkeläismäärien vaihtelu, käytetty hedelmöitysmalli, sukupolvien päällekkäisyys ja niiden välinen populaatiokokojen vaihtelu.

4.2. Perinnöllisesti tehokas populaatiokoko

Perinnöllisesti vaikuttava (tehokas) eli efektiivinen populaationkoko (N_e) on eräs tärkeimmistä käsitteistä arvioitaessa perinnöllisiä vaikutuksia populaatioissa. Se antaa kuvan mm. populaation geneettisestä vakaudesta, koska se on kääntäen verrannollinen sekä sisäsiitokseen että geneettiseen satunnaisajautumiseen. Se voidaan laskea seuraavasta kaavasta, kun pariutuminen oletetaan satunnaiseksi:

$$N_e = 4 \times N_n \times N_k / (N_n + N_k),$$

missä N_n =elinkelpoisia jälkeläisiä tuottavien naaraiden ja vastaavasti N_k =elinkelpoisia jälkeläisiä tuottavien koiraiden määrä.

Yhdessä sukupolvessa tapahtuvan sisäsiitosasteen (F) ja efektiivisen populaatiokoon välillä on riippuvuus, jota kuvataan kaavalla

$$F = 1/2N_e = 1/8N_n + 1/8N_m,$$

eli sisäsiitos kasvaa hyvin jyrkästi, kun efektiivinen koko pienenee.

Sisäsiitos (inbreeding) aiheutuu samojen geenimuotojen yleistymisestä populaatioissa. Samoja geenimuotoja on eniten lähisukulaisilla. Siten pienissä populaatioissa sisäsiitos on yleensä suuri ja suurissa populaatioissa pieni. Sisäsiitoksen seurauksena geneettinen monimuotoisuus pienenee (geenimuotojen häviäminen) ja homotsygotia (geenimuotojen samankaltaisuus) lisääntyy. On huomattava lisäksi, että sisäsiitoksesta aiheutuva 'taakka' kertyy koko ajan ja sitä nopeammin, mitä pienemmistä yksilömääristä perustettuja laitoskalastoja käytetään uusien laitossukupolvien jatkamiseen.

Sisäsiitoksen vaikutukset tulevat ennemmin tai myöhemmin jopa silmin havaittaviksi. Muutokset populaatiotasolla ovat kuitenkin liukuvia tai asteittaisia, joten ennen näkyviä vaikutuksia voi sisäsiitoksen seurauksena olla mm. mitattavaa kasvun heikkenemistä, elinkykyisyyden laskua, sairastumisalttiuden lisääntymistä jne. Sisäsiitosasteen tasoa, millä haitat ovat kaloilla merkittäviä, ei tunneta tarkasti, mutta mm. kirjolohella on kokeellisten töiden perusteella arvioitu noin 15-18% sisäsiitosasteen aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

Myös satunnaisajautumisen vaikutus suurenee efektiivisen populaatiokoon pientessä. Väistämättömänä seurauksena useiden sukupolvien kuluessa on joidenkin geenimuotojen häviäminen ja joidenkin vakioituminen (kaikilla yksilöillä sama muoto). Helpoiten katoavat harvinaiset alleelit, mutta myös yleisemmätkin geenimuodot voivat hävitä populaatiosta satunnaisajautumisen seurauksena.

Emokalakantaa perustettaessa parhaaseen perinnölliseen tehoon päästään, kun molempia sukupuolia on yhtä paljon. Mikäli sukupuolien yksilömäärissä on suuria eroja, on perinnöllisesti tehokas populaationkoko aina lähempänä harvalukuisemman sukupuolen lukumäärää. Esimerkiksi, jos naaraita on 50 ja koiraita vain 10, on N_e 33,3 eli vain hieman yli puolet koko emokalamäärästä. Vastaavaan kokoon päästään, jos sekä koiraita että naaraita olisi 17 ($N_e = 34$). Kaavasta voidaan laskea myöskin, että runsaamman sukupuolen yksilömäärän lisäämisellä ei pystyttävä vaikuttamaan paljoa, jos toista sukupuolta on vain muutarnia yksilöitä.

Mikäli jälkeläismäärä / emopari tasataan, saadaan suurin perinnöllisesti tehokas koko ja silloin se voi parhaimmillaan olla lähes kaksinkertainen käytettyjen emojen määrään nähden.

Tällöin $N_e = 2N-1$, missä N = emojen kokonaismäärä.

Efektiiivisen populaatiokoon kannalta paras tulos saadaan, jos kaikki yksilöt hedelmöitetään keskenään 1 naaras 1 koiras-järjestelmällä (=täydellinen hedelmöitys). Mikäli hedelmöitykset tehdään sekoittamalla mädit ja maidit kerralla, voi jonkun koiraan maiti hedelmöittää suuren osan mätimunista, jolloin efektiivinen koko luonnollisesti pienenee.

Sukupolvien välinen populaatiokoon vaihtelu ja erityisesti sen äkillinen pieneminen vaikuttaa ratkaisevasti efektiiviseen kokoon. Tällaisesta populaatiokoon romahduksesta aiheutuvasta perinnöllisestä vaikutuksesta puhuttaessa geneetikot käyttävät varsin kuvaavaa pullonkaula-nimitystä. Pullonkaula-vaikutuksella voi olla erittäin pitkäkestoisia, perinnöllistä muuntelua kaventavia vaikutuksia, vaikka populaatiokoko suurenisikin seuraavien sukupolvien aikana.

Käytännössä näillä seikoilla on sitä enemmän merkitystä, mitä pienempiä kalamääriä perustamisvaiheessa on käytössä. Vastaava pätee myös pienistä emomääristä perustettujen emokalastojen käyttöön. Koska yksilöiden lukumäärä on avaintekijä geneettisen monimuotoisuuden kannalta on siis pääpaino laitettava riittävän suuren perustajamäärän hankintaan ja perinnöllisesti tehokkaan populaatiokoon maksimoimiseen.

4.3. Miten suuri efektiivinen koko on riittävä?

Käytännön toimien mitoittamiseksi on tarpeen tietää, mikä on riittävän suuri efektiivinen koko, jotta ainakin geneettisen satunnaisajautumisen ja sisäsiitosriskin vaikutus voitaisiin minimoida.

Riittävistä perinnöllisesti tehokkaista yksilömääristä on olemassa suosituksia, jotka perustuvat populaatiogenetiikan teorioihin ja todennäköisyyslaskentaan mm. harvinaisten geenimuotojen säilymisestä sekä satunnaisten, muuntelua pienentävien vaikutusten arvioimiseen. Suositusten lukuarvot vaihtelevat tutkijoiden painotusten sekä harvinaisten geenimuotojen säilymisen varmuudelle sekä säilytyksen kestolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi mitä kauemmin (useampia sukupolvia) aiotaan varmistaa monimuotoisuuden säilyminen, sitä suurempi on efektiivisen koon oltava.

Mikäli laitoskalasto on säilytettävän kalakannan (populaation) ainoa säilytyskeino tulisi efektiivisen populaatiokoon olla yli 500. Mikäli säilytyksellä halutaan varmistaa geneettisen monimuotoisuuden säilyminen useiden sukupolvien ajan, kokoa pitäisi edelleen lisätä (ainakin 650).

Mikäli säilytettävä kalakanta ei ole välittömän häviämisen alainen ja emokalastoa voidaan uusia jatkuvasti luonnosta, efektiivinen minimikoko 100 katsotaan riittäväksi, kun siitä ei tehdä toisen polven kalastoa. Mikäli laitoskantaa jostain

syystä haluttaisiin ylläpitää usean sukupolven ajan, tarvitaan efektiiviseksi kooksi vähintään 250.

4.4. Mitä voidaan tehdä efektiivisen koon hyväksi?

Vaikka odotettavissa onkin melkoista vastarintaa, eniten painoa kannattaa panna toimenpiteille, joilla luonnossa säilyvien sukukypsien emokalojen määrää voidaan lisätä. Kalastusrajoitukset, alueittaiset ja ajoittaiset rauhoitukset, elinympäristöjen kunnossapito jne ovat esimerkkejä käytännön toimenpiteistä, jotka vaikuttavat kutualueille tuleviin emomääriin. Koska uhkat voivat olla niin suuria (mm. M-74), ettei viivytelyyn ole varaa, on yritettävä pelastaa, mitä pelastettavissa on.

Käytännössä suurin osa meillä viljelyyn otetuista lohikalakannoista (niin Itämeressä kuin sisävesissä elävistäkin) on niin harvalukuisia sukukypsyyksiköisinä, että emoja saadaan kutualueilta hyvin vähän yhden pyyntikauden aikana. Siitä huolimatta emokalapyyntiä on yritettävä ja sitä on tehostettava kehittämällä uusia menetelmiä. Mikäli yhtenä pyyntikautena saatava emokalamäärä on alle 15 kalaparia kannattaa pyyntiä yrittää joka vuosi ja 15-25 kalaparin tapauksissa ainakin joka toinen vuosi.

Lisää kannan geneettistä materiaalia on yritettävä hankkia mm. smolttipyyntillä, sähkökalastamalla sekä muilla keinoin pyytämällä nuoria, vielä kasvuvaiheessaan olevia kaloja. Sähkökalastamalla voidaan lohikalakannoista saada käyttöön myös sukukypsiä jokipoikaskoiraita.

Tällöin on kuitenkin kiinnitettävä erityistä huomiota sukulaisuussuhteisiin (esim. sähkökalastamalla yhdestä koskesta saadaan todennäköisesti keskenään läheisempiä sukulaisia kuin kalastamalla monelta koskelta jne). Jatkuva (vuoden - kahden välein tapahtuva) emokalastojen täydentäminen luonnosta saatavista kaloista on sitä tärkeämpää, mitä useampia sukupolvien säilytystä aiotaan hoitaa.

Kun kalamäärät ovat alle 25 emoparia vuodessa, laituskalaston perustaminen yllä esitettyjä periaatteita noudattaen efektiivisen koon maksimoiseksi on välttämätöntä. Hedelmöitykset ovat helposti hoidettavissa jopa täydellisinä näin pienillä kalamäärillä toimittaessa ja tasaamalla jälkeläismäärät voidaan efektiivinen kokokin saada parhaimmillaan lähes kaksinkertaistettua. Kunkin hedelmöitysparin (perheen) mädit on varauduttava pitämään erillään ainakin haudonnan ajan. Helpointa yksilömäärien taseus on mädin ollessa silmäpistevaiheessa.

Perheiden yksilömäärien tasaaminen on mahdollista myöhemminkin, mikäli kasvatustilat antavat mahdollisuuden esimerkiksi pitää kukin perhe erillään ensimmäisen kesän ajan. Kalojen yksilöllinen merkintä on tuolloin mahdollista mm. PIT- tai vastaavilla merkeillä. Yksilömerkinnästä saadaan monia etuja, joista merkittävin on hallittavien, sukulaisuuden tuntemiseen perustuvien hedelmöitysmallien käyttö.

Emoparvien yksilömääristä on olemassa samankaltaisia suosituksia kuin efektiivisestä koostakin. Perinnöllisistä lähtökohdista parven minimikooksi on esitetty vähintään 100-200 yksilöä. Nämä kokosuositukset täytyy luonnollisesti sovittaa yhteen efektiivisten kokojen sekä kannan käyttötarpeiden kanssa.

5. Emokalaston hoito ja käyttö perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämiseksi

Laitoskasvatukseen liittyy tahallisia ja tahattomia valintatekijöitä, jotka vaikuttavat talteensaadun kannan perinnöllisiin ominaisuuksiin. Jos kaikki emokalastoon saatujen kalojen jälkeläiset pysyvät hengissä lisääntymisikään ja mikäli ne kaikki tuottavat elinkykyisiä jälkeläisiä, valintaa ei ole tapahtunut. Koska kuolevuutta esiintyy aina, tapahtuu geneettisessä mielessä valintaakin. Hyvin tavallisia ilmiöitä laitosviljelyssä ovat mm. kalataudit, jotka voivat karsia (valita) emokalastoa, ennenkuin se on ehtinyt lisääntymisikään. Samoin erilaiset kalojen kuolemaan johtavat sattumat, hanojen tukkeutuminen, kylvetyshaverit jne. ovat tapahtumia, joiden seurauksena emokalaston geenistö voi sattumanvaraisesti muuttua perustamisvaiheessa talteen saadusta geenivarannosta.

Laitoksissa on aiemmin tehty 'valintaa' myös ilmiön perusteella eli on 'jalostettu' kantaa esimerkiksi käyttämällä hedelmöityksissä suurikokoisimpia yksilöitä. Tällä ei kuitenkaan ole mitään biologista perustetta luontoon palautettavien kalojen parvissa, koska ilmiön perusteella ei voida erottaa olosuhteiden - siis kasvatussympäristön, hoidon, rehun jne. - vaikutuksia perinnöllisestä taustasta. Toisin sanoen laitosympäristössä menestyminen ei kerro luonnonympäristössä tarvittavista ominaisuuksista. Geneettinen monimuotoisuus kaventuu, mikäli vain osaa kaloista käytetään hedelmöityksissä. Näiden syiden takia emokalastoissa ei pidä tehdä valintaa ilmiön (eli fenotyypin) perusteella, kun aiotaan säilyttää perinnöllistä monimuotoisuutta.

Kun on kyse pienistä kalamääristä uudistettavista emokalastoista, on syytä perustaa useampia laitosikäluokkia. Paitsi, että näin lisätään koko kannan geneettistä kokoa, niin saadaan mahdollisuus käyttää eri ikäluokkien naaraita ja koiraita hedelmöityksiin. Tällä voidaan vaikuttaa sisäsiitosasteen kertymiseen hidastavasti ja siten samalla myös positiivisesti monimuotoisuuden säilymiseen. Tämä on myös tarpeen ainakin monille lohikannoille, joiden emoparvien koiraat kuolevat monesti parin ensimmäisen lypsyvuoden aikana laituksissa. Koiraspulaa voidaan helpottaa myös nuorten emokalastojen esiaikuisten koiraiden käytöllä ja pakastetun maidin avulla.

Hedelmöitysmallilla on suuri merkitys talteen saadun geneettisen muuntelun säilymiselle. Suositeltavin tapa on noudattaa 1 naaras: 1 koiras-hedelmöityksiä sekä perhekohtaista jälkeläismäärien tasaamista. Käytännössä varsin hyvään tulokseen päästään, kun naaraita ja koiraita käytetään vähintään 40:60 - 60:40 % rajoissa kumman sukupuolen eduksi tahansa.

6. Sukulaisuussuhteiden tuntemiseen perustuvat hedelmöitysmallit

Mikäli emoparven yksilöt on merkitty siten, että niiden sukulaisuussuhteet tunnetaan, voidaan geneettisen satunnaisajautumisen ja sisäsiitoksen vaikutuksia estää parhaiten. Esimerkkeinä näistä hedelmöitysmallista voidaan mainita ns. **sukupuuparitus (pedigreed mating)** ja **kiertävä linjavalinta (rotating line crossing)**.

Sukupuuhun nojaava hedelmöitysmalli perustuu menettelyyn, jossa kunkin naaraan jälkeläisistä otetaan yksi tytär ja kunkin koiraan jälkeläisistä yksi poika käytettäväksi seuraavan laitossukupolven perustamiseen. Siten esimerkiksi 5 naaraan kanssa hedelmöitetty koiras jättää yhtä monta jälkeläistä (osuus geenipoolista) kuin ai-

noastaan yhden naaraan kanssa hedelmöitetty koiras - täsmälleen yhden jälkeläisen. Kunkin perheen jälkeläiset käytetään sitten satunnaisesti uuden ikäluokan perustamiseen. Tällä hedelmöitysmallilla voidaan kaksinkertaistaa efektiivinen koko populaatiokoon kasvamatta.

Efektiivinen koko (N_e) voidaan tällöin laskea kaavalla:

$$N_e = 16 \times N_n \times N_k / [3 \times N_n + N_k] \text{ tai } [N_n + 3 \times N_k], \text{ missä}$$

N_n = naaraiden lukumäärä ja N_k = koiraiden lukumäärä. Jakajana käytetään ensimmäistä vaihtoehtoa, jos naaraita on käytetty enemmän ja jälkimmäistä, mikäli koiraita on enemmän.

Kiertävä linjavalinta perustuu periaatteessa samaan eli siihen, että varmistetaan kunkin perustajayksilön geenistön siirtyminen uuteen sukupolveen. Satunnaisella hedelmöitysmallilla ei tätä pystytä varmistamaan. Kiertävässä linjavalinnassa perustetaan 3 tai useampia linjoja esimerkiksi A, B ja C. Ensimmäisessä toisen polven kalastossa hedelmöitetään A-linjan naaraat C-linjan koirilla, B-linjan naaraat A-linjan koirilla ja C-linjan naaraat B-linjan koirilla. Samaa hedelmöitysmallia noudatetaan seuraavissa sukupolvissa.

Molempien hedelmöitysmallien tarkoituksena on estää nimenomaan sisäsiitosasteen kasvamisesta ja geneettisestä satunnaisajautumisesta (driftistä) aiheutuvat perinnölliset haitat. On huomattava, ettei niillä voida palauttaa menetettyjä perinnöllisiä ominaisuuksia.

7. Miten perinnöllinen monimuotoisuus huomioidaan istutuksissa

Tärkeää istutuksia tehtäessä on huomioida alueet, joiden kautta säilytettävien kantojen uusiminen ja täydentäminen tapahtuu. Ensimmäinen edellytys on, ettei näille alueille viedä muuta saman lajin kantaa. Lisäksi säilytysistutuksissa käytettävän mäti- tai poikasmateriaalin perinnölliseen monimuotoisuuteen on panostettava aina eniten.

Mikäli viljelyyn otetun kalakannan luontaista lisääntymistä vielä tapahtuu, on syytä arvioida tuki-istutuksia myös geneettiseltä kannalta. Nils Ryman on esittänyt tätä koskevan tarkastelun (*Conservation genetics considerations in fishery management; Journal of Fish Biology* 1991, 39, Supplement A: 211-224), josta pääkohdat seuraavassa.

Oletetaan laitoskannan efektiiviseksi kooksi N_c ja siitä tuotetun poikasmäärän osuudeksi x . Vastaavasti luonnossa lisääntyvän kannan efektiiviseksi kooksi oletetaan N_w ja sen tuottaman poikasmäärän osuudeksi kokonaismäärästä jää siten $1-x$. Koko populaation efektiivinen koko on N_e .

Riippuvuus, joka saadaan kuvaamaan istutuksin tuetun populaation efektiivistä kokonaiskokoa on seuraava:

$$1/N_e = x^2/N_c + (1-x)^2/N_w$$

Tästä yhtälöstä voidaan ratkaista, että populaation N_e on suurempi tai yhtä suuri kuin luonnossa lisääntyvän populaation ja laitospopulaation efektiivisten kokojen

summa vain siinä tapauksessa, että laitospoikasten osuus on $N_c/(N_c+N_w)$. Tästä seuraa, että luonnonpopulaation efektiivistä kokoa voidaan kasvattaa maksimaalisesti laitosistukkailla silloin, kun istukkaat tuotetaan täsmälleen yhtä suuren efektiivisen koon laitospopulaatiosta ja silloinkin laitospoikasten osuudella 50% koko poikastuotannosta. Mallista nähdään myös se, että koko populaation efektiivistä kokoa lisäävä istukasmäärä riippuu suoraan laitoskalaston efektiivisestä koosta ollen sitä pienempi, mitä pienempi on laitoskalaston efektiivinen koko. Merkittävää on lisäksi se, että runsailla istutuksilla muutamien emojen laitoskalastosta voidaan jopa kaventaa luonnonkannan perinnöllistä monimuotoisuutta.

Vaikka kaikkiin malleihin, tähänkin, sisältyy lukuisia epävarmuustekijöitä, asia on syytä ottaa vakavasti. Vastaavia laskelmia, joissa on varoitettu pienistä perustajamääristä aiheutuvista seurauksista, löytyy alan kirjallisuudesta. Laitosistukkaiden osuuden noustessa 60-80 %:iin lisääntyvistä kalamääristä, voi koko jäljelläolevan luonnonpopulaation geenistö 'vaihtua' laitosistukkaiden geenistöksi. Käytännössä tästä on meilläkin näkyvissä jo esimerkkejä mm. Vuoksen järvitaimenkantojen muuttuessa yhä enemmän toistensa kaltaisiksi muuntelun samalla pienentyessä huolestuttavaa vauhtia.

Todellisia ongelmia viimeisten luonnonkantojen rippeiden sekoittumiseen ja yhdenmukaistumiseen aiheutuu kannoista piittaamattomasta istutustoiminnasta. Miten säilyttää esimerkiksi Pielisjoen järvitaimenta, jonka lisääntyvä populaatio ei ole suuren suuri, mutta kuitenkin ainoita koko Vuoksen vesistöalueella, kun virkistyskalastajien tarpeet 'vaativat' pyyntikokoisten taimenten istutusta suoraan samoille koskialueille, mistä 'luonnonkanta' yritetään ylläpitää?

8. Lopuksi: uuden ajattelun ja uusien toimintatapojen aluksi

Välittömän häviämishukan torjumisen lisäksi joudutaan kamppailemaan myös kalakantojen monimuotoisuuden säilymiseksi. Laitosviljelyssä on varmasti parantamisen varaa ja monet siinä merkittävästi vaikuttavat asiat eivät ole käytännössä lainkaan mahdottomia toteuttaa. Kuitenkaan asiat eivät hoidu koko kalatalouden kentällä vain laitosviljelyn ongelmia ratkomalla. On syytä pohtia, miten asiat saadaan kokonaisuutena toimimaan parhaaseen tulokseen johtavalla tavalla. Siinä emokalapyynti ja laitosviljely on nykyisin yhä tärkeämpi tekijä, mutta vain osatekijä. Yhtä tärkeää on saada kalavesien hoitajat, kalojen istuttajat ja kalastajat toimimaan siten, että kalakantojen säilyttäminen voidaan hoitaa parhaalla mahdollisella tavalla. On nurinkurista, että kalakantojen säilyttäjät ovat tarpeineen viimeisenä kalakantoja hyödyntävien ja käyttävien joukossa. Hintaa, minkä joudumme maksamaan nykyisistä kalakantojen säilyttämistoimista on pieni verrattuna siihen, mitä voimme hävitä jättämällä nämä asiat puolittiehen, mihin ne nykyisellä toiminnalla auttamatta jäävät.

Koska luvassa on niukkuuden jakoa, tarvitaan yhteisiä päätöksiä säilytettävistä kannoista. Kuten edellä on todettu, halvimaksi kantojen säilyttäminen tulee joka tapauksessa luonnonympäristössä, kun mukaan lasketaan kaikki keinollisen säilyttämisen kustannukset sekä toimintaan joka tapauksessa liittyvät riskit. Yhteisiä päätöksiä tarvitaan myös siitä, asetetaanko yhteiset edut jonkun tai joidenkin yksittäisten käyttäjäryhmien etujen edelle esimerkiksi viimeisiä virtavesiä käytettäessä tai istutuksilla hoidettuja kalakantoja hyödynnettäessä. Kokonaisvaltaisia toimintaohjelmia ja eri eturyhmien tarpeiden yhteensovittamista kaivataan. Siinä on

haastetta meille kaikille. Tehtävä on tärkeä ja arvokas, mutta toimenpiteitä tarvitaan nopeasti, sillä kalakantojen perinnöllisen monimuotoisuuden säilyminen on kaikkien etu.

Asiasta kiinnostuneet voivat pyytää aiheeseen liittyvän kirjallisuusluettelon tekijältä.

EMOKALASTON PERUSTAMINEN

MARKKU VAAJALA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos; Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely, Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

1. Johdanto

Suomessa emokalaviljely on poikkeuksellisen laajaa etenkin virtakutuisten vaelluskalojen kohdalla, johtuen luonnossa tapahtuvan lisääntymisen estymisestä vesistö-rakentamisen seurauksena. Emokalanviljelystä on tullut keskeisin osa valtion kalaviljelyä, emokalanviljelyn avulla hoidettavia kantoja on viljelyssä jo yli 80 kappaletta.

Emokalanviljelyä käytetään yhtenä osana kalakantojen hoitoa, tavoitteena on tuottaa emokalanviljelyn avulla suuria määriä mätää jatkokasvatukseen ja sen kautta istutuksiin. Samalla pyritään säilyttämään häviämisen alla olevia kantoja ja muidenkin kantojen kohdalla on tavoitteena mahdollisimman laajan monimuotoisuuden säilyttäminen. Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi on emokalaston perustamisella ratkaiseva merkitys.

Emokalaparvia perustettaessa ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota perustettujen emoparvien perimän monimuotoisuuteen vaan toiminnan pääpaino on ollut määrällisissä tavoitteissa. Useiden viljelyssä olevien kantojen kohdalla kutupyynnissä saadaan saaliiksi vain muutamia yksilöitä, jolloin emoparven perustajayksilöiden määrä jää väistämättä liian vähäiseksi monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta ja sukusiitoksen riski kasvaa.

Seuraavassa tarkastelen emoparven perustamisen eri vaiheita, ilmenneitä ongelmia ja joitakin esimerkkejä toimintatavoista, joita on käytetty meidän laitoksellamme.

2. Kutupyynti

Pyynnin järjestämiseen tarvitaan MMM:n lupa ja lisäksi vesialueen omistajan lupa. Pyyntiin osallistuville tulee tehdä valtakirjat, johon liitetään kopio MMM:n luvasta. Paikallisten kalastuskuntien ja muiden vesialueiden omistajien kanssa tulee olla läheisessä yhteistyössä ja haistella ilmaa, ettei pääsisi syntymään suurempia kärhämiä. Tällaisiin pyynteihin, jotka usein tehdään rauhoitusaikana ja kielletyillä pyydyksillä, suhtaudutaan hyvin tunteenomaisesti ja mitä ihmeellisempiä juoruja lähtee helposti liikkeelle. Esimerkiksi pyyntiin osallistuvien valinnassa ei auta tehdä virhevalintoja, ettei koko homma kariudu siihen.

Pyynnin ajoitus vaikuttaa ratkaisevasti kutupyynnin onnistumiseen. Ensisijaista on tietysti olla oikealla paikalla oikeaan aikaan, mutta se ei riitä vaan mädinhankintaan tulee löytyä resursseja niin paljon, että pyynti voidaan aloittaa jo ennen kutua ja lopettaa vasta kudun päätyttyä. Tällä tavalla vältetään valitsemasta kutupyynnillä ajallisesti tiettyyn aikaan kutevien osaa koko kannasta ja pyritään saamaan myös kutuajaltaan keskimääräisestä poikkeavat yksilöt mukaan emoparven perustaksi. Tämä tulee pitää mielessä myös niissä tapauksissa, joissa emokaloja on saatavissa

riittävästi. Useimmiten pyyntiä on jatkettava kalojen vähyyden vuoksi niin pitkään, kuin suinkin on mahdollista saada kutevia kaloja kiinni.

Kutupyynnissä käytetään pyydyksenä yleisimmin verkkoa, mutta järvi- ja merikutuisten osalta voidaan käyttää myös erilaisia sulkupyydyksiä, onpa Joensuussa rakennettu lohijatokin kutukalojen kiinni saamiseksi. Pyydykset on koettava usein, etteivät emokalat vahingoittuisi, kuitenkin aina osa kaloista menetetään pyydyksiin kuolleina tai pyynnin rasitusten seurauksena.

Kokemiskertojen tiheys vaatii paljon työaikaa ja sitoo käytettävissä olevat henkilöt pyyntipaikan läheisyyteen. Syyskutuisten kohdalla oman ongelmansa työvoiman käytössä aiheuttaa tapahtumien yhtäaikaisuus. Eri lajeja ja kantoja on pyydetävä yhtäaikaan, hyvinkin etäällä toisistaan ja laitoksessa kasvatettavat emokalastot lypsetään siinä matkan varrella. Paikallisten kalamiesten tai muun aputyövoiman käyttö on useimmiten välttämätöntä.

Viime vuosina on lisääntynyt huomattavasti pyyntikokosten kalojen istutus vesistöihin. Silloin kun tällaisia kaloja istutetaan merkitsemättä kutupyyntipaikkojen läheisyyteen aiheuttavat ne ongelmia emokalaparven perustajalle "oikeiden" kalojen valinnassa. Parasta olisi, jos näitä pyyntikokoisia on istutettava, että käytettäisiin istutuksiin kirjolohta, vesistössä esiintyvän lajin sijasta.

3. Kalojen ja sukutuotteiden säilytys

Monessa tapauksessa kalojen säilyttäminen elävänä tuottaa niin paljon vaikeuksia, että se estää kutupyynnin aikaisen aloittamisen. Pyynnin, kudun, siirron ja käsittelyn rasittamat kalat sairastuvat ja menehtyvät helposti säilytyksessä, jos säilytys kestää useampia viikkoja. Säilytykseen käytettävällä välineistöllä voi olla ratkaiseva merkitys lopputuloksen kannalta, joten se tulee suunnitella huolella, paikallisista olosuhteista lähtien.

Koiraskaloilta on yleensä mahdollista lypsää maitia useampia kertoja kutuaikana, joten jos ne pystytään pitämään hengissä, säilyy myös maiti parhaiten kalan sisällä. Jos hedelmöitystä ei tehdä lypsypaikalla joudutaan maitia silloin säilyttämään kuljetuksen ajan ja joissain tapauksissa myös pidempään.

Maidin säilyttäminen onnistuu esimerkiksi minigrip-pussissa. Lypsettävä kala on ensin kuivattava, sen jälkeen painellaan virtsarakko mahdollisimman tyhjäksi, jottei talteenotettavaan maitiin sekottuisi virtsaa. Tämän jälkeen lypsetään maiti pussiin, lisätään siihen happea ja pussi suljetaan ilmatiiviisti. Mikäli maitia saadaan kalasta runsaammin, kannattaa tehdä useampia pusseja siltä varalta, että johonkin on päässyt sekoittumaan vettä tai virtsaa. Säilytyslämpötilan tulee olla lähellä nollaa, joten pussit säilytetään esimerkiksi jäähileiden päällä. Hyvälaatuinen maiti säilyy hedelmöityskykyisenä näin säilytettynä yhdestä kahteen viikkoon.

Naaraskalat pitää lypsää silloin, kun mäti on juoksevaa, riippumatta siitä pystytäänkö mätiä sillä hetkellä hedelmöittämään, koska lypsetty mäti säilyy ovarionesteessä, kylmässä säilytettynä hedelmöityskykyisenä ainakin kaksi viikkoa.

4. Hedelmöitys

Jos emokaloja on saatu runsaasti, jolloin minimivaatimukset emokalaston perustamiseksi vaadittavista yksilömääristä täyttyvät, voidaan käyttää yksilöllistä hedelmöitystä eli kunkin naaraan mäti hedelmöitetään yhden koiraan maidilla. Näin varmistetaan, että jokaisen käytettävissä olevan yksilön perimä saadaan mukaan perustettavaan emokalastoon.

Useimmiten meillä tilanne on kuitenkin huomattavasti synkempi. Kutupyynnissä saadaan ainoastaan muutamia yksilöitä eikä aina sitäkään. Tällaisessa tilanteessa meillä on lähdetty käyttämään sukutuotteita niin, että pyritään hedelmöityksessä tekemään kaikki mahdolliset perimältään erilaiset yhdistelmät, jotka on mahdollista emoyksilöistä muodostaa eli kaikki naaraat hedelmöitetään kaikilla koirilla, jos se vain on mahdollista.

Koska kaikkia emokaloja ei saada yhtäaikaan edellyttää tällainen hedelmöitystapa sukutuotteiden säilyttämistä ja kunkin naaraan mädin erillään pitoa ja jakamista pienempiin eriin koiraiden lukumäärän mukaan. Siittiöiden liikkuvuus kannattaa ainakin säilytetyn mädin osalta aina tarkistaa ennen hedelmöityksiin ryhtymistä.

Erilaisia yhdistelmiä tehtäessä apuna voi käyttää esimerkiksi alla olevan tapaista hedelmöityskarttaa, johon on merkitty käytettävissä olevat emoyksilöt, tehdyt yhdistelmät sekä hedelmöityksen päivämäärä.

Luonnosta pyydettyjen emokalojen hedelmöitykset 1994

Järvilohi

	naaraat									
koiraat	6	9	12	36	11	49	8	L27	10	L29
19	7.10.	7.10.	7.10.	7.10.	11.10.	12.10.	12.10.		18.10.	21.10.
34	7.10.	7.10.	7.10.	7.10.	11.10.	12.10.	12.10.	14.10.	18.10.	21.10.
L48	11.10.	12.10.	12.10.	12.10.	12.10.	12.10.	12.10.	14.10.	18.10.	21.10.
50	14.10.	14.10.	14.10.	14.10.	14.10.	14.10.	14.10.	14.10.	18.10.	21.10.

5. Haudonta ja emoparven valinta

Haudonnassa on eri emojen mäti haudottava erillään ja jos on tehty erilaisia yhdistelmiä tulee nämäkin hautoa kukin omassa yksikössään. Tällainen useiden pienten mätierien erillään hautominen asettaa haudontakalustolle erilaisia vaatimuksia kuin pelkästään suurten mätimäärien tuotannollinen haudonta. Niiden lajien osalta, jotka haudotaan asettimilla on helppo jakaa asetti esimerkiksi muovilevyllä pienempiin lokeroihin, jolloin yhdellä asettimella pystytään hautomaan noin kymmenen erillistä ryhmää. Suppilossa haudottavat lajit vaativat yksilölliseen haudontaan aivan oman kalustonsa eli jokaiselle emolle oman pienen supilon.

Useiden kymmenien erillään haudottavien ryhmien kanssa työskenteleminen vaatii kaikissa vaiheissaan tarkkaa kirjanpitoa. Kaikille hautomossa työskenteleville pitää myös selvittää, mitä ollaan tekemässä ja miksi, jotta riittävä tieto ja motivaatio tällaisen ylimääräiseksi koetun työn tekemiseen, olisi kaikilla.

Silmäpisteasteella valitaan uuteen emoparveen jokaisen emokalan tai tehtyjen yhdistelmien mätä samassa suhteessa. Tällä tavalla voidaan varmistaa, että kutupyynnissä kiinni saatu perimäaines pystytään kokonaisuudessaan siirtämään perustettavaan emokalastoon.

Emoparven koko tulisi mitoittaa jo tässä vaiheessa tuotantotarvetta vastaavaksi, jotta parvea ei tarvitsisi myöhemmin karsia satunnaisella valinnalla. Parasta olisi tehdä useita samanlaisia, yksilömäärältään pieniä emoparvia ensimmäisen kesän kasvatukseen, joista voidaan myöhemmin ottaa mädintuotantoon yksi tai useampia tuotantotavoitteiden mukaisesti. Emoparven karsimista tulee välttää kasvatuksen kaikissa vaiheissa, koska aina parvea karsittaessa menetetään myös osa sen sisältämästä perintöaineksesta.

6. Tautikysymykset mädinhankinnassa

Luonnosta pyydetty emokalat tutkitaan BKD:n ja virustautien varalta ja mäti haudotaan eristyshautomossa siihen saakka, kunnes tulokset emokalanäytteistä on saatu.

Sisävesialueella on joissain tapauksissa noudatettu lievempää käytäntöä. Lähinnä sellaisissa tapauksissa, jolloin emokalojen palauttaminen vesistöön elävänä on ollut kutupyynniluvan ehtona, on samalta vesialueelta pyydetty 150 kpl muita kaloja ja laitettu nämä tutkittaviksi eläinlääkintäviranomaiselle.

Paisetaudin leviämisen ehkäisemiseksi mäti desinfioidaan ennen hautomoon siirtoa ja silmäpisteasteella, jos mäti siirretään hautomosta toiseen.

7. Emoparven käyttö laitoksessa

Emokalastoa voidaan käyttää mädintuotantoon monella tavalla. Etenkin niiden lajien kohdalla, joiden lisääntyminen luonnossa on estynyt tai se on hyvin vähäistä on emoparvien käytöllä ratkaiseva merkitys monimuotoisuuden säilymisen kannalta. Tuotetusta mädistä kuoriutuvat poikaset ovat myöhemmin, sukukypsyyden saavuttuaan kutupyynnissä saatavia uuden emoparven perustajayksilöitä.

Siksi pitää myös emoparvien mädintuotannossa laitoksella käyttää sellaisia toimintatapoja, että käytettävissä oleva perintöaines pystytään siirtämään tuotettuun mätään. Tuotannossa tulee aina olla samasta kannasta useampia ikäluokkia, jotta emoparven tuottamaa mätää ei jouduta hedelmöittämään saman ikäluokan maidilla. Käytettäessä useampaa tuottavaa ikäluokkaa saadaan emoparvien perustajayksilöiden määrä myös suuremmaksi kuin yhtä ikäluokkaa käytettäessä. Yksilöllisillä hedelmöityksillä pystytään varmistamaan riittävän suuren koirasmäärän osallistuminen suvun jatkamiseen. Varhaiskypsien koiraiden käyttö hedelmöityksessä antaa myös mahdollisuuden käytettävissä olevan perintöaineksen laajentamiseen.

Mädintuotanto pitää suunnitella pidemmällä ajanjaksolla niin, että saman kannan eri emoparvista tuotettu mätimäärä perustuu emoparvien perustajayksilöiden lukumäärään. Tällöin parven koko mitoitetaan sen perinnöllisen painoarvon mukaan suhteessa tuotantotavoitteisiin ja muihin käytettävissä oleviin parviin.

SUOMEN LOHIKANTOJEN SÄILYTTÄMINEN

MARJA-LIISA KOLJONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos; kalakantojen ja kalavesien tutkimus, PL 202, 00151 Helsinki

Säilyttämisen tavoite

Kansainvälisten sopimusten periaatteiden mukaisesti *Suomen lohikantojen säilyttämisen tavoitteena tulisi olla luonnonvaraisen lisääntymisen palauttaminen ja sen pysyvä itsenäinen olemassaolo kestävän kalastuksen kohteena, siten ettei lohikantojen monimuotoisuus alene.* Tämä tavoite tuntuu kaukaiselta ja vaikeasti saavutettavalta erityisesti nyt kun luonnonvaraista lisääntymistä uhkaa vakava kohonnut poikasten ruskuaispussikuolevuus, eli M-74. Nykyisestä lohikantojen erittäin heikosta tilasta huolimatta suojelun lopullinen tavoite tulee kuitenkin pitää muistissa, sillä se saattaa vaikuttaa toteutettaviin suojelutoimenpiteisiin.

Euroopan Unioniin liittymisen jälkeen Suomen lohikantojen suojelua säätelee myös Unionin elinympäristödirektiivi. Lohi kuuluu yhteisön tärkeänä pitämiin lajeihin, joita koskee erityinen suojelu ja seuranta velvollisuus. Elinympäristödirektiivi on laaja ja se käsittää luonnonsuojelualueiden perustamisen, aktiiviset suojelutoimenpiteet ja luonnonvarojen käytön säätelyn sekä seuranta- ja tutkimusvelvoitteet. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tehtäviin kuuluu näistä aktiiviset suojelutoimenpiteet sekä seuranta ja tutkimus. Lohta koskevia aktiivisia suojelutoimenpiteitä ovat mm. kutualueiden kunnostukset, luonnonvaraisesti lisääntyvien kantojen elvytykset, elvytysistutukset, emokalastojen ylläpito ja maidinpakastus. Seuranta edellyttää mm. monimuotoisuuden säilymisen seurantaa ja tutkimus mm. elvytystutkimusta ja säätelytutkimusta.

Euroopan Unionin suojeluperiaatteissa olennainen käsite on "suotuisa suojelun taso", joka tulee saavuttaa. Suotuisan suojelun tason kriteerit on määritelty hyvin tarkasti ja lajin suojelun taso on näiden mukaan suotuisa kun:

- - *kyseisen lajin kannan kehittymistä koskevat tiedot osoittavat, että tämä laji pystyy pitkällä aikavälillä pitämään itsensä yllä (maintaining itself) luonnollisten elinympäristöjensä elinkelpoisena osana*
- - *lajin luontainen levinneisyysalue ei pienene eikä ole vaarassa pienentyä ennakoitavissa olevassa tulevaisuudessa ja*
- - *lajin kantojen pitkäaikaiseksi säilymiseksi on ja tulee todennäköisesti olemaan riittävän laaja elinympäristö.*

Olennaista tässä määritelmässä on lohen suojelun tason määrittämisen kannalta, että perusteena on nimenomaan luonnonvaraisesti lisääntyvän kannan tila. Tämä tarkoittaa sitä, että riippumatta siitä kuinka paljon lohikantoja on viljelyssä lohen uhanalaisuus määräytyy luonnonvaraisen lisääntymisen perusteella. Taustalla on ajatus, ettei mikään laji ole turvassa, niin kauan kuin sen olemassaolo riippuu jatkuvasti ihmisestä. Vain tilanteissa, joissa laji on luontaisessa elinympäristössä, voidaan

luontoa säilyttää toiminnallisena kokonaisuutena jatkuvasti elävänä ja muuttuvana, eikä ainoastaan tallettaa sitä erilaisiin keinollisiin ympäristöihin tai pakasteeksi. Kokonaistavoite EU:lla on ekosysteemien suojeleminen ja lajeja tulee suojella osana niitä.

Suotuisan suojelun tason tärkeä ja selvä ehto on myös se, että lajin on itse kyettävä ylläpitämään itsensä. Luonnonvaraisiinkin ympäristöihin saadaan elämää esim. jatkuvasti ylläpidetyillä istutuksilla, mutta silloin suojelun tavoite ei ole toteutunut. Runsaskaan istutettu kanta ei riitä perusteeksi suotuisasta suojelun tasosta, vaan lajin on itse kyettävä ylläpitämään itsensä.

Nykyisin lohen luontainen levinneisyysalue on jatkuvasti vaarassa pienentyä M74:n vuoksi, vaikka lisääntymisalueita ei varsinaisesti tuhottaisikaan. Alkuperäisistä elinympäristöistä on jo tuhattu hyvin suuri osa, mutta jäljellä olevat kutualueet todennäköisesti kuitenkin riittäisivät ylläpitämään Itämeren lohen pitkälläkin aikavälillä. EU:n kriteerien perusteella lohikannat eivät ole nykyisin suotuisalla suojelun tasolla ja sen saavuttaminen edellyttäisi vähintäänkin täyden tuotannon kaikilla nykyisillä kutualueilla.

Lisäksi on muistettava, että meillä on velvollisuus palauttaa hävinneet lohikannat ainakin niin kauan kuin on olemassa lisääntymisalueet, vaikka lohikannat häviäisivätkin ja lisäksi jopa velvollisuus palauttaa lisääntymisalueita mahdollisuuksien mukaan. Riittävän laaja perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttäminen on myös välttämätöntä tulevaisuuden taloudellisen hyödyntämisen varmistamiseksi.

Lohikantojen kestävä käyttö

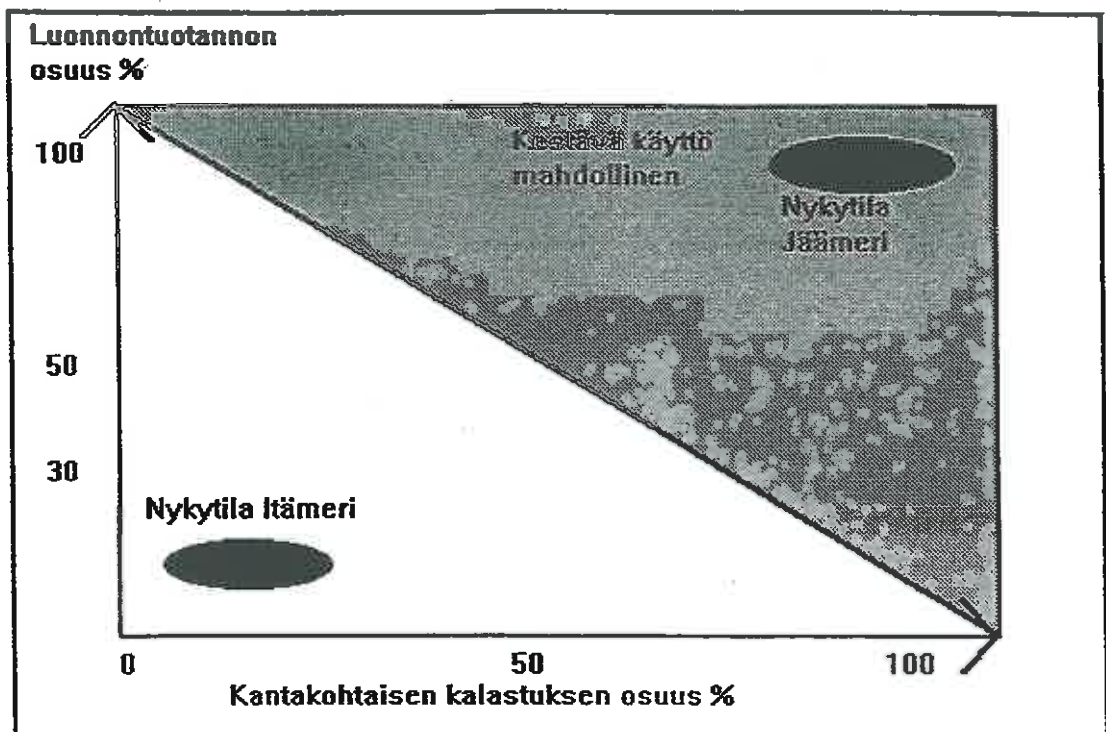
EU:n elinympäristödirektiivin mukaan *"käyttö ei saa olla ristiriidassa suotuisan suojelun tason säilyttämisen kanssa"*. Lisäksi lohi on mainittu lajina, jonka hyödyntäminen mahdollisesti vaatii käytön säätelyä. YK:n Biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä koskevassa yleissopimuksessa määritellään kestävä käyttö seuraavasti:

- *se tarkoittaa biologisen monimuotoisuuden osien käyttöä siten, että käytön laatu tai määrä ei pitkällä aikavälillä johda biologisen monimuotoisuuden vähenemiseen, ja joka siten tukee biologisen monimuotoisuuden mahdollisuuksia tyydyttää nykyisten ja tulevien sukupolvien tarpeet ja toiveet.*

Biologisen monimuotoisuuden osat ovat kaikkia niitä luonnon hierarkian tasoja kuten lajeja ja ekosysteemejä ja siis myös lohi lajina. Lohen kuten muidenkin yksittäisten lajien biologinen monimuotoisuus tarkoittaa lähinnä perinnöllistä monimuotoisuutta, joka siis ei saisi vähetä pitkällä aikavälillä. Viittaus aikaväliin nostaa erityisesti esille kyvyn toipua muutoksista. Hyödyntäminenhan usein välittömästi alentaa monimuotoisuutta, mutta olennaista on, ettei uusiutumiskyky heikkene ja hyödyntämisen jälkeen tapahtuu palautuminen hyödyntämisestä edeltävälle tasolle. Tämä on teoriassa selkeä tavoite, mutta käytännössä ei aina aivan yksiselitteistä. Jos kutualueet tuhoutuvat on tapahtunut selvästi kestäväntöntä käyttöä, mutta kysymys siitä, kuinka pieneksi voi populaation kalastaa, ennenkuin monimuotoisuus alkaa lopullisesti vähetä on huomattavasti vaikeampi. Hyvä esimerkki kestävästä käytöstä on Tenon lohi, kalastuksesta huolimatta joen poikastuotanto on lähellä luontaista tasoa. Itämerellä lohenkalastus ei ole nykyisin kestävä, sillä kutualueet tyhjenevät jatkuvasti.

Itämerellä kestävä käyttö voi tarkoittaa hyvin monenlaista kalastusta, sillä kestävyiden taso ei ole suoraan yhteydessä mihinkään kalastusmuotoon. Teoreettisesti voidaan kuitenkin tarkastella sitä, milloin kestävä käyttö on todennäköisimmin saatavutettavissa (Kalaraportteja 16). Kaksi kestävä käytön kannalta olennaista muuttujaa ovat luontaisesti lisääntyvän kannan osuus kokonaistuotannosta ja kantakohtaisen kalastuksen osuus. Tässä on huomattava, että luontaisesti lisääntyvän kannan osuuteen kuuluvat myös elvytysistutukset, alueille joilla lisääntyminen on mahdollista.

Yleinen otannasta riippuva lainalaisuus sekakantakalastuksessa on, että mitä pienempi on luontaisesti lisääntyvän kannan osuus, sitä helpommin se menetetään (Kuva 1). Mitä pienempi luontaisesti lisääntyvän kannan osuus on sitä tärkeämpää kestävä käytön kannalta on lisätä kantakohtaisen kalastuksen osuutta, jolloin säätely voidaan kohdistaa tehokkaasti lisääntyvään kannan osaan. Useilla erilaisilla toimenpiteillä voidaan siirtyä kohti kestävämpää käyttöä. Kantakohtaisen kalastuksen osuutta voidaan lisätä säätelypäätöksillä. Luontaisesti lisääntyvän kannan osuutta voidaan kasvattaa palauttamalla luonnontuotanto, lisäämällä elvytysistutuksia tai vähentämällä muita kuin elvytystarkoitukseen tehtyjä istutuksia tai siirtämällä padottujen jokien eteen tehtäviä istutuksia avoimiin jokiin.



Kuva 1. Teoreettinen tarkastelu kestävä käytön mahdollisuudesta sekakantakalastuksen vallitessa.

Itämeren lohen perinnöllinen monimuotoisuus

Perinnöllinen monimuotoisuus ilmenee aina usealla tasolla. Koska lohikannat ovat perinnöllisesti erilaistuneita eräs perinnöllisen monimuotoisuuden mittari on lohikantojen määrä. Kun Suomessa on aikaisemmin ollut 18 lohikantaa ja nykyisin tuotetun Nevan lohen lisäksi Itämerellä enintään 5 kantaa (Tornionjoki, Kemijoki, Simojoki, Iijoki, Oulujoki) on perinnöllinen monimuotoisuus siis pysyvästi laske-

nut. Monimuotoisuutta kuvastaa kantojen määrän lisäksi niiden keskinäinen erilaisuus. Mitä erilaisempia lohikannat ovat sitä monimuotoisempi on tietenkin koko lajin perimä. Nykyisin Itämeren lohikantojen perinnöllisistä, entsyymigeneettisistä ominaisuuksista on olemassa tietoa 21 kannasta. Aineisto kattaa jo varsin laajasti Pohjanlahden alueen (Kuvat 2 ja 3). Selvimmin erilaiset kannat Pohjanlahden alueella ovat Kalix- ja Simojoenkanta ja Oulujoen kanta. Keskenään hyvin samanlaisia ovat sen sijaan Tornionjoen, Iijoen ja Luulajanjoen kannat.

Lohikantojen sisäistä perinnöllistä monimuotoisuutta voidaan mitata kahdella tavalla, joko ns. keskimääräisenä heterotsygotiana, eli eriperimäisten yksilöiden osuutena tai keskimääräisellä erilaisten geenimuotojen määrällä (Taulukko 1.) Näissä mittauksissa on saatu tulokseksi, että luonnonvaraisesti lisääntyvien kantojen keskimääräinen heterotsygotia on usein korkeampi kuin viljeltyjen populaatioiden, vaikka luonnonvaraisesti lisääntyvien populaatioiden tila on nykyisin niinkin heikko. Tämä viittaa siihen, ettei viljelyllä ole kyetty pitämään yllä kovin suuria efektiivisiä populaatiokokoja. Nykyisin tosiasia on kuitenkin se, ettei luontainenkaan lisääntyminen kykene säilyttämään Itämeren lohen perinnöllistä monimuotoisuutta.

Taulukko 1. Itämeren lohen geneettinen monimuotoisuus

	Joki	Valtio	alkuperä	keskim. alleelia	keskim. he- terotsyg. %	tutkittu kalamäärä	Tuotanto 1990
1	VASALEMMA	Est	villi	1,7	24,3	7	1
2	KUNDA	Est	villi	1,5	23,4	25	4
3	OULUJOKI	Fin	viljelty	2,0	23,3	211	225
4	KEILA	Est	villi	1,8	22,2	28	2
5	LOOBU	Est	villi	1,7	19,5	15	7
6	SIMOJOKI	Fin	villi	2,2	19,2	707	17
7	KALIX	Swe	villi	1,8	18,4	350	50
8	BYSKE	Swe	villi	1,8	18,3	99	10
9	IJOKI	Fin	viljelty	1,8	18,0	411	255
10	TORNIONJOKI	Fin	villi	2,3	17,9	234	75
11	NEVA	Rus,Fin	viljelty	2,0	16,7	294	335
12	KEMIJOKI	Fin	viljelty	2,2	16,3	317	497
13	LULEÄLVEN	Swe	viljelty	2,0	16,1	60	541
14	TORNIONJOKI	Fin,Swe	viljelty	2,2	14,1	566	15
15	LJUSNAN	Swe	viljelty	1,7	14,1	50	231
16	LÖGDE	Swe	villi	1,5	13,7	69	1
17	DALÄLVEN	Swe	viljelty	1,5	13,0	199	162
18	ÄNGERMANÄLVEN	Swe	viljelty	1,7	12,6	100	351
19	SKELLEFTEÄLVEN	Swe	viljelty	1,8	12,2	84	112
20	UMEÄLVEN	Swe	viljelty	1,5	10,4	197	130
21	INDALSÄLVEN	Swe	viljelty	1,7	9,3	89	256
	VILLI			1,81	19,7	1534	167
	VILJELTY			1,84	14,7	2578	3110
	YHTEENSÄ			1,83	16,8	4112	3277
	JÄRVILOHI	Fin	viljelty	1,3	4,2	95	
	KUOLA	Rus	villi	1,7	31,3	102	
	TENO	Fin	villi	1,8	22,5	64	

Aineisto Kalix, Byske ja Lögde-joen kannoista Ståhl 1987.

Monimuotoisuuden vaikuttavat tekijät: valinta ja populaatiokoot

Oikein tehty kalanviljely ja istuttaminen ei vähennä kalakantojen monimuotoisuutta sellaisessa tilanteessa, jossa kantojen tila on jatkuvasti heikko ja heikkenee edelleen ja kun kutualueita on jatkuvasti tyhjillään. Kalanviljely ei säilytä perinnöllistä monimuotoisuutta yhtä hyvin kuin luonnonvarainen lisääntyminen, mutta nykytilanteessa se on suojelullisestikin välttämätöntä.

Kalanviljely voi muuttaa kalakantojen perinnöllistä rakennetta sekä erilaisten valintapaineiden että satunnaisten tekijöiden vaikutuksesta. Satunnaiset tekijät liittyvät pienissä populaatioissa tapahtuviin muutoksiin sekä emokalaja pyydyttäessä että edelleen viljeltäessä. Perinnöllisiin ominaisuuksiin vaikuttava valinta voi olla tahatonta tai tahallista. Emoja voidaan valita esimerkiksi koon, sukukypsyyksiä, kutuajankohdan tai nousuajankohdan mukaan. Viljely laitoksessa suosii yksilöitä, jotka kestävät tiheydestä aiheutuvaa stressiä, smolttiutuvat suhteellisen varhain ja ovat hyväkasvuisia. Lisäksi varsinainen luonnossa vaikuttava valinta puuttuu kalanviljelylaitoksesta.

Kalanviljelylaitoksissa syntyvissä populaatioissa efektiivinen populaatiokoko on yleensä alhaisempi kuin luonnossa syntyneillä populaatioilla. Jos sitten istutetaan suuria määriä laitospoikasia elinvoimaiseen luonnonkantaan on tuloksena luontaisen kannan efektiivisen populaatiokoon lasku. Tämä tilanne ei kuitenkaan toteudu, jos luonnonvaraisesti lisääntyvä kanta on vähenevä. Periaatteessa tulee kuitenkin olla varautunut lopettamaankin esim. Tornionjoen istutukset jos kanta elpyy tehokkaasti ja jos ainoana tavoitteena on tehollisten populaatiokokojen maksimointi.

Nykyisin luonnonvaraisesti lisääntyvällä kannan osalla on myös epäluonnollisia valintapaineita. Tehokas kalastus kohdistuu selvästi erilailla erilaisiin kaloihin. Kalastuksen aiheuttama valinta saattaa kohdistua kokoon tai käyttäytymiseen tai muuhun osittain perinnölliseen ominaisuuteen. Kalastusvalinnan luonne riippuu pyydystyypistä (verkko/siima/rysä), pyydyksen silmäkoosta, kalastuksen ajoittumisesta ja alueista suhteessa esimerkiksi vaelluksiin. Kokoon vaikuttava valinta saattaa myös kohdistua kasvusta riippuviin ominaisuuksiin kuten sukukypsyyteen tai elinkykyyn. Lisäksi säätely, joka kohdistuu tiettyyn osaan kalakantaan (esim. suhteessa kutupaikkoihin, aikoihin, vaellusaikaan tai reittiin) saattaa muuttaa kannan geneettistä rakennetta. Kalastusvalinnan tehon täytyy olla erittäin suuri kun esim. Tornionjoella kutemaan on päässyt viime vuosina kalastuksen jälkeen vain alle 1 % sieltä lähteneistä vaelluspoikasista. Maksimaalinen tuotanto lohijoella saadaan yleensä, jos jälkeläisistä pyydetään noin puolet. Lisäksi M-74 on ilmeisesti ainakin jossain määrin valitseva, ainakin se näyttää kohdistuvan tehokkaammin vanhempiin, myöhemmin sukukypsiksi tuleviin naaraisiin.

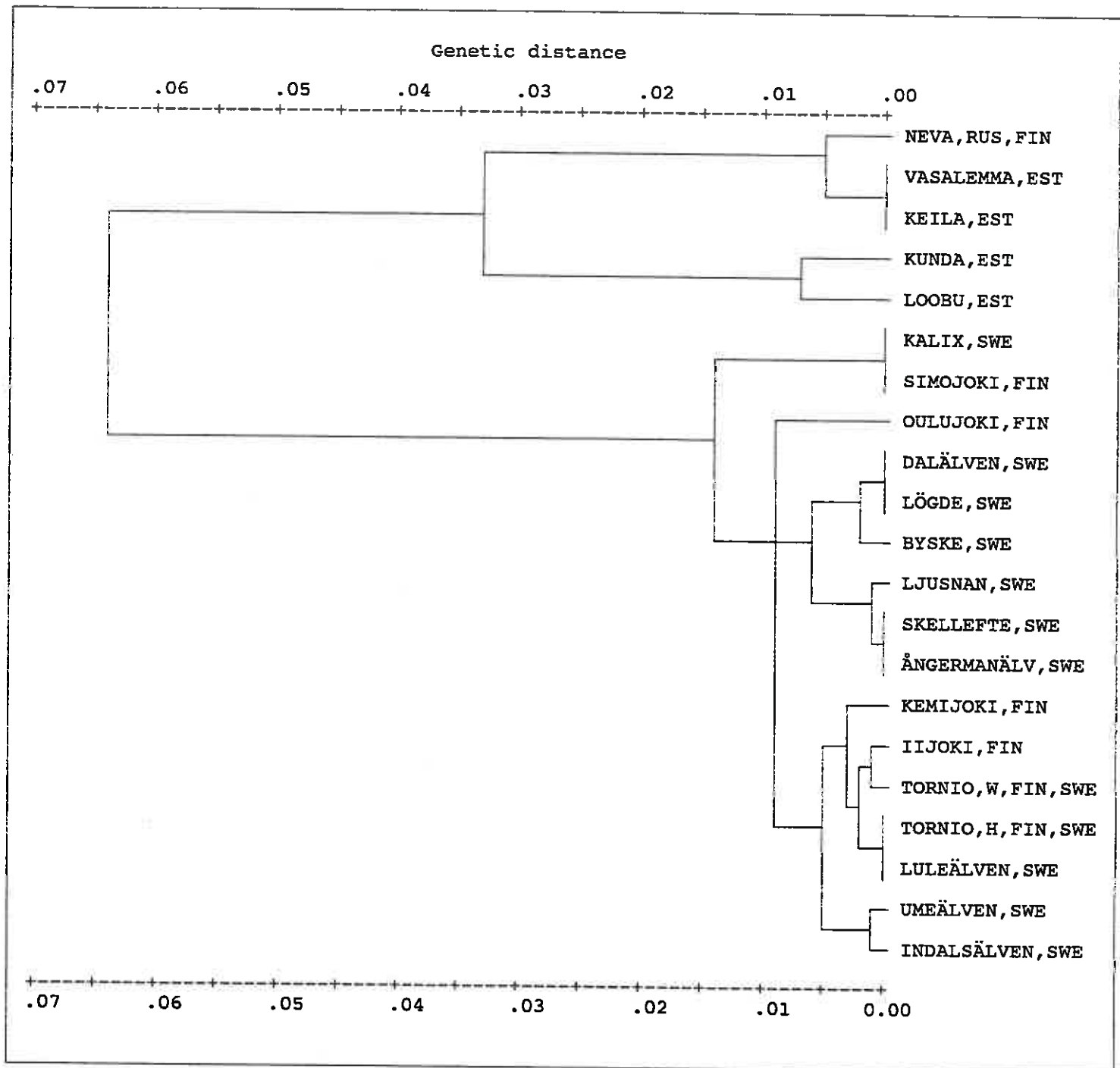
Monimuotoisuuden säilyttäminen

Pyrittäessä lajin perinnöllisen monimuotoisuuden säilymiseen tulisi säilyttää sekä kantojen välinen että niiden sisäinen perinnöllinen muuntelu, jotta säilytettäisiin sekä niiden nykyinen sopeutuneisuus eli nykyiset ominaisuudet että mahdollisuus sopeutua edelleen. Tämä tarkoittaa, että olisi pyrittävä säilyttämään sekä perinnöllisten etäisyyksien perusteella mahdollisimman erilaiset lohikannat (Kuva 2) että mahdollisimman muuntelevat kannat (Taulukko 1). Jos lohikantojen hoidossa on välttämätöntä yhdistää kantoja, tulee siis yhdistää mahdollisimman samanlaiset.

Samoin eniten erilaisia geenimuotoja sisältävien kantojen säilyttämisestä tulee huolehtia ensisijaisesti. Tilanteessa, jossa joudutaan valitsemaan eri monimuotoisuuden tasojen säilyttämisen välillä, on tärkeämmäksi kuitenkin asetettava tulevaisuuden sopeutumiskyky, vaikka se jouduttaisiin tekemään osittain nykyisten ominaisuuksien säilymisen kustannuksella.

Jos geneettisen monimuotoisuuden säilyttäminen asetetaan tavoitteeksi Itämeren lohikantojen hoidossa, olisi pitkällä aikavälillä tärkeintä säilyttää luonnonvarainen lisääntyminen ja pyrkiä estämään valikoivan kalastuksen ja viljelytoiminnan aiheuttamia geneettisiä muutoksia. Lyhyellä aikavälillä tärkeintä on välittömästi tallentaa mahdollisimman suuri osa Itämeren lohen geneettistä materiaalia emokalastoihin, jotta M-74:n aiheuttamat pysyvät menetykset Itämeren lohen perintöainekselle jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Samalla olisi pyrittävä minimoimaan luonnonvaraisesti lisääntyviin kantoihin kohdistuva kalastus, jotta kudulle palaavien lohien määrät nousisivat.

SSB.FIG 17.1.1995 Marja-Liisa Koljonen



Kuva 2. Itämeren lohikantojen geneettiset etäisyydet kuvastavat kantojen välistä monimuotoisuutta.



Kuva 3. Tutkittujen lohikantojen lisääntymisjokien sijainti.

KALAKANTOJEN MONIMUOTOISUUDEN SÄILYMISEN ARVIOINTI

JAAKKO LUMME

Oulun yliopisto, perinnöllisyystieteen laitos, Linnanmaa, 90570 Oulu

Tämä esitelmässä en valitettavasti pääse kertomaan siitä, mitä olemme saaneet selville ja tutkituksi Perämeren lohista, vaan siitä, mitä haluaisimme ja kenties voimme tutkia. Oulun yliopiston genetiikan laitoksella ei ole tutkittu kalapopulaatioita ainakaan kymmeneen vuoteen.

Syy siihen, että olen joutunut tänne pitämään esitelmää, lienee se, että olemme ikäänkuin tarjoutuneet alalle laatimalla tutkimussuunnitelmia ja apuraha-anomuksia, joissa kalat (lohet) ovat olleet yhtenä esimerkkinä. Kaikki tietävät, mitä varten apuraha-anomuksia tehdään: jotta rahaa saataisiin. Ilman rahaa ei voi tehdä juuri mitään. Biologia ei juuri etene lyijykynien ja roskakorien varassa (roskis kyllä on hyvä väline).

Työryhmämme on kuitenkin saanut varoja muiden kohteiden tutkimukseen, joten meillä on jo vähän kokemusta siitä työstä, jota lohillakin oli tarkoitus tehdä ja varmaan vielä tehdäänkin. Olemme selvittämässä kiljuhanhen, hömötiaisen ja kuukkelin populaatiorakennetta uudehkolla menetelmällä, ja prosessin sisäänajo on antanut tärkeätä tietoa siitäkin, kuinka tulisi menetellä lohien kanssa.

Menetelmä on mitokondrioiden DNA:n emäsjärjestyksen määrittäminen eli sekvensointi. Mitokondriot ovat solun pieniä voimalaitoksia, jotka muuttavat kaikenmuotoista kemiallisesti varastoitunutta energiaa sellaiseen muotoon, että solun omat mekanismit voivat käyttää sitä hyväksi. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että solu tarvitsee ATP:tä (adenosiinitrifosfaattia) aivan kaikkiin puuhiinsa, ja sitä on siis valmistettava yhtä lailla rasvoista, sokereista kuin proteiineistakin. Iso osa tästä työstä tapahtuu mitokondrioissa.

Mitokondriot ovat aitotumallisten soluissa olevia alkeellisten bakteereiden jälkeläisiä. Ne ovat saapuneet isäntäsoluun jo kauan sitten, eivätkä enää pitkään aikaan ole tulleet toimeen yksikseen. Kysymyksessä on aito symbioosi, sillä mikään aitotumallinen solu ei pärjää ilman mitokondrioita. Kasvit ovat lyöttäytyneet yhteen vielä toisen samantapaisen mikrobiryhmän kanssa, joista niille on kehittynyt viherhiukkaset.

Muistona itsenäisiltä prokaryootiajoilta mitokondrioilla on vielä pieni, joskin rappeutunut geneettinen järjestelmä, joka huolehtii muutamista asioista. Syynä oman järjestelmän säilyttämiseen on se, että mitokondrioiden geneettinen koodi oli alunperin hiukan erilainen kuin aitotumallisten.

Mitokondrion genomi eli sen DNA on eläimillä aika pieni, vain 16-19 tuhatta emäsparia. Ihmisen mitokondriossa on täsmälleen sanottuna 16 569 emäsparia, eräällä tarkoin tutkitulla banaanikärpäsellä 16 019.

Kun mitokondriossa on vain 22 transfer-RNA -geeniä, seuraa siitä sellainen kummallisuus, että geneettisestä koodista, joka on yleensä "kolmikirjaiminen", tarvitaan ja voidaan lukea vain kaksi "ensimmäistä kirjainta". Kunkin aminohapon koodista vain kahden ensimmäisen kirjaimen on oltava oikein. Kolmas "kirjain" eli emäs voi olla mikä tahansa neljästä. Tästä aiheutuu sellainen ero tuman geeneihin nähden, että emästasolla havaittavaa muuntelua on enemmän. Arvioidaan, että mtDNA:n muuntelu on kymmenkertainen verrattuna tuman DNA:n muunteluun tarkasteltaessa sellaisia alueita, joilla jotain järjestystä säilyy.

Mitokondrion DNA periytyy pääsääntöisesti naaraiden välityksellä. Munasolussa on miljoonia mitokondrioita, joissa jokaisessa on monia DNA-molekyyliä. Siittiössä on kaksi suurta mitokondriota, joiden työnä on tuottaa ATP:tä hännän potkuun, mutta useimmilla lajeilla, jollei kaikilla, häntä katkeaa siitostapahtumassa ja jää ulos. Näin koiraan mitokondrioDNA:ta saapuu alkioon vain hyvin vähän, jos lainkaan.

Mitokondrion DNA:n tutkiminen on oikea hitti populaatiobiologiassa ja evoluution tutkimuksessa tällä hetkellä. Erikoisen kiinnostava alue on ns. säätelyalue eli D-looppi, josta mtDNA:n replikaatio alkaa. Tällä alueella on sellaista DNA:ta, joka ei koodaa mitään proteiinia, vaan toimii vain eräänlaisena "resorina". Tästä seuraa se, että alueelle voi kertyä paljonkin geneettistä muuntelua, kun on samantekevää, mitä emäksiä alueella on, kunhan juosteen pituus on suunnilleen oikea. Tämän alueen lähellä on sitten taas sellaisia DNA-jaksoja, jotka ovat hyvin konservatiivisia eivätkä juuri muuntele, koska ne koodaavat elintärkeitä entsyymejä tai muita koneiston osia. Konservatiiviset jaksot ovat tärkeitä lähtöpisteitä muuntelevan jakson analyysille.

Menetelmä, jolla mtDNA:ta tutkitaan, perustuu kymmenenkunta vuotta vanhaan keksintöön, josta tekijä Kary Mullis sai Nobelin palkinnon viime vuonna. Kysymyksessä on ns. polymeerasiketjureaktio (Polymerase Chain Reaction eli PCR), joka on mullistanut populaatiogenetiikan.

Menetelmän aloittamiseksi pitää voida saada tutkittavasta DNA-alueesta varmaa emäsekvenssitietoa niin paljon, että voidaan valmistaa synteettiset oligomeerit eli alukkeet, jotka istuvat tutkittavan alueen päihin kuin nyrkki silmään. Tällaista tietoa voidaan usein saada kirjallisuudesta ja DNA-sekvenssitiedostoista, joihin päästään tietokoneen avulla. Kuten sanoin, osa mtDNA-sanomasta on hyvin konservatiivista eikä muuntele edes lajien välillä, yksilöistä puhumattakaan. Tällainen naapurilajilta määritetty jakso on hyvä lähtökohta. Lohikaloilta sekvenssejä on jo tietopankeissa riittävästi.

Muitakin aloituskonsteja on, mutta niissä voi kulua viikko tai kaksi. Mitokondriot voidaan eristää ja puhdistaa, ja koska niiden DNA on rengasmainen ja pienehkö, se voidaan erotella monin eri menetelmin. Se voidaan sitten pätkiä ja kloonata kirjastoksi, josta emästen sekvensointi onnistuu varsin vähäisten ennakkotietojen varassa.

Kun synteettiset alukkeet on hankittu, alkaa PCR. Liemeen sekoitetaan tutkittavaa DNA-aluetta mahdollisesti sisältävä näyte, DNA:n raaka-aineita, alukkeet ja entsyymi, joka osaa tehdä DNA:ta mallin mukaan. Entsyymi on peräisin kuumen lähteen bakteerista (*Thermus aquaticus*), joten se kestää aina silloin tällöin tapahtu-

van kuumennuksen: syntyneet DNA-kaksoisjuosteet hajoitetaan ja aletaan kopiointi alusta. Näitä syklejä toistetaan, kunnes arvellaan, että kopioita on valmistunut riittävästi.

Yksityiskohtiin menemättä voidaan sanoa, että samassa liemessä voidaan tehdä myös tarpeelliset temput DNA:n emästen määrittämiseksi (suorasekvensointi). Tällöin kopioidaan vain DNA:n kaksoisjuosteen toista puolta ja järjestetään sekvensointiin tarpeelliset reagenssit ja isotoopit paikalle.

LOHIKALOJEN mtDNA -TUTKIMUKSIA

MitokondrioDNA:n sekvensointia on jo käytetty lohikalojen tutkimuksiin. Esitteen muutamia tuloksia aivan esimerkinomaisesti.

McVeigh ja Davidson julkaisivat jo 1991 lohilajien fylogeneettisen selvityksen mitokondrion sytokromi b:n sekvenssiin (295 bp) perustuen. Eroja oli 51 emäksessä harjuksen ja nieriän välillä, pienin ero oli Oncorhynchus kisutchin (coho) ja O. mykissin (kirjolohi) välillä, 12 emästä. Muutkin tulokset vahvistavat aiempaa käsitystä divergenssin suhteellisesta läheisyydestä.

Patarnello ym. (1994) tutkivat italialaisia purotaimen-kantoja (Salmo trutta trutta muoto fario), josta on kuvattu erilaisia rotuja tai morfeja. He sekvensoivat 249 bp (emäsparia) sytokromi b -geenistä ja 343 bp 16S rRNA-geenistä. Yhteensä 20 muuntelevaa paikkaa löytyi, vaikka tutkimuksessa oli vain 24 yksilöä. Yksilöt jakautuivat kuuteen eri tyyppiin. Emässsekvenssejä verrattiin Atlantin loheen ja irlantilaiseen taimeneen (joista siis on vastaavat sekvenssit saatavilla).

Italialaistutkijoiden tulokset olivat lyhyesti seuraavat. Brenta-joesta löytyi Atlantilta peräisin olevaa taimenta, joka oli identtistä irlantilaisen kanssa. Fenotyyppisesti ja ekologisesti erilaistuneet muodot, joilla on jopa lajinimiä (macrostigma, carpio, fibreni), eivät poikenneet oleellisesti muista alueen alkuperäisistä kannoista.

Chen ym. (1994) tutkivat suorasekvensoinnilla Taiwanin, Japanin ja Kiinan ankeriaita. Tässä tapauksessa muuntelu oli suurta, vain kaksi tutkituista yksilöstä oli keskenään identtisiä. Mitään alueellista jakautumista ei havaittu. Tulos sopii hyvin biologisiin tosiasioihin. Ankeriaat kutevat yhdellä alueella (panmiksia), eivätkä toukat hakeudu suinkaan mihinkään tiettyyn "suvun" perinnejokeen, vaan mikä minnekin. Populaation koko on suunnaton.

MIKSI PITÄISI TAAS OMAKSUA UUSI MENETELMÄ?

MitokondrioDNA:n muuntelu eroaa nukleaaristen geenien muuntelusta populaatiogeneettisesti paljon. Periytymismalli on periaatteeltaan haploidinen. Tuman geenille tunnusomaista rekombinaatiotaipumusta ei ole. Hardyn ja Weinbergin tasapainolauselmalla ei tarvita. Tavattava muuntelu on luultavasti myös neutraalimpaa ja sopii siksi paremmin populaatiostruktuurin mallittamiseen.

Erona esimerkiksi entsyymigeenien elektroforeettiseen tutkimiseen on se, että kukin sadoista emäksistä tavallaan vastaa yhtä entsyymigeenilokusta. Vaikka emäkset ovat lähellä toisiaan, ne ovat toisistaan riippumattomia. Myös mutaatiotiheyden ero

on sekvensointimenetelmän eduksi kymmenkertainen. Muuntelevia emäksiä on luettavissa hyvin paljon enemmän kuin muuntelevia entsyymigenejä.

Mikään toistaiseksi tuntemistani kalatöistä ei niin havainnollisesti demonstroinut menetelmää kuin Weninkin ym. (1993, 1994) työt suosirristä ja karikukosta.

Eräänä aspektina on se, että mtDNA:n avulla voidaan tutkia populaation matemaattista rakennetta. Jos populaatiot erilaistuvat, se johtuu naaraiden migraatio- ja liikkumistavoista. Toiseen populaatioon tunkeutuneen koiraan mitokondrioista tosin voidaan määrittää, mistä sen äiti oli kotoisin, mutta se ei tuo mitokondrioitaan seuraavaan sukupolveen. Täten mtDNA-tutkimukset voivat täydentää kuvaa niissäkin tapauksissa, joissa entsyymielektroforeesin avulla on saatu hyvä käsitys populaation yleisrakenteesta, kuten Tenon ja Näättämön lohien tapauksessa (Elo 1993; Elo ym., 1994).

Kuten sanottu, meillä Oulussa ei ole tehty yhtään kalatutkimusta tähän mennessä. Aloimme kiljuhanhen ja hömötiaisen mtDNA:n sekvensoinnin varsinaisesti tämän vuoden helmikuun alussa, ja noin kahdeksansataa emästä mehukkaimmalta alueelta on nyt luettu molemmista. Suorasekvensointi onnistuu tämän perustyon jälkeen automaattisesti. Kustannukset yksilöä kohti ovat alkuvaiheiden jälkeen noin 200 markkaa, johon ei kuitenkaan ole laskettu työtä tekevän henkilön palkkaa. Laborantti voi menetelmän sisäajan jälkeen tuottaa noin 80 x 300 sekvenssidataa kuukaudessa, jolloin prosessissa menee melkein kaksikymmentä tuhatta markkaa kuukaudessa ongelmajätteisiin.

Kirjallisuus

- Elo, K. (1993) Gene flow and conservation of genetic variation in anadromous Atlantic salmon (*Salmo salar*). -*Hereditas* 119:149-159
- Elo, K., Vuorinen, J.A. ja Niemelä, E. (1994) Genetic resources of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Teno and Näättämö rivers, northernmost Europe. -*Hereditas* 120:19-28.
- McVeigh, H.P. ja Davidson, W.S. (1991) A salmonid phylogeny inferred from mitochondrial cytochrome b gene sequences. -*J. Fish Biol.* 39 (Supplement A): 277-282
- Patarnello, T., Bargelloni, L., Caldara, F. ja Colombo, L. (1994) Cytochrome b and 16S rRNA sequence variation in the *Salmo trutta* (Salmonidae, Teleostei) species complex. -*Molecular Phylogenetics and Evolution* 3: 69-74.
- Sang, TK., Chang, HY., Chen, CT. and Hui, CF. (1994) Population structure of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. -*Mol. Biol. Evol.* 11:250-260
- Wenink, P.W., Baker, A.J. ja Tilanus, M.G.J. (1993) Hypervariable-control-region sequences reveal global population structuring in a long-distance migrant shorebird, the Dunlin (*Calidris alpina*). -*Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 90:94-98
- Wenink, P.W., Baker, A.J. ja Tilanus, M.G.J. (1994) Mitochondrial control-region sequences in two shorebird species, the Turnstone and the Dunlin, and their utility in population genetic studies. -*Mol. Biol. Evol.* 11:22-31.

KALAKANTOJEN KÄYTTÖ KALAVESIEN HOIDOSSA

- KALASTUSLAIN TÄYTÄNTÖÖNPANON VALVOJAN NÄKÖKULMA

JUKKA NYRÖNEN

Kainuun maaseutuelinkeinopiiri, Kalliokatu 2, 987100 Kajaani

Kalavesien hoidon ja käytön strateginen peruslinja on johdettavissa kalastuslain ensimmäisestä pykälästä. Sen mukaan kalastusta harjoitettaessa on pyrittävä vesialueiden mahdollisimman suureen pysyvään tuottavuuteen. Erityisesti on pidettävä huolta siitä, että kalakantaa käytetään hyväksi järkipäisesti ja ottaen huomioon kalataloudelliset näkökohdat, sekä huolehdittava kalakannan hoidosta ja lisäämisestä. Tällöin on vältettävä toimenpiteitä, jotka voivat vaikuttaa vahingollisesti tai haitallisesti luontoon tai sen tasapainoon. Toisessa pykälässä velvoitetaan kalaveden omistaja järjestämään kalastus ja kalakannan hoito niin, että edellä sanotut tavoitteet otetaan huomioon.

Kalastusasioista puhuttaessa tarvitaan usein esille loitsusanat "Kalastuslain 1§:n mukaiset tavoitteet" milloin missäkin yhteydessä; milloin niitä ei ole noudatettu, milloin niihin on nimenomaisesti pyritty, milloin on niiden perusteella erityisesti luvattava, kiellättävä, pidätettävä tai päästettävä. Auta armias sitä joka loitsun rikkoo. Turhan harvoin kuitenkin on vaivauduttu paneutumaan loitsun sisältöön. Katsotaanpa sitä hieman.

Kalastuslaki edellyttää, että kalavesiä käytetään hyväksi kalastamalla ja kalakantoja eri tavoin hoitamalla. Kalastamisen pitää tapahtua järkipäisesti eli, jos tässä yhteydessä sivuuttaisin kalastusmahdollisuuksien jakoon ja käyttöön liittyvän ongelmasektorin, kalakannan hyödynnettävyys huomioon ottaen ja siten, ettei tulevien vuosien saalista vaaranneta (pysyvä tuottavuus-) vaikka pyritäänkin lähestymään tuottokyvyn rajaa (-mahdollisimman suuri-). Pitkälle viety tehopyynti aukkohakkuuperiaatteella ei oikeastaan ole sallittua, sillä luonnon tasapainoa ei saa vahingoittaa. Hyvinkin tehokas kalastus heilahtaneen tasapainon palauttamiseksi katsottanee kuitenkin hyväksyttäväksi, ainakin jos erimielisyyttä tavoiteltavasta tasapainotilasta ei ihmisten kesken vallitse.

Kalakantojen perinteisessä hoidossa, istutuksissa, on pidettävä myös Kl 1 §:n periaatteet. Niissäkin on tavoiteltava tuottavia kalakantoja, toimittava järkipäisesti ja vältettävä luonnon tasapainon vahingoittamista. Tässä istutuksista vastuussa olevat onkin asetettu paljon vartijoiksi kun taas kalastuslain vartijalta on kutakuinkin nyhdetty hampaat suusta. Kalojen istuttamisesta ei nimittäin ole muunlaista kontrolloivaa säädöstä kuin heiveröinen luvanvaraistaminen siten, että jos vesialueelle istutetaan sellaista kala- tai rapulajia jota siellä ei ennestään ole, tai jos alueelle suoritetaan kalan tai ravun siirtoistutus, on toimenpiteelle saatava maaseutuelinkeinopiirin lupa (Kl 121 §). Saman lajin vesistökohtaisten kantojen puhtaana pitämiseen pykälästä ei ole apua. Millä tahansa laitosviljelyyn hyvin soveltuvalla kannalla voidaan laillisesti sekoittaa saman lajin harvinaisimmatkin luonnonkannat. Varmemmaksi vakuudeksi lainsäätäjä on jättänyt tämän pykälän rikkomisenkin sanktioimatta. Siitäkö johtunee, että siirto- tai kotiutusistutusluvut eivät ole niitä työllistävimpiä käsiteltäviä maaseutuelinkeinopiireissä.

Sitä mukaa kun tietämys kalapopulaatioiden vuorovaikutuksista lisääntyy, saadaan käsitystä huonosti harkittujen istutusten kalakantojen tuottavuudelle ja/tai lajikoostumukselle haitallisten seurausten mahdollisuudesta. Kalastuslain säännöksistä ei ole tämänkaltaisen uhan torjuntaan. Ne soveltuvat ja niitä käytetään kalojen kuljetuksista ja istutuksista aiheutuvan tarttuvien kalatautien leviämisvaaran ehkäisemiseen. Voidaan jopa ajatella, että Kl 109 §:ssä rangaistavaksi määrätty muutoin kuin kalastamalla aiheutettu vaara tai vahinko kalakannalle tai kalavedelle kattaisi myös kalatautien levittämisen, vaikka tietääkseni sitä tarkoittavia oikeusprosesseja ei ole käyty eikä pykälän erityisperustelussa lain valmistelussa mainittu muuta kuin ympäristörikokseen rinnastettava kalaveden vahingoittaminen ja siinäkin nimenomaan kalastukselle, ei kalakannalle, aiheutuvan haitan mahdollisuus.

Tällä ruotimisella lienee jo tullut selväksi kalastuslain varsin heikko soveltuvuus luonnonkalakantojen monipuolisuuden ylläpitämiseen, lain 1 §:n sinänsä edistyksestä sanamuodosta huolimatta. Vielä on todettava, että lähinnä kalastuslain heikkoudesta johtuen aisapari kalastuslaki-vesilaki voivat vesioikeudellisen toimenpidevelvoitteen täytäntöönpanona realisoituessaan olla varsin tuhoisa yhdistelmä suurenkin vesialueen alkuperäisten kalakantojen ja biodiversiteetin kannalta. Vaikka päätöksessä nimittäin olisikin määrätty istutukset tehtäväksi kalatalousviranomaisen hyväksymällä tavalla, mutta istutettavaksi ei ole määrätty vesialueen alkuperäisiä kantoja, mikä puolestaan olisi usein velvoitteensaajan puolelta verrattain helposti kohtuuttomana vaatimuksena torjuttavissakin, ei istutussuunnitelman hyväksymisen yhteyteen ole mahdollista liittää kalakantaa koskevia vaatimuksia. Silloin havaintojeni mukaan istuttajalla on taipumus ratkaista kantakysymys ekonomisin, ei niinkään ekologisista perusteista.

Vesilain säännökset kalastolle ja vesiluonnolle aiheutettavien vahinkojen korvaamisesta käyvät sinänsä perusteeksi hyvinkin tarkasti määritellyille istutusvelvoitteille. Jos kohdealueella olisi todella arvokas, säilyttämistä vaativa kalakanta, ja moisesta asiainnosta oltaisiin asianosaisten kesken (huom. oikeusprosessi) riittävän yksimielisiä, voisi kalatalousviranomainen puolestaan menestyksellisesti vaatia todetun vahingon korvaamiseen tarvittavan, kohtuuhintaisen (käypä lajin markkinahinta) toimenpiteen sijasta kalanhoitomaksun määräämistä ja käyttää maksun sitten hinnasta välittämättä juuri sen oikean kalakannan istutamiseen. Seurauksena siis olisi vähintäänkin sen kannan tuoton pysyvä väheneminen, ehkä perusteellisempikin tasapainon heilahdus. Kun kalastuslaki ei juurikaan vahvista kalaveden omistajan/käyttäjän motiivia alueen ainutlaatuisen kalakannan ylläpitämiseen, mutta kylläkin kalakannan hyödyntämiseen, ei ole ihmeteltävä, jos hän tässä tilanteessa sitten kuitenkin mieluummin haluaa veteensä kaksi halpaa kuin yhden kalliin poikasen.

Sen tarkasteleminen, millä perusteella eri istuttajaorganisaatiot valitsevat käyttämänsä lajit ja kannat, on aloitettava tarkastelemalla millä perusteella he istuttajina esiintyvät, ts. onko kysymyksessä velvoitteen toimeenpano, jonkin avustuksen käyttö sen myöntäjän ehdoilla vai kokonaan oman vapaan tahdon ilmaisu.

Velvoitteiden toimeenpanoa säätelevät hieman pelkistään pääsääntöisesti lajien ja määrien tarkkuudella tuomioistuimien päätökset. Joskus lajia tarkennetaan kannalla, joskus jollain tietyllä ominaisuudella, esim. maininnalla soveltavuudesta sisävesiin. Velvoiteistutusten suunnittelua leimaa myös tietynlainen julkisuus, eli lausunto/hyväksymiskäsittely asianosaisten kohdealueen vedenomistajien ja vi-

ranomaisten kesken. Tässä viitekehyksessä istuttaja toimii kalanpoikasmarkkinoilla useimmiten ostajana, joskus myös tuottajana. Maa- ja metsätalousministeriön istutusrekisterin mukaan velvoiteistutuksille ominaisen prosessin kautta on viime vuosina tapahtunut noin puolet Suomessa tehdyistä n. 70 miljoonan markan arvoisista istutuksista (48.2 % v.1990).

Julkiset avustukset kalanpoikasistutuksiin tarkoittavat ns. kalastuskorttivaroja. Niitä käyttävä istuttaja joutuu perustelemaan tarpeitaan istutusten yleisellä hyödyllisyydellä, missä huomioon otetaan myös pyrkimys puhtaan kannan ylläpitoon. Avustuksen myöntäjä voi puoleltaan asettaa ehtoja, esim. määrätä minkä lajin/kannan hankintaan avustusta saa tai ei saa käyttää. Vuonna 1990 käytettiin kalastuskorttivaroja istutuksiin 6.5 miljoonaa markkaa. Korttivarojen käytöstä istutuksiin on tässä yhteydessä syytä todeta, että vuoden 1994 alusta muuttuneen järjestelmän mukana istutuksiin liikenevää rahaa ei juuri jäänyt kalastusviranomaisen harkittavissa olevan avustusosuuden piiriin, mutta kalastuksenhoitomaksuista kertyvän rahan määrä kalavedenomistajien oman päätöksenteon kautta vaikkapa istutuksiin lisääntyi merkittävästi. Istutuksiin käytettävissä oleva julkinen raha siis lisääntyi, mutta sen käytön julkinen kontrolli väheni.

Istuttajan vapaan harkinnan mukaan istutettiin v.1990 kalanpoikasia vedenomistajien, metsähallituksen ja "muin" varoin yhteensä 18.2 miljoonalla markalla. Tähän samaan ryhmään lukisin periaatteessa myös valtion kalanviljelyvaroin 12.5 miljoonalla markalla tehdyt istutukset. Niiden on lupa olettaa olleen istukkaiden lajin, kannan, muun laadun ja määrän suhteen ja kaikilla muillakin kriteereillä mitattuna esimerkillisiä suorituksia.

Istuttajalla on siis roolistaan riippuen enemmän tai hieman vähemmän mahdollisuuksia harkita millaiseen istutukseen ryhtyy. Mitä hän silloin mahtaa pitää valintansa kriteereinä? Mitä kalalajia tai sen mitä kantaa hän katsoo tarvitsevänsä, miksi ja kuinka paljon? Tämän esitelmän haastekirjeessä kerrottiin taustaksi, että valtion kalanviljelyllä on tarjolla ravut mukaan lukien 22 lajista yli 80 kantaa, eli ilman rapuja ilmeisesti 20 lajia ja ne kahdeksisenkymmentä kantaa. Tämän sortimentin riittävyttä voimme tarkastella MMM:n istutusrekisterin avulla. Vuosittaisista läänikohtaisista yhteenvedoista voidaan lukea mm. että sinä aikana kuin rekisteriä on pidetty, eli vv. 1989-1993 kaikissa lääneissä käytettiin keskimäärin 9 - 17 lajia istutuksiin. Selvää kehitystä suuntaan tai toiseen tahi selvää läänien välistä eroa käytettyjen lajien määrässä ei ole havaittavissa. Vuonna 1990 koko maassa käytettiin 27 kalalajia + ravut. Vuonna 1993 käytettiin 30 kalalajia. Istutuksissa on siis käytössä kymmenkunta kalalajia enemmän kuin valtion kalanviljelyllä on tarjolla. Täydennystä valikoimaan tulee yksityiseltä kalanviljelyltä ja siirtoistutus-toiminnasta. Luultavasti ainakaan Vaasan läänissä v.1993 kirjattu 7 kpl särki-istutus ei ole kalanviljelystä lähtöisin.

Vuoden 1993 istutustilastoista löytyy seuraavat istutetut kalalajit:

ahven	järvitaimen	meriahven	pikkunieriä	siika plankton
ankerias	karppi	merilohi	puronieriä	siika pohja
harjus	kirjolohi	meritaimen	purotaimen	siika kari
hauki	kuha	muikku	spleiknieriä	siika vaellus
harmaanieriä	lahna	nahkiainen	siika sp	särki
järvilohi	made	nieriä	siika peled	säyne

Mitä sitten tulee rekisteriin kirjattuihin kantatietoihin, on sanottava, että ne eivät taida olla samasta maailmasta kuin valtion kalanviljelyn kantatiedot. Niitä lukiessa ei voi välttyä ajatukselta, ettei kannan valinta liene kaikilla istuttajilla aina saman päivänkään ohjelmassa kuin muu istutuksiin liittyvä päätöksenteko. Vaivasin RKTL:n Saimaan yksikön Maija Hyttistä tulostamaan itselleni istutusrekisterin laji- ja kantakohtaiset summat rekisterin ylläpitoajalta lääneittäin, aikomuksenani pohdiskella ja esitellä eri lajien ja kantojen levinneisyyttä maan eri osissa. Valitettavasti rekisteri on lähes käyttökelvoton siihen tarkoitukseen. Teknisistä syistä tähän esitykseen ei ollut mahdollista koota rekisterissä olevien lajien kantatietoja lajikohtaisesti, mutta seuraavat poiminnat osoittanevat, ettei sillä olisi juuri merkitystäkään.

Läänikohtaisesti vertaillen laajin kantamerkintäkirjo on järvitaimenella. Siltä löytyi Lapin läänin vuoden 1991 istutuksista peräti 17 erilaista kantamerkintää. Näyttää siltä, että järvitaimenella varsinainen lajien monimuotoisuus alkaa vaikuttaa joko myyjän tai ostajan argumenttina vasta Oulun läänin etelärajasta ylöspäin, sillä kun muualla Suomessa istutuksista on 2 - 5 (Mikkelissä 8) kantamerkintää, on niitä Oulun läänissä 12 ja Lapin läänissä 17. Kaikkialta maasta voidaan sanoa, että jos se on järvitaimenta ollut, niin on se Rautalammin kantaa ollut. Sitä on joka läänissä. Valtakunnanosaakohtaista reviirijakoa näyttää jonkin verran esiintyvän, niin että yleisinä Järvi-Suomen alueella on erilaisia Vuoksen, Vuoksen Hei, Pie, Koitajoen, Pielisen ja Kuolimon kannoiksi nimettyjä ja Oulun ja Lapin lääneissä Kuusamosta peräisin olevia Kitkan Jyp, Jap, Oulankajoen ja Kuusinkijoen kannoiksi nimettyjä. Vain Oulun läänissä näkyy merkintöjä Montan kannasta, joka on laitoksen nimeä kantava cocktail, hyötyisä seos, jonka historian joku kuulijoista ehkä tuntee. Samoin vain Oulun läänissä on käytetty Varisjoen kantaa, joka on luonnosta viljelyyn otettu. Ottopaikka, Varisjoki, tosin ei ole kovin eristynyt joki; se on Kivesjärven toiseksi laskujoeksi ihmisten toimesta kaivettu verrattain läheisessä menneisyydessä. Vain Lapin läänin alueella käytettyjä puolestaan ovat esim. Ivalon, Juutuan, Kemijoen ja Pallasjoen kantaa tarkoittavat merkinnät.

Mitä sitten olivat ne Lapin läänin 17 kantaa? Kas tässä:

järvitaimen	Kiellajoki	Pöyrisjärvi
Ivalojoen	Kitkajoki Jyp	Rautalammen rei
Juutua	Kitka JYP	Vuoksen ves
Juutuaajoki	Kja	Vuoksen vesistö
Kemijoki	Ks	Vuoksen Rautal
Keskisuomi	Pallasjärvi	

Lyhyestä viljelyhistoriastaan huolimatta myös kuhalta löytyy melkoinen kantamerkintöjen valikoima. Vuoden 1993 istutuksissa Mikkelin läänissä kirjattiin 13 kantaa. Ne olivat seuraavanlaiset:

kuha	Maavesi	Pyhäjärvi
AVE	Näsijärvi	Päijänne
KOI	Painio	VAN
Kyyvesi	Painiojärvi	YYY
LOH		

Kantamerkintöjen hauskoista piirteistä erottuu kuhallakin yksi valtakunnallinen kantamerkintä, nimittäin Vanajaveden kanta. Sitä on istutettu ainakin Vanajan, Vanajaveden, Vanajanselän, Vanajaveden, Vanaveden ja Vanjaveden kuhana.

Jos vielä mainitsee järvitaimenelta täsmällisen kantamerkinnän MonRauKonJyp, karisiialta Saariston ja Skärgårdin, peledsiialta Neuvostoliiton ja CPeledin sekä vaellussiialta Perämeren, Saaristomeren ja CLavaretus'in unohtamatta Sargassomeren ankeriasta, on katsaus valtakunnalliseen istutusrekisteriin valmis sen päätteliseksi, mitä kantojen valintaa ja käyttämistä koskevien ratkaisujen perusteluista voidaan tässä valossa arvela.

Kantaa tarkoittavien merkintöjen kirjavuudesta voi jo päätellä, ettei kannan arvos- tus ole kovin suuri. Merkinnähän eivät ole rekisteriä päivittäneiden piirin kalas- tusmestareiden töppöilyä vaan joitakin ilmeisiä kirjoitusvirheitä lukuun ottamatta taltioita siitä tiedosta, mikä istutustapahtumaan osallistuneilla on ollut käyttämäs- tään materiaalista. Näin enempää istuttajan (maksajan) kuin toimittajankaan (viljelijän, myyjän) laatutietoisuudesta ei voi aina antaa korkeaa arvosanaa. Se, että valtakunnan läpi leviää jokin Rautalammin taimen, kertoo laitokseen ja kalan viljel- tävyysominaisuuksien vaikutuksesta tuotannon volyymeihin ja varmuuteen ja sitä kautta menestyvään markkinointiin sekä kykyyn palvella asiakkaita myös hinnalla.

Hinnalla asiakkaitaan palvelevat myös siian kasvattajat. tulosta riippuen luonnon- ravintokasvattajalla on enemmän tai vähemmän kiire päästä tuotteestaan eroon ennen kuin lammikko jäätyy. Niinpä ei ole ihme, että Iijoen, Kemijoen tai Ohtaojan kantamerkinnöillä löytyy siikaistutuksia eteläisintä Suomea myöten.

Mm. kalaveden hoitoon anottujen avustusten ja istutusvelvoitteiden toimeenpa- nosuunnitelmien käsittelyn yhteydessä on vuosien varrella tullut ilmi eri lajien muo- tivirtauksenomaisia kysyntäboomeja. Kaikki muistavat sen kuinka Suomessa opittiin kasvattamaan siikaa luonnonravintolammikossa. 1970-luvun lopulta ke- sänvanha siika oli patenttilääke lähes kaikkeen järvien kalanhoitoon. Ensimmäinen muotilaji lienee ollut peledsiika, jolla 1980-luvun alussa aiottiin pelastaa rehe- vöityvät järvemme. Tämä periaatteessa muikun korvikkeeksi aiottu siika sai pian huonon maineen ja joutui väistymään "oikean" planktonsiian, muksunin tai mitä nimeä se sitten kantoikin, tieltä, jolloin se viime vaiheessa muodosti hylkytavarana tietynlaisen markkinahäiriön, samalla kun "muksunin" kysyntää pienempi tarjonta huolehti siitä, ettei kantoja kyselty kunhan tätä harvinaista herkkua saatiin.

Seuraava vaihe siian historiassa hoitokalana oli sen planktonia syövän muodon (olen tässä esityksessä koko ajan käsitellyt eri siikamuotoja eri lajeina) korvaami- nen pohjaeläimiä syövällä, ettei se kilpailisi muikun kanssa tai ettei sen kasvu hi- dastuisi, tai harjuksella, jotta saataisiin urheilukala. Molemmissa tapauksissa lajin- vaihtoa seuraava markkinailmiö on ollut edellä kuvatun planktonsiika-murroksen kaltainen.

Samanlainen muotikala on onnistuttu saamaan kuhasta. Maa on täyttymässä sen alueen kantaa olevilla kuhilla, jolla viljely on päässyt parhaimpaan vauhtiin. Kuhan viljelyssä ei tosin alun pitäenkään ole kuulemma otettu tavoitteeksi kantojen eril- lään pitämistä, ja niinpä nämä "Vanjaveden" kannat eri sekoituksina näyttäytyvät istutustilastoissa kantoina "NN", "YYY", tai "XX".

Edellä kerrotusta voidaan mielestäni päätellä, että istuttajaa ei sanottavasti kiinnosta kalalajien kantalukut. Tärkeä on laji, joka valitaan sen perusteella, miten sen toivotaan vesistössä käyttäytyvän. Niinpä istutetaan jotain lajia täydentämään vähenevän, suosituksen lajin populaatiota, tai korvaamaan jokin hävinnyt tai häviäväksi uskottu laji (planktonsiika muikun tilalle), tai käyttämään vähemmän kilpailuksi uskottua ravintoa (pohja/vaellussiika), syömään vieroksuttuja pikkukalakantoja (taimen/kuha kuoreen kimppuun) ja olemaan samalla uuden kysynnän synnyttäjä ja vielä pysyttelemään kiltisti istutusvedessä (Jt Jyp). Valittavan usein lopullinen, lajin valinnankin ratkaiseva vaikuttaja on tuo paras konsulentti, markka. Tämän väittämän perustan niihin lukuisiin kertoihin, kun olen kuunnellut tai käsitellyt maksatuspyyntöjä ennalta suunnitellusta poikkeavien kalanpoikasos- toksista, joihin on päädytty kustannussyistä. Kalavesien hoidossa käytettävä raha näyttää yleensä olevan niin kuumaa, ettei sitä voi pitää hallussa pitkää aikaa. Niinpä kovin usein istutetaan myös vain istuttamisen itsensä vuoksi, eikä silloin edes lajilla ole juuri paljonkaan merkitystä.

Kalakannalla näyttää olevan selvästi enemmän merkitystä kalan viljelijöille kuin istuttajille. Edellä on jo viitattu Rautalammin reitin taimeneen. Hiljakkoin tehdyssä viljeltävyydestutkimuksessa se osoitettiin yhdessä myös jo edellä mainitun Montan taimenen kanssa laitosviljelyyn hyvin sopivaksi. Eri kannoillahan on erilaisia hautoutuvuus-, alkukasvu- ym. ominaisuuksia jotka tekevät toisista kaloista helpommin, toisista vaikeammin viljeltäviä. Helposti viljeltävillä on taipumus yleistyä. Siian luonnonravintoviljely on hyvä esimerkki kannan vaikutuksesta viljelyyn ja sen kautta kysyntään. Pohjoisen kasvukauden erilaisuuden vuoksi esim. Sotkamon reitin siika kuoriutuu laitoshaudonnassakin myöhemmin kuin jotkut yleisesti käytetyt eteläiset kannat, ja se taas sopii Kainuun alueen kevään tuloon niin että vasta-kuoriutunut poikanen saadaan oikeaan aikaan lammikkoon. Tuloksena on onnistuneempi kasvatus ja hyvä istukas näille leveysasteille. Mitalin käänttöpuoli kanta- puritaanien vahingoksi on se, että esim. Kuusamon alueen laajamittainen siian viljely alalle tyypillisen markkinamekanismin kautta tuottaa pitkin maata pohjoisia siikakantoja.

Hyvät kuulijat. Vaikka käsitykseni kalakantojen tietoisesta valitsemisen arvosta istuttajien toimintaa ohjaavana tekijänä ei ole kovin korkea, se ei tarkoita, että pitäisin kehityksen ohjaamista kantoja arvostavaan suuntaan tarpeettomana. Käsittääkseni Suomessa on tosin jo kuljeteltu kaikkia ns. hoitokalalajeja siinä määrin ristiin rastiin, että on perin vaikea enää puhua todella "puhtaista" luonnonkannoista, mutta monimuotoisuutta löytynee vielä vaikka millä mitalla. Istutusten suorittajalle pitäisi vain olla tarjolla tietoa ja valistusta ratkaisujen tekemiseksi sekä vaihtoehtoja käytettäväksi sitten kun ratkaisu on tehty. Viranomaisen ohjauskeinot eivät tässä asiassa ole kovin moninaiset: voidaan lähinnä vain edistää varoja ohjaamalla kalavesien hoitajien tietotaidon kasvattamista. Luonnonkantojen häviämistä voidaan hidastaa esiintymällä perustelluin vaatimuksin vesioikeusprosesseissa ja ohjaamalla vesistöjen kunnostuksia. Paikalliseen "häätäpuun", kalastuskieltoihinhan maaseutuelinkeinoalueilla ei nyt enää ole valtuuksia, joten kalastuksen säätelyä voidaan vain välillisesti ohjata.

Kalanviljelyllä, olipa se valtion suorittamaa, rahoittamaa, muutoin ohjaamaa tai ei, on ratkaiseva asema kantojen monimuotoisuuden säilyttäjänä. Kaupantekovaiheessa vastuu on mielestäni enemmän myyjällä kuin ostajalla. Kun valtion kalanviljely

on ymmärtääkseni ottanut vastuulleen harvinaisten luonnonkantojen ylläpitämisen sikäli kuin se on viljelyn keinoin tehtävissä, tulisi sen pystyä profiloitumaan tässä asiassa, mikä puolestaan vaatii sekä toiminnan että rahoituksen linjaamista, ei välttämättä taloudellisessa mielessä kaikkein tuloksekkaimpaan suuntaan. Tärkeää on pystyä luomaan enemmän vesistökohtaiseksi hajautettua istukastuotantoa ja saada se toimimaan siinä määrin ohjelmallisesti (vakauttamaan kysynnän), ettei suurta tarvetta bulkkitavaran polkumyyn-teihin synny.

OSALLISTUJAT

Aarnipuro Yrjö
Ahonen, Markku
Alapuranen Jaakko
Alatalo, Jouko
Arkko Pasi
Arttijeffer-Kuosmanen Leena

Clayhills, Tom

Eskelinen, Päivi
Eskelinen, Unto

Guttorm, Marja

Hannelin, Pekka
Hartikainen, Eero
Heikinheimo, Ilkka
Heikkinen, Veikko
Heinimaa, Petri
Heinonen, Eero
Hiltunen Eero
Himberg, Mikael
Hirvelä-Koski, Varpu
Hokki, Rauno
Horttanainen, Jyrki
Huusko, Oili
Huttula, Erkki
Hytinen, Veijo
Hyvärinen, Pekka
Hänninen, Juha
Härkönen Riku

Iivari, Hanna
Iivari, Juha
Ikäheimo, Mikko

Jokela, Eine
Jokikokko, Erkki
Juntunen, Keijo
Juola, Markku
Jutila, Eero
Juuso Heino

Kannel, Risto
Kantanen, Juha
Karjalainen, Timo
Kauttu, Ari
Kauttu, Jaana
Koljonen, Marja-Liisa
Korpivuoma, Jukka
Koski, Perttu
Kujala, Kari
Kummu, Pekka
Kurtti, Jukka
Kurtti, Salme
Kuosmanen, Mika

Laaksonen Tapio
Lerche, Olle

Ylitalo Oy
RKTL / Inari
Lapin maatalouskeskus
Lapin ympäristökeskus / Rovaniemi
RKTL/ Saimaa
RKTL / Sarmijärvi

Valtion kalatalousoppilaitos / Kirjala

RKTL / Laukaa
RKTL / Laukaa

RKTL / Inari

Nilakkalohi Oy / Hollola
MH / Pudasjärvi
Vesiviljely Ky, Rovaniemi
Oy Bio-Mar Ab, Oulu
RKTL / Inari
RKTL / Inari
RKTL/ Simo
Valtion kalatalousoppilaitos / Kirjala
EELA / Oulu
RKTL / Taivalkoski
RKTL / Helsinki
Simon kalatalouden koulutusyksikkö / Simo
Lapin Ympäristökeskus / Rovaniemi
RKTL / Taivalkoski
RKTL / Paltamo
Lapin kalatalouskeskus / Kemijärvi
Perämeren kalastusalue

RKTL / Inari
RKTL / Muonio
Kuopion yliopisto / Kuopio

RKTL / Taivalkoski
RKTL / Simo
RKTL / Muonio
Voimalohi Oy / Oulu
RKTL / Helsinki
Lempeän kalastuskunta

RKTL / Paltamo
MTT / Eläinjalostusyksikkö, Jokioinen
RKTL / Taivalkoski
RKTL / Sarmijärvi
RKTL / Sarmijärvi
RKTL / Helsinki
MH / Itä-Lapin alue, Sodankylä
EELA / Oulu
Pohjois-Karjalan maaseutukeskus / Keskijärvi
RKTL / Helsinki
RKTL / Kuusamo
RKTL / Taivalkoski
Kuopion yliopisto / Kuopio

RKTL / Sarmijärvi
Valtion Kalatalousoppilaitos / Kirjala

Leskelä, Tuula
Lindgren, Seppo
Lindström, Pentti
Linna Veikko
Liukkonen Mikko
Louhimo, Jarmo
Loukusa, Erkki
Lovikka, Tapio
Lumme, Jaakko

Manninen, Kaarina
Maunu, Armi
Mosorin, Heikki
Muje, Petri
Mustonen, Juha
Mutenia, Ahti
Määttä, Elisa
Määttä, Raimo
Määttä, Rainer
Määttä, Vesa

Niemitalo, Vesa
Niva, Teuvo
Nivunkijärvi, Tauno
Norrgård, Erkki
Nuutinen, Seppo
Nyrönen, Jukka

Partanen, Merja
Partanen Tapani
Parviainen, Pentti
Pasanen, Pentti
Pentikäinen, Veikko
Piironen, Jorma
Puhakka, Kari
Pruuki, Veijo
Pukkila, Heimo
Pulkinen, Kyösti
Pursiainen, Markku

Rissanen, Ilkka
Rytilahti Juhani

Saari, Reijo
Sainio Simeon
Savikko, Ari
Simola, Hilka
Säkinen, Erkki
Säntti Jukka

Tossavainen Seppo
Tuisku, Tuomo
Tyni, Aini

Vaajala, Markku
Virkkunen, Asko
Väisänen, Anita
Välmaa Reino
Westman, Kai

Ylikärppä Markus
Ylitalo Jussi

Lapin luonnonsuojelupiiri / Rovaniemi
Taimen Oy / Laukaa
RKTL / Taivalkoski
RKTL/ Saimaa
Kalamiesten keskusliitto
RKTL / Evo
RKTL / Taivalkoski
Voimalohi Oy / Oulu
Oulun yliopisto / Oulu

RKTL / Helsinki
RKTL / Ivalo
MH / Pudasjärvi
Kuopion yliopisto / Kuopio
RKTL / Kuusamo
RKTL / Ivalo
RKTL / Taivalkoski
RKTL / Kuusamo
RKTL / Muonio
RKTL / Taivalkoski

Simon kalatalouden koulutusyksikkö / Simo
RKTL / Taivalkoski
Voimalohi Oy / Oulu
Rehuraio Oy / Raisio
RKTL / Tervo
Kainuun maaseutuelinkeinopiiri / Kajaani

Voimalohi Oy / Oulu
Metsähallitus
Taivalkosken kalanviljely Ky / Taivalkoski
RKTL / Taivalkoski
Taimen Oy / Laukaa
RKTL / Enonkoski
Voimalohi Oy / Oulu
RKTL / Helsinki
RKTL / Ivalo
RKTL / Tervo
RKTL / Enonkoski

RKTL / Tervo
RKTL/ Simo

Kemijoki Oy / Oulu
YLE
RKTL / Muonio
RKTL / Taivalkoski
RKTL / Taivalkoski
Lapin maaseutukeskus

Arvo-Tec Oy
Metsä- ja kalatalousalan koulutuskeskus / Savonlinna
RKTL / Taivalkoski

RKTL / Enonkoski
RKTL / Taivalkoski
RKTL / Taivalkoski
Tornionjoen kalastusalue
RKTL / Helsinki

RKTL / Simo
Ylitalo Oy

XIX VALTION KALANVILJELYN NEUVOTTELUPÄIVIEN OHJELMA

27.3.1995 Kalakantojen monimuotoisuuden hoito

Puheenjohtaja: Laitosjohtaja Pentti Pasanen, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

9.00-11.00	Ilmoittautuminen ja tulokahvi
11.00-11.15	Avaus <i>Kare Turtiainen, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos</i>
11.15-11.30	MMM:n kala- ja riistaosaston edustajan puheenvuoro
11.30-12.15	Biodiversiteetti ja kalakantojen hoito <i>Jukka Salo, Maj ja Tor Nessling säätiö</i>
12.15-13.00	Kalakantojen säilyttäminen ja emokalastojen geneettinen hoito <i>Jorma Piironen, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely</i>
13.00-14.00	Lounas
14.00-14.30	Emokalaston perustaminen <i>Markku Vaajala, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely</i>
14.30-15.15	Suomen lohikantojen säilyttäminen <i>Marja-Liisa Koljonen, RKTL Kalakantojen ja kalavesien tutkimus</i>
15.15-15.45	Kahvi
15.45-16.30	Kalakantojen monimuotoisuuden säilymisen arviointi <i>Jaakko Lumme, Oulun yliopisto</i>
16.30-17.00	Kalakantojen käyttö kalavesien hoidossa <i>Jukka Nyrönen, Oulun maaseutuelinkeinopiiri</i>
17.00-17.30	Loppukeskustelu ja päivän päättäminen
20.00-	Päivällinen ja illanvietto

KALATUTKIMUKSIA— FISKUNDERSÖKNINGAR -SARJASSA ILMESTYNEET NITEET

1

SARVALA, J. Kalantutkimus puntarissa: Suomalainen kalantutkimus 1980-luvulla. Sammandrag: Fiskeriforskningen i Finland under 1980-talet — en analys baserat på publikationer. (Fisheries research in Finland during the 1980s — an analysis based on published papers). s. 1–19.

VEHANEN, T. ja NIEMITALO, V. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen siianpoikasten viljelyyn käytettyjen luonnonravintolammikoiden tuotosta ja tuottoon vaikuttavista tekijöistä. (Produktion som inverkar på produktionen av sikyngel i naturfoderdammar vid Norra Finlands Centralfiskodlingsanstalt). (Production of natural food rearing ponds and the factors affecting it in whitefish culture at the Central Fish Culture Station for Northern Finland). s. 21–99. Helsinki 1990.

2

HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P. Country report of Finland for the intersessional period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1988–1989. (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1988–1989). (Finlands nationella rapport gällande perioden mellan Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) sessioner 1988–1989). 33 s. Helsinki 1990.

3

Status of crayfish stocks, fisheries, diseases and culture in Europe. Report of the FAO European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC) Working Party on Crayfish. (Rapukannat, ravustus, taudit ja viljely Euroopassa. Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) raputyöryhmän raportti). (Kräftstammar, kräftfiske, sjukdomar och odling i Europa. Rapport från Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) kräftarbetsgrupp). Edited by (toim.) Westman, K., Pursiainen, M. and Westman, P. 206 p. Helsinki 1990.

4

KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L. Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. (Sammandrag: Fiskstamregister: sik, siklöja och harr). (Abstract: The Finnish fish stock register: whitefish, vendace and grayling). 54 s. Helsinki 1990.

5

ERKAMO, E. Ravun (*Astacus astacus* L.) biologiasta, kannanarvioinnista ja istutuksen kannattavuudesta pienessä hapanvetisessä metsäjärvässä. (Sammandrag: Kräften (*Astacus astacus* L.) i ett litet surt träsk: Biologi, uppskattning av populationsstorleken och lönsamheten av utplanteringen). (Summary: Crayfish, *Astacus astacus* L., in a small, acidic forest lake: Biology, stock assessment and profitability of stocking). 97 s. Helsinki 1990.

6

LEHTONEN, H. Vuorikemian tehtaiden jätevesien kalataloudellisista vaikutuksista Porin edustan merialueella. (Sammandrag: Fiskeriekonomiska effekter av avloppsvattnen från Vuorikemias fabriker i havsområdet utanför Björneborg) (Summary: Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on fish stocks and fisheries off Pori, the Bothnian Sea). s. 1–10.

PARMANNE, R. ja SALMI, J. Silakoiden vaellukset Selkämerellä keväällä 1982 suoritettujen merkintöjen perusteella. (Strömmingens vandringar i Bottenhavet enligt märkningar utförda våren 1982) (Migration of Baltic herring in the Bothnian Sea revealed by tagging experiments in spring 1982). s. 11–24.

PARMANNE, R. ja SALMI, J. Silakan troolipyyntin kehittyminen Porin edustan merialueella syksyllä 1976–1985 ja silakoiden kasvu, kuntokerroin ja poikasten määrä Selkämerellä. (Utvecklingen av strömmingsfisket med trål i på höstarna i havsområdet utanför Björneborg under perioden 1976–1985 samt strömmingens tillväxt, kondition och yngelmängd i Bottenhavet) (Development of the Baltic herring trawl fishery off Pori in the autums of 1976–1985 and the growth, condition factor and larval abundance of Baltic herring in the Bothnian Sea). s. 25–35.

LEHTONEN, H. ja JÄRVINEN, A. Kalastajien havaintoja pyydyksissä tapahtuneista kalakuolemista Selkämerellä 1980-luvulla. (Fiskarobservationer av fiskdöd i fångstredskapen i Bottenhavet under 1980-talet) (Observations of fishermen on fish deaths in fishing gear in the Bothnian Sea in the 1980s). s. 37–47.

JÄRVINEN, A. ja LEHTONEN, H. Siian mädin sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpförsök med sikrom i vattnen utanför Björneborg år 1985) (Cage incubation experiments with whitefish eggs off Pori in 1985). s. 49–58.

JÄRVINEN, A., LEHTONEN, H. ja BYLUND, G. Kalojen sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpförsök med fisk i vattnen utanför Björneborg år 1985) (Fish cage experiments off Pori in 1985). s. 59–73.

OULASVIRTA, P. ja RISSANEN, J. Vuorikemian tehtaiden jätevesien vaikutuksista silakan alkionkehitykseen ja poikasten elinkykyyn. (Effekterna av avloppsvattnen från Vuorikemias fabriker på embryonalutvecklingen och ynglens livskraft hos strömming) (Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on the embryonal development and larval fitness of Baltic herring). s. 75–108. Helsinki 1990.

7

MIKKOLA, J., SAURA, A., IKONEN, E. ja POIKOLA, K. Kymijoen kalaportaiden rakentamiseen liittyvät kalataloudelliset selvitykset 1987–1988. (Fiskeritredning 1987–1988 för konstruktion av fisktrappor i Kymmene älv) (Fisheries investigation related to construction of fish ladders in the Kymijoki River in 1987–1988). 37 s. Helsinki 199.

8

TUUNAINEN, P., VUORINEN, P. J., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T., VUORINEN, M. ja NIEMELÄ, E. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Raportti vuodelta 1989. (Sammandrag: Effekterna av asurt nedfall på fish och kräftor. Rapport för år 1989) (Summary: Effects of acidic deposition on fish and crayfish. Report 1989). 97 s. Helsinki 1990.

9

HYVÄRINEN, P. Yksikkösaaliin vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Oulujärvellä. (Sammandrag: Enhetsfångsternas variation i Ule träsk och de faktorer som påverkar dem). (The variation of catch per unit effort in Lake Oulujärvi and the factors influencing it). 72 s. Helsinki 1990.

10

ROMAKKANIEMI, A. Tornion-Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus. (Sammandrag: Harr och harrfiske i Torne- och Muonioälv). (Grayling stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). 111 s. Helsinki 1990.

11

RAHKONEN, R. ja WESTMAN, K. Tarttuvat kalataudit. Tilanne Suomessa, tautien leviäminen ja torjunta. (Sammandrag: Smittsamma fisksjukdomar. Sjukdomsläge i Finland, spridning av sjukdomar och bekämpningsmetoder). (Infectious diseases of fish. The situation in Finland, spread of the diseases and their prevention). 88 s. Helsinki 1990.

12

LEHTONEN, H. Kalanimistö: suomi, latina, ruotsi, norja, englanti, saksa ja ranska. (Lista över fisknamn på finska, latin, svenska, norska, engelska, tyska och franska) (Multilingual list of fish names in Finnish, Latin, Swedish, Norwegian, English, German and French). 27 s. Helsinki 1990.

13

HUUSKO, A. Kirjallisuusselvitys kalojen mätä- ja poikasvaiheiden ekologiasta. (Sammandrag: Litteraturutredning angående fiskars rom- och yngelstadiers ekologi) (Ecology of eggs and larvae of freshwater fish – a review of literature). 58 s. Helsinki 1990.

14

HUUSKO, A. Kuusinkijoen vesistöalueen kalatalousselvitys. (Sammandrag: Utredning av fiskeri och fiskbestånd inom Kuusinkijoki vattendragsområde) (Fisheries and fish stocks in the Kuusinkijoki river system, Northern Finland, with remarks on the adverse effects of a small hydropower station located on the upper reach of the river). 238 s. Helsinki 1990.

15

TOIVONEN, J., KOKKO, U., AUVINEN, S. ja AUVINEN, H. Tulokset merkittyjen järvitaimenpoikasten istutuksista Suomessa vuosina 1970–1979. (Utsättningsresultaten av märkta insjööringyngel i Finland åren 1970–1979) (Summary: Results of stocking with tagged brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) young in Finland in 1970–1979). 31 s. Helsinki 1991.

16

BÖHLING, P., HUDD, R., LEHTONEN, H. och PARMANNE, R. Fiskevården i havsområdet utanför Jakobstad. (Tiivistelmä: Kalakannat ja kalakantojen hoito Pietarsaaren edustan merialueella) (Fish stocks and their management in the sea area off Jakobstad, northern Finland). 82 s. Helsinki 1991.

17

NYBERG, K. Vastakuoriutuneiden hauenpoikasten istutusten tuloksellisuus. (Sammandrag: Resultaten av utplantering av nyläckta gäddyngel) (Success of stocking with newlyhatched pike fry). 88 s. Helsinki 1991.

18

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1990. (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 1–39.

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1990. (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 41–65. Helsinki 1991.

19

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1991. (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 1–43.

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1991. (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 45–78. Helsinki 1991.

20

SALMI, P., SIKANEN, A., TOIVONEN, P. Ammattikalastus Vuoksen vesistön eteläosissa vuonna 1988. (Sammandrag: Yrkesfisket i södra delen av Vuoksens insjösystem år 1988) (Professional fishing in the southern parts of the Vuoksi lake area in 1988). 36 s. Helsinki 1991.

21

HONKASALO, L., PENNANEN, J., LAPPALAINEN, A. Kalakannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi Kokemäenjoen vesistössä Nokian alapuolella. (Fiskebeståndsskador och kompenstationen av dessa i Kumo vattendrag nedanför Nokia) (Damage caused to the fish stocks and its compensation in the Kokemäenjoki watercourse downstream of the town of Nokia). 125 s. Helsinki 1991.

22

MUTENIA, A., SALONEN, E. Järvitaimenen ja järvilohen velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärven vuosina 1976–1988. (Sammandrag: Ålagda utplanteringar, fiske, fångster och utplanteringsresultat för insjööring och insjölox i Enare träsk åren 1976–1988) (Brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris* (L.)) and landlocked salmon (*Salmo salar* L.) in Lake Inari, northern Finland: statutory stocking, its results, and the fishery and catches in 1976–1988). s. 1–70.

MUTENIA, A., AHVONEN, A. Inarijärven verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968–1986. (Sammandrag: Provfiske med nätserier i Enare träsk 1968–1987) (Test fishing with gill net series in Lake Inari, northern Finland, in 1968–1986). s. 71–98. Helsinki 1991.

23

HONKANEN, A., KUMMUNSAALO, J., PARTANEN, H., HILDÉN, M. Kotitalouksien ja suurtalouksien kalankäyttö vuonna 1988. (Sammandrag: Hushållens och storkökens fiskkonsumtion år 1988) (Fish consumption in private households and in institutes, restaurants, etc., in Finland in 1988). 32 s. Helsinki 1991.

24

Inarijärvi-symposium. Toim. Erno Salonen. 158 s. Helsinki 1991.

25

KANGASPUNTA, M. Valtion kalanistutusten kannattavuuden arviointi (Evaluation of the profitability of the state fish stocking) (Uppskattning av de statliga fiskutsättningarnas lönsamhet). 106 s. Helsinki 1991.

26

WESTMAN, K. Kalakantarekisteri ja uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen (The Finnish fish stock register and the conservation of valuable and threatened fish stocks) s.1–14

KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L. Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nieriä (The Finnish fish stock register: salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and char (*Salvelinus alpinus*)). s. 15–115. Helsinki 1991.

27

TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja HEIKKILÄ, P. Siika- ja lohiloukkurakenteet eteläisen Perämeren alueella (Construction of trap nets for whitefish (*Coregonus lavaretus*) and salmon (*Salmo salar*) in the southern Bothnian Bay). Helsinki 1991. 43 s.

28

KARTTUNEN, VESA. Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus (Whitefish stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). Helsinki 1991. 72 s.

29

HILDÉN, M., MICKWITZ, P., PAANANEN, T., PARTANEN, H., SETÄLÄ, I., SÖDERKULTALAHTI, P. ja VIHERVUORI, A. Merialueen ammattikalastuksen ja kalan jalostuksen kapasiteetti Suomessa (The capacity of marine professional fishing and fish processing in Finland). Helsinki 1991. 72 s.

30

SALMI, J. ja SALMI, P. Silakan kalastuksesta monilajikalastukseen. Pohjois-Satakunnan rannikon

ammattikalastuksen muutokset (Transformation of the Baltic herring fishery to a multispecies fishery of the Finnish coast of the Bothnian Sea). Helsinki 1991. 140 s.

31

Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot (State fish culture conference, No. XIII. Conservation of valuable and threatened fish species and stocks: objectives and methods) (Statens XIII fishodlings konferens. Bevarande av värdefulla och utrotningshotade fiskarter och fiskstammar: målsättningar och metoder). 5–6.4.1989, Jyväskylä. U. Eskelinen, M. Pursiainen ja R. Rahkonen (toim.). 74 s. Helsinki 1991.

32

JUNTUNEN, K., MUJE, P. Isokoskeloiden (Mergus merganser) saalistuksen vaikutus Inarin Juutuanjoen taimenistutusten tuloksellisuuteen (Predation by mergansers (Mergus merganser) on planted brown trout smolts in the River Juutuanjoki) (Sammandrag: Predationen av skräken (Mergus merganser) på nyuttsatt odlad öring i Älven Juutuanjoki). 58 s. Helsinki 1991.

33

SALMINIITTY, J. Merialueen kalanviljely-yritysten taloudellisen kehityksen arviointi perinteisen tilinpäätösanalyysin avulla (Economic development of marine fish farms evaluated from analysis of account) (Sammandrag: Utvärdering av den ekonomiska utvecklingen hos havsområdenas fiskodlingsföretag med hjälp av traditionell bokslutsanalys). 70 s. Helsinki 1991.

34

VALKEAJÄRVI, P., BAGGE, P., HAKKARI, L., JANHONEN, I. ja OLKIO, K. Konneveden nuotta-apajat (Seining sites in Lake Konnevesi) (Sammandrag: Notdragsställan i sjön Konnevesi). 28 s. + 22 karttaa. Helsinki 1991.

35

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1989 (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1989) (Berättelse över fiskeriforskningsavdelningens och fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1989). s. 1–70.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1990 (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990) (Berättelse över fiskeriforskningsavdelningens och fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990). s. 71–148. Helsinki 1991.

36

NYLANDER, E., AHVONEN, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1987–1989 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1987–1989) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvsvattendrag åren 1987–1989). s. 1–48.

KARTTUNEN, V., ROMAkkANIEMI, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1990 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1990) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvsvattendrag åren 1990). s. 49–78.

AHVONEN, A. Kalastuskirjanpidon käyttökelpoisuus Tornion-Muonionjoen kalakantojen seurannassa (The value of fishermen's book-keeping data in monitoring fish stocks in the Rivers Tornionjoki and Muonionjoki) (Sammandrag: Fångstbokföringens användbarhet vid uppföljningen av Torne-Muonioälvs fiskebestånd). s. 79–113. Helsinki 1991.

37

MUTENIA, A. ja SALONEN, E. Lokan ja Porttipahdan peled- ja vaellussiikakantojen tila vuosina 1982–1989 (The state of peled (Coregonus peled (Gmelin)) and migratory whitefish (Coregonus lavaretus L.) in the Lokka and Porttipahta reservoirs, Northern Finland, in 1982–1989) (Sammandrag: Tillståndet hos stammarna av peled- och vandringsik i de konstgjorda sjöarna Lokka och Porttipahta 1982–1989). 68 s. Helsinki 1991.

38

AHONEN, M., JÄÄSKÖ, O., HEINIMAA, P., PASANEN, P. ja SIMOLA, O. Inarijärveen vuosina 1972–1985 tehtyjen harmaanieriän Carlin-merkkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with lake trout (Salvelinus namaycush (Walbaum)) in Lake Inari in 1972–1985) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkning av kanadaröding i Enare Träsk 1972–1985) (Oohtankeäsu: Aanaarjáávrán ivij 1972–1985 tohum ränisrávdui Carlin-meárrkumij poatuseh). 53 s. Helsinki 1991.

39

LEHTONEN, H. Suomen ja Japanin välisen elintarvikealan tutkimusyhteistyön ja tutkijavaihdon kehittämisen arviointivaltuuskunnan matka Japanniin (Report of the visit of Finnish group to Japan for

evaluating targets for advancement of scientific collaboration and exchange of scientist in food research between Finland and Japan). s. 1–12.

TUUNAINEN, P., WESTMAN, K. ja PARMANNE, R. Suomen ja Japanin kalatalouden tieteellisen ja teknisen yhteistyön kehittäminen (Possibilities to develop scientific cooperation in fisheries between Finland and Japan). s. 13–48.

RUOHONEN, K. Japanin vesiviljelystä ja sen tutkimuksesta (Aquaculture and its research in Japan). s. 49–104.

SUURONEN, P. Pyyntitekniikasta ja sen tutkimuksesta Japanissa (Fishing technology in Japan). s. 105–157. Helsinki 1991.

40

Rapu-Kräft-Symposium (Symposium on Crayfish). 23.–24.8.1990, Hämeenlinna. Wallin, I. ja Westman, K. (toim.). 116 s. Helsinki 1991.

41

HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P. Country report of Finland for the intersessional period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1990–1991 (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1990–1991) (Finlands nationella rapport gällande perioden mellan Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) sessioner 1990–1991). 29 p. Helsinki 1992.

42

Valtion kalanviljelyn XI neuvottelupäivät. Kalatautien torjunta. Valtion kalanviljelylaitosten suunnittelun ja rakentamisen nykytila. (State fish culture conference, No. XI. Prevention of fish diseases. The present situation in the planning and building of the state fish culture stations) (Statens XI fiskodlings konferens. Bekämpning av fisksjukdomar. Nyläge inom planeringen och konstruktionen av statens fiskodlingsanstalter). 31.3–1.4.1987, Polvijärvi. Lavikainen, R. ja Rahkonen, R. (toim.) 68 s. Helsinki 1992.

43

AHONEN, M. Inarijärveen vuosina 1965–1986 tehtyjen nieriän Carlin-merkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)) in the Lake Inari in 1965–1986) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkningar av röding i Enare Träsk åren 1965–1986) (Oohtankeásu: Aanaarjáávrán ivij 1965–1986 tohhum rávdui Carlin-meárkkumij poatuseh). 38 s. Helsinki 1992.

44

SETÄLÄ, J. ja KLEMOLA, O. Siian kalastajahinnanmuodostus Merenkurkussa (Factors affecting the price in the whitefish fishery in the northern Quark, the Baltic Sea) (Sammandrag: Sikens fiskarprisbildning i Kvarkenområdet). s. 1–46.

SETÄLÄ, J. ja AHLFORS, A. Siian fileoinnin kannatavuus (Profitability of filletting whitefish (*Coregonus lavaretus* s.l.)) (Sammandrag: Sikfilerings lönsamhet). s. 47–77. Helsinki 1992.

45

AHVONEN, A., JUTILA, E., JÄRVENPÄÄ, T., LAPPALAINEN, A., RASK, M. ja VUORINEN, P. Metsätalouden vaikutukset kaloihin, rapuihin ja kalatalouteen. Kirjallisuusselvitys (Effects of forestry on fish, crayfish and fishery. A review of the literature) (Sammandrag: Litteraturutredning angående skogsbrukets effekter på fisk, kräftor och fiskeri). 69 s. Helsinki 1992.

46

LECKLIN, T. Nukutusaineiden toissijaiset fysiologiset vaikutukset järvitaimenessa (The secondary physiological effects of some anesthetics on brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris* (L.)) (Sammandrag: De sekundära fysiologiska effekterna av några bedövningsmedel på insjööring). 38 s. Helsinki 1992.

47

LEHTONEN, H., LAPPALAINEN, J., FORSMAN, L., SOIVIO, A., URHO, L., VUORINEN, P. J. ja TIGERSTEDT, C. Ilmaston muutosten vaikutukset kaloihin, kalanviljelyyn, kalakantoihin ja kalastukseen. Kirjallisuusselvitys (The effects of climate change on fishes, aquaculture, fish stocks and fishing. A review of the literature) (Sammandrag: Litteraturutredning angående klimatförändringarnas effekter på fisk, fiskodling, fiskbestånd och fiske). 119 s. Helsinki 1992.

48

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1992) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992) s. 1–56.

Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1992) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992). s. 57–86. Helsinki 1992.

49

KARTTUNEN, V. ja PRUUKI, V. Tornionjoen lohi ja lohen kalastus. (Status of the salmon stock and fisheries in the River Tornionjoki) (Sammandrag: Laxen och laxfisket i Torneälv). 57 s. Helsinki 1992.

50

SALONEN, E. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Nykytila (A plan for the fisheries use and management of Lake Inari. The present stage) (Sammandrag: Bruks- och skötselplan för fiskerihushållningen för Enare träsk. Nutillstånd). 157 s. Helsinki 1992.

51

TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja SVANBÄCK, G. Pohjanlahden siikaloukkujen lajivalikoivuuden kehittäminen (Reduction of salmon bycatch in whitefish trap nets in the Gulf of Bothnia (Baltic)) (Sammandrag: Förbättring av artselektivitet hos sikfällor i Bottniska viken). 46 s. Helsinki 1992.

52

SAURA, A., MIKKOLA, J. ja IKONEN, E. Kymijoen vaelluskalatutkimukset 1989–1991 (Report on the studies of migratory fish species in River Kymijoki in 1989–1991) (Sammandrag: Resultaten av forskningsprojektet om vandrande fiskarter i Kymmene älv åren 1989–1991). s. 1–79.

LEINONEN, K. ja LEHTONEN, H. Virkistyskalastuksen motiivit (Motives for recreational fishing) (Sammandrag: Motiven för fritidsfisket). s. 81–101. Helsinki 1992.

53

RUNEBERG, J. Behandling av spillvattnen på Östra Finlands Centralfiskodlingsanstalt (Summary: Treatment of the effluent on Central Fish Culture and Fisheries Research Station for Eastern Finland) (Tiivistelmä: Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen poistoveden käsittely). 81 s. Helsinki 1992.

54

JÄRVINEN, A., RASK, M., NIEMELÄ, E., RAITANIEMI, J. ja TURUNEN, T. Yhdennetyn ympäristöseurannan järvien koekalastukset (The results of test fishings in the lakes of integrated monitoring) (Sammandrag: Provfiske i de sjöar som ingår i programmet för integrerad monitoring 1988–1990). s. 1–10.

ERKINARO, J., NIEMELÄ, E. ja RASK, M. Lapin happamoitumistutkimus – taimenen poikastutkimukset Lutto- ja Paatsjoen vesistöalueilla (Acidification survey in Lapland – studies on brown trout (*Salmo trutta* L.) juveniles in Luttojoki and Paatsjoki river systems) (Sammandrag: Försurningsundersökning i Lapland – yngelforskning hos öring inom Luttojokis och Pasviksälvs insjösystem). s. 11–34.

JÄRVINEN, M., RASK, M., KUOPPAMÄKI, K., MAKKONEN, E., RUUHIJÄRVI, J. ja ARVOLA, L. Iso Valokjärven kalkituskokeilun vesikemialliset ja biologiset tutkimukset (Hydrochemical and biological studies of the liming experiment in Lake Iso Valkjärvi) (Sammandrag: Vattenkemiska och biologiska undersökningar av kalkningsprov i Iso Valkjärvi). s. 35–60.

VUORINEN, P., PEURANEN, S., VUORINEN, M. ja RASK, M. Kalkituksen akuutit vaikutukset ahvenen ja pitkäaikaiset vaikutukset siian elintoimintoihin Isossa Valkjärvessä (The Iso Valkjärvi liming experiment: acute effects on perch (*Perca fluviatilis* L.) and long-term effects on whitefish (*Coregonus lavaretus* L.)) (Sammandrag: Kalkningens akuta effekter på abborrens och långvariga på sikens livsfunktioner i Iso Valkjärvi). s. 61–84.

RAITANIEMI, J., RASK, M., JÄRVINEN, A. ja NYBERG, K. Kalakantojen kehitys Etelä-Suomen pienissä happamoituneissa järvissä kalkituksen jälkeisinä vuosina (Observations on the development of fish populations in small acidified lakes in southern Finland during a few year's period after liming) (Sammandrag: Fiskebeståndens utveckling i södra Finlands små försurade sjöar under åren efter kalkningen). s. 85–102.

LAPPALAINEN, A. Suomalaisten suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen torjuntatoimenpiteisiin (The attitudes towards emission control and liming of the acidified lakes in Finland) (Sammandrag: Finländarnas åsikter angående bekämpningsåtgärder av insjösystemens försurning). s. 103–126. Helsinki 1992.

55

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimintakertomus vuodelta 1991 (Report on the activities of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991) (Berättelse över verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991). 159 s. Helsinki 1992.

56

Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät. Kalanviljely, vesiensuojelu ja valvonta (State fish culture conference, No. XIV. Fish culture, protection of waters and inspection) (Statens XIV fiskodlings konferens).

Fiskodling, vattenskydd och övervakning). 10.–11.4.1990, Sotkamo. Toim. Pursiainen, M. ja Rahkonen, R. 121 s. Helsinki 1992.

57

Valtion kalanviljelyn XV neuvottelupäivät. Tulosjohtaminen ja valtion kalanviljelyn tavoitteet. Kalanviljelyn rakenteet ja tekniikka (State fish culture conference, No. XV. Result oriented management and objectives of State fish culture. Constructions and technique of fish culture) (Statens XV fiskodlings- konferens. Resultatstyrning och Statens fiskodlings målprogram. Fiskodlingens anläggningar och teknik). 9.–10.4.1991, Pudasjärvi. H. Simola ja R. Rahkonen (toim.). 121 s. Helsinki 1992.

58

RINTAMÄKI, P. Montan, Raasakan, Ossauskosken ja Keminmaan kalanviljelylaitosten kalaloiset ja -taudit vuosina 1984–1991 (Fish parasites and diseases at the fish farms of Montta, Raasakka, Ossauskoski and Keminmaa, Northern Finland in 1984–1991) (Sammandrag: Fiskparasiter och -sjukdomar vid Montta, Raasakka, Ossauskoski och Keminmaa fiskodlingsanstalter åren 1984–1991). 44 s. Helsinki 1993.

59

Valtion kalanviljelyn XVI neuvottelupäivät. Luonnonravintolammikkoviljely, uudet lajit ja rodunjalostus (State fish culture conference, No. XVI. Natural food pond culture, new fish species and selective breeding) (Statens XVI fiskodlings konferens. Naturfoderdamm odling, nya arter och djursförädling). 1.–2.4.1992, Kuopio. R. Lavikainen ja R. Rahkonen (toim.). 103 s. Helsinki 1993.

60

Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. Mädintuotanto ja emokalojen viljely (State fish culture conference, No. XVII. Fish egg production and brood fish breeding) (Statens XVII fiskodlings konferens, Romproduktion och avelsfiskodling). 31.3.–1.4.1993, Tampere. K. Ruohonen ja J. Ruuhijärvi (toim.). 109 s. Helsinki 1993.

61

AHONEN, M. Vastakuoriutuneiden ja yksivuotiaiden taimenten istutustulokset Ylä-Menesjoella vuosina 1989–1991. (Results of newly hatched and one-year-old brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) stockings on River Ylä-Menesjoki in 1989–1991) (Sammandrag: Utplanteringsresultat för nykläckta och ettåriga öringar i Ylä-Menesjoki under åren 1989–1991). s. 1–30.

AHONEN, M. Inarijärveen laskevien vesien järvitäminen vuosien 1971–1989 Carlin-merkkintöjen tulokset. (Results of Carlin tagging experiments with brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) in Lake Inari tributaries in 1971–1989) (Sammandrag: Resultat för Carlin-märkningar gjorda under åren 1971–1989 på öringar i vattendrag som utmynnar i Enare träsk). s. 31–58. Helsinki 1993.

62

VEHANEN, T., PASANEN, P., LEHTINEN, E. ja SIMOLA, O. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lohi-istutusten (*Salmo salar* L.) Carlin-merkkintätulokset vuosilta 1973–1988 (Report on salmon (*Salmo salar* L.) tagging experiments performed by Taivalkoski State Aquaculture in 1973–1988) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkningar av lax (*Salmo salar* L.) som utfördes Norra Finlands centralfiskodlingsanstalt åren 1973–1988). 75 s. Helsinki 1993.

63

SAURA, A. Polttomerkinnän soveltuvuus yksikesäisten kalanpoikasten merkkintään (The use of hot branding in the marking of one-summer-old juvenile fish) (Sammandrag: Brännmärkningsmetoden som gruppmärkningsmetod för ensomriga fiskyngel). 38 s. Helsinki 1993.

64

JOKIKOKKO, E. ja JUTILA, E. Simojoen ylimmän osan ja sivujokien kalastoselvitys ja koskikartoitukset (Utredning av fiskbestånd och kartläggning av forsar i Simojokis övre lopp och biflöden) (A Study of the Fish Fauna and Rapid Areas of the Uppermost Reaches and Tributaries of the Simojoki River). s. 1–39.

KARTTUNEN, V. ja JUTILA, E. Kalastustilatoja Simon ja Ranuan kunnista vuosilta 1986 ja 1990. (Fiskeristatistik för kommunerna Simo och Ranua åren 1986 och 1990) (Fishery Statistics from the Municipalities of Simo and Ranua in 1986 and 1990). s. 43–77. Helsinki 1993.

65

VUORINEN, P. J., PAASIVIRTA, J., VUORINEN, M., PEURANEN, S. ja HOIKKA, J. Lohen ja meritaimenen ympäristömyrkkypitoisuudet ja lohen alkio- ja poikaskuolleisuus (Laxens och havsöringens halter utav miljögifter och laxens embryo- och yngeldödlighet) (Organochlorines in Salmon and Sea Trout and the Mortality of the Eggs and Yolk sac Fry of Salmon). 71 s. Helsinki 1993.

66

Lohen ja meritaimenen sopimuskasvatus ja istutukset. Sopimusviljelytyöryhmän muistio. (Kontraktuppfödning och utplantering av lax och havsöring. Kontraktodlingsarbetsgruppens memorandum.) (State-subsidized Rearing and

Releasing of Salmonids. Memorandum of the Working Group on the State-subsidized Rearing and Releasing of Salmonids). 76 s. + 41 liites. Helsinki 1993.

67

SALONEN, E. ja MUTENIA, A. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunitelma. Osa 2. Suunnitelma. (Fiskeriekonomisk användnings- och skötselplan för Enare träsk. Del 2. Plan.) (The Fisheries' Use and Management Plan for Lake Inari. Part 2. Plan.). 73 s. + 7 liites. Helsinki 1993.

68

RAHKONEN, R. Kuhanpoikasten loiset kahdessa erityyppisessä luonnonravintolammikossa. (Parasiter på gösungen i två naturfoderdammar av olika typ.) (Parasites of Pike-perch Fry Reared in Two Different Types of Natural Food Ponds in Finland). 22 s. Helsinki 1993.

69

Metsätalouden vaikutukset kaloihin ja kalatalouteen. Osahankkeiden raportit vuosien 1990–1992 tuloksista. (Skogsbrukets effekter på fisk och fiske. Delprojektens rapporter över resultaten 1990–1992.) (Effects of Forestry On Fish and Fisheries. The Sub-project Reports of the Results between 1990–1992.) Toim. A. Lappalainen ja M. Rask. 137 s. Helsinki 1993.

70

KORHONEN, P. ja HEIKINHEIMO-SCHMID, O. Suurten petokalojen ravinto Ontojärvessä ja Lentuassa ja ravinnonkulutuksen arviointi. (Näring för stora rovfiskar i Ontojärvi och Lentua samt uppskattning av näringsförbrukningen.) (The Food of Large Predator Fishes in Lakes Ontojärvi and Lentua and the Estimation of Food Consumption.). 52 s. Helsinki 1993.

71

RAHIKAINEN, E. Hinnoittelun käyttökelpoisuus virkistyskalastuksen arvioinnissa. (Användbarheten av prissättning vid uppskattningen av rekreativfiskets värde) (The Appropriateness of Pricing in the Assessment of the Benefits of Recreational Fishing). 20 s. Helsinki 1993.

72

Sisävesi- ja rannikkokalastaja muutospaineiden alla. Arkipäivän ongelmat ammattikalastajien kertomana. (Förändringstryck imon insjö- och kustfisket. Fiskarna berättar om sina vardagsproblem.) (The Attitudes, Problems and Everyday Life of Professional Fishers: A Report on Fisheries in the Bothnian Sea and Freshwater Trawl Fishing.). Toim. P. Salmi ja J. Salmi. 117 s. Helsinki 1993.

73

SALONEN, E. ja MUTENIA, A. Luontaisen lisääntymisen vaikutukset Lokan ja Porttipahdan siikakantoihin ja kalastukseen. (Effekterna av naturlig förökning på sikbestånden och fisket i Lokka och Porttipahta) (The Effects of the Natural Reproduction of Whitefishes on Stocks and Fisheries in the Lokka and Porttipahta Reservoirs). 22 s. + liitt. Helsinki 1993.

74

PYLKKÖ, PÄIVL. Ruokinnan ja kasvatustiheyden vaikutus harjuksen ja nieriän ASA-tautiherkkyyteen. (Effekterna av utfodring och uppfödningstäthet på mottagligheten för ASA-sjuka hos harr och röding.) (The Effect of Feeding and Rearing Density on the Susceptibility to ASA Disease of Grayling (*Thymallus thymallus* L.) and Arctic Char (*Salvelinus alpinus* L.). 19 s. Helsinki 1993.

75

NYLANDER, E. ja PRUUKI, V. Tornionjoen vesistön kalastustilastot vuosilta 1991 ja 1992. (Fiskestatistik för Torne älvs vattensystem, åren 1991–1992.) (The Fishery Statistics of the Tornionjoki River Basin in 1991 and 1992). 26 s. + 10 liites. Helsinki 1994.

76

AALTO, J. ja RAHKONEN, R. *Gyrodactylus salaris* -loisen esiintyminen, haitallisuus ja torjunta. (Förekomst, skadlighet och bekämpning av parasiten (*Gyrodactylus salaris*.) (The Distribution, Adverse Effects and Prevention of the Parasite (*Gyrodactylus salaris*)). 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

77

VEHANEN, T. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Pohjois-Suomessa. (Resultat av utplantering av insjööring i norra Finland.) (Importance of Environment and Stocking Density for the Efficiency of Brown Trout Stocking in Northern Finland.). 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.

78

TAMMI, J. ja KUIKKA, S. Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana. (Gäddans näringsanvändning -temporära och spatiella variationer under lektiden) (The Spatial and Temporal Variation in the Food and Food Consumption of Northern Pike (*Esox lucius* L.) during the Spawning Period). 43 s. Helsinki 1994.

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

MÄKI-PETÄYS, A., MUOTKA, T., TIKKANEN, P., HUUSKO, A., KREIVI, P. ja KUUSELA, K. Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä. (Forellungens utnyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser.) (Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout.) 38 s. + 6 liitettä. Helsinki 1994.

HUUSKO, A., VEHANEN, T. ja KORHONEN, P. Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Kuusamon alueella vuosina 1972–1988 Carlin- merkkipalautuksiin perustuen. (Resultaten av utplanteringar med insjööring i Kuusamo med hjälp av Carlin-märkningar åren 1972–1988.) (Results of Stocking with Carlin-Tagged Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in the Kuusamo Area in 1972–1988.) 41 s. Helsinki 1994.

SALMI, P., JUVONEN, L., LAAMANEN, K., PIIPPONEN, M. ja PITKÄNEN, M. Kenen ehdoilla kalavaroja hyödynnetään? Onkamojärven kalastuskiistan taustoja. (På vems villkor utnyttjas fiskresurserna? Bakgrundsfaktorer angående fiskekonflikten kring sjön Onkamojärvi.) (On whose terms will the fish resources be harvested? Some background of the Lake Onkamo fishery conflict.) 33 s. Helsinki 1994.

SALMI, J., SALMI, P. ja SETÄLÄ, J. Ammattikalastajien kalan markkinointi. Ongelmat ja kehittämisedellytykset Pohjois-Satakunnan rannikolla. (Yrkesfiskarnas marknadsföring av fisk. Problem och utvecklingsförutsättningar längs kusten i norra Satakunda.) (The marketing of fish products by professional fishermen. Problems and advancement in the Bothnian Sea.) 96 s. Helsinki 1994.

MIKKOLA, J. ja SAURA, A. Viemäristä lohijokeksi –Vantaanjoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1987–1993. (Från kloak till laxälv –Vandringsfiskundersökningar i Vanda åren 1987–1993) (From sewer to salmon river – studies on migratory fish in the River Vantaanjoki from 1987–1993). 103 s. Helsinki 1994.

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

LAAMANEN, M., AHVONEN, A. ja JUTILA, E. Metsätalouden toimenpiteiden vaikutus Isojoen vesistön kalastukseen ja vesistön tilaan –tiedustelututkimus. (Effekter av skogsbruksåtgärder på fisket och på vattendragets tillstånd i Isojoki-Lappfjärds å – gallupundersökning) (Effects of forestry on fish and fishing in the river Isojoki watercourse – questionnaire survey). 49 s. + liite. Helsinki 1994.

JUTILA, E., KARTTUNEN, V. ja NIEMITALO, V. Parempi kivi koskessa kuin kymmenen rannalla – Erilaisten kunnostusmenetelmien vaikutus taimenen poikasmääriin Iijoen sivujokien koskissa. (Bättre en sten i forsen än tio på stranden – Olika restaureringsmetoders inverkan på öringsyngel i forsarna i Ijo älvs biflöden) (Better one stone in the rapid than ten on the bank – Influence of various restoring methods on the parr densities of brown trout in the rapids of the tributaries flowing into the Iijoki River). 29 s. + liite. 29 s. Helsinki 1994.

MAKKONEN, J., TOIVONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIANEN, 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-tagging in the Vuoksi watercourse) 65 s. + liitt. Helsinki 1995.

NYLANDER, E. JA ROMA-KANIEMI, 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.

URHO, L., KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M.-L., LEHTONEN, H., LEINONEN, K., PASANEN, P., RAHKONEN, R. JA TOLONEN, J. Uusien kalalajien ja -kantojen tuonnin mahdollisuudet (Möjligheter till import av nya fiskarter och -bestånd) (Possibilities for importing new fish species and stocks) 74 s. Helsinki 1995.

VEHANEN, T. Rakennettujen jokien kalataloudelliset edellytykset. I. Kalakannat ja kalastus. II.

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 terveystriskinä. (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 Kiiminkijoella (Utplanteringsforskning gällande lax och havsöring i Kiminge 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.