

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 147

Petri Heinimaa ja Kati Manninen (toim.)

**Vesiviljelyn kalakantojen monimuotoisuuden
merkitys istutushoidossa**

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen XXIII vesiviljelypäivät

Helsinki 1999



RIISTAN- JA KALANTUTKIMUS

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisu-aika

Tammikuu 1999

Tekijä(t)

Petri Heinimaa ja Kati Manninen (toim.)

*Julkaisun nimi***Vesiviljely ja kalakantojen monimuotoisuuden merkitys istutushoidossa****Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen XXIII vesiviljelypäivät***Julkaisun laji**Toimeksiantaja**Toimeksiantopäivämäärä*

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

*Projektin nimi ja numero**Tiivistelmä*

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, vesiviljely, järjesti Inarissa, Saariselällä, 2.-3.2.1999 XXIII vesiviljelypäivät. Päiville osallistui yhteensä 123 henkilöä ja esitelmiä ja valmisteltuja puheenvuoroja pidettiin 22 kpl. Näistä on tässä julkaisussa mukana 11 kpl

Tilaisuuden yleisen osan teemana oli vesiviljely ja kalakantojen monimuotoisuuden merkitys istutushoidossa (14 esitelmää). Ohjelman ensimmäisessä osassa (Vesiviljely ja kalakantojen monimuotoisuus) tarkasteltiin mm. mikrosatelliittidna teknikan käyttöä kalojen monimuotoisuuden tutkimisessa, lohen, nieriän ja Kuusamon taimenkantojen monimuotoisuutta sekä geneettisen tiedon käyttöä kalojen säilytyksessä viljelyn avulla. Ohjelman toisessa osassa (Monimuotoisuus, istutushoito ja kestävä käyttö) käsiteltiin mm. istutuspoikasen laatua, jo hävinneiden kalakantojen palauttamista, istutusten ja kalavesien kestävä käytön yhteensovittamista sekä Inarijärven sopeutuvaa velvoitehoitoa.

Sisäisen koulutuspäivän teemana oli vesiviljelyn laatujärjestelmä ja RKTL:n uusi tietojärjestelmä. Pidettyjä esitelmiä (8) ei julkaista tässä yhteydessä.

Asiasanat

monimuotoisuus, kalojen säilyttäminen, mikrosatelliittidna, vesiviljely, istukkaan laatu, sopeutuva velvoitehoito, kestävä hyödyntäminen

Sarjan nimi ja numero

Kala- ja riistaraportteja 147

ISBN

951-776-210-0

ISSN

1238-3325

Sivumäärä

63 s.

Kieli

Suomi

*Hinta**Luottamuksellisuus*

Julkinen

Jakeilu

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Vesiviljelyn tuloksyksikkö
PL 6
00721 Helsinki
Puh. 0205 7511 Fax 0205 751201

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Sisällys

KALOJEN MONIMUOTOISUUS VILJELYTOIMINNAN HAASTEENA

Kai Westman..... 1

MIKROSATELLIITTI-DNA TUTKIMUS- TEKNIKKANA

Teija Aho 12

FENNOSKANDIAN ALUEEN NIERIÄN (*SALVELINUS ALPINUS*) LAITOS- JA LUONNONPOPULAATIOIDEN GENEETTISEN MONIMUOTOISUUDEN SELVITYS MIKROSATELLIITTI- MENETELMÄLLÄ

Craig R. Primmer, Teija Aho, Jorma Piironen ja Esa Ranta..... 18

ITÄMEREN LOHEN MONIMUOTOISUUS

Marja-Liisa Koljonen 20

MITEN KUUSAMON TAIMENKANTOJA OLISI HOIDETTAVA?

Jouni Aspi, Liisa Kuusipalo, Ari Huusko ja Pentti Pasanen..... 26

GENEETTISEN TIEDON KÄYTTÖ VALTION KALANVILJELYSSÄ

Jorma Piironen..... 32

ISTUKKAAN LAATU - MAA- JA METSÄTALOUS-MINISTERIÖN LAATUTYÖRYHMÄN NÄKEMYS

Perttu Koski 36

INARIJÄRVEN SOPEUTUVA VELVOITEHOITO

Petri Heinimaa 38

HÄVINNEIDEN KALAKANTOJEN PALAUTTAMINEN LAPISSA

Olli Tuunainen..... 46

ISTUTUSTEN, KALASTUKSEN JA EMOKALANPYYNNIN YHTEENSOVITUS

Markku Pursiainen 48

KOKEMUKSIA CHILEN KALANVILJELYSTÄ

Vesa Määttä..... 53

LIITE 1. Vesiviljelypäivien ohjelma

LIITE 2. Vesiviljelypäivien osallistajat

Kalojen monimuotoisuus viljelytoiminnan haasteena

KAI WESTMAN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Vesiviljely, PL 6, 00721 Helsinki

Kalojen monimuotoisuus ja sen merkitys

Biologisella monimuotoisuudella eli biodiversiteetillä tarkoitetaan lajien välistä ja sisäistä perinnöllistä vaihtelevuutta. Monimuotoisuus on eliöiden perintötekijöihin talletettua informaatiota, joka mahdollistaa niiden elinkyvyn säilymisen sekä sopeutumiskyvyn muuttuviin ympäristöolosuhteisiin. Vesistörikkaassa maassamme tavataan monista kalalajeista lukemattomia tiettyyn ympäristöön ja olosuhteisiin erikoistuneita ekologisia tai maantieteellisiä paikallismuotoja, jotka kehittyivät jääkauden jälkeisten Itämeren varhaisten vaiheiden aikana. Kalat pääsivät leviämään merestä kuroutuviin vesistöihin ja järvioltaisiin. Kun muinaiset leviämistiet katosivat ja muuttuivat maan noustessa, oli tästä seurauksena, että vedenjakajat ja muut maantieteelliset esteet erottivat vähitellen eri kalakannat toisistaan. Koska kalat reagoivat varsin herkästi elinympäristöönsä, samasta lajista kehittyi kuluneiden tuhansien vuosien aikana luonnon valinnan seurauksena levinneisyysalueen eri osissa vallitseviin olosuhteisiin soveltuvat kalakannat. Tunnetuimpia ovat eri jokivesistöjen erilaistuneet lohi-, taimen- ja vaellussiikakannat, Saimaaseen salpautunut merilohen makeavesimuoto eli järvilohi sekä Saimaan ja Inarin "isonieriä".

Tiettyihin olosuhteisiin erilaistuneet kannat ovat ainutlaatuisia. Siten niiden häviäminen merkitsee luonnonvalinnan jääkauden jälkeisten, jo noin 1 500-2 000 kalasukupolven aikana "suorittaman" valintatyön tulosten lopullista häviämistä. Kalatalouden kannalta menetys korostuu sitä enemmän, mitä tärkeämmästä kannasta taloudellisessa mielessä on kyse. Lajin monimuotoisuuden supistuessa pienenevät mahdollisuudet esim. taloudellisesti arvokkaampien tai muuten halutunlaisten kalakantojen löytymiseen ja ehkä tulevaisuudessa tärkeän jalostustyön "alkumateriaalin" saamiseen. Tällaisia ominaisuuksia olisivat esim. Itämeren lohien hyvä vastuskyky Atlantin puolen kannoille tuhoisaksi osoittautuneelle *Gyrodactylus salaris* -loiselle tai Nevan lohen Perämeren lohia lyhyempi vaellustaipumus. Keskeinen näkökohta erilaistuneiden kantojen suojelussa on kuitenkin se, että säilyttämällä lajin monimuotoisuus estetään sen perimän köyhtyminen ja taataan lajin säilyminen myös elinolosuhteiden muutoksissa (esim. Järvinen & Miettinen 1987, Koljonen 1989). Kalaston - kuten muunkin luonnon - monimuotoisuuden säilyttämisellä on myös eettisiä ja kulttuurisia arvoja.

Monimuotoisuus on kaventunut

Suomen kalasto on jo pitkään joko suoranaisesti tai välillisesti kärsinyt elinympäristön muuttumisesta (mm. vesien rakentaminen, likaantuminen, happamoituminen), liiallisesta ja/tai valikoivasta kalastuksesta sekä suunnittelemattomista istutuksista (uudet, kilpailevat lajit tai vieraat kannat). Nämä tekijät yhdessä kalatautien ja esim. lohella M74 -ilmiön kanssa muodostavat edelleenkin suurimman uhan olemassaoleville kalakannoille.

Ympäristömuutokset ovat olleet erityisen haitallisia taloudellisesti arvostetuimmille eli virtakutuisille kalalajeille, joista lohen, järvilohen, taimenten, virtakutuisten siikojen ja nahkiaisen erilaistuneet kannat on suureksi osaksi menetetty. Vielä jäljellä olevista kannoista monet ovat taantuneita ja uhanalaisia niiden luonnonvaraisen lisääntymisen vaarannuttua kannan heikentymisen vuoksi mm. liiallisesta pyynnistä johtuen, tai käytyä mahdottomaksi rakennetuissa vesissä. Ilman hoitotoimia monet kannat eivät olisi säilyneet eivätkä edelleenkään selviäisi. Kalastomme monimuotoisuus on merkittävässä määrin kaventunut lukuisten erilaistuneiden kantojen häviyttyä lopullisesti. Tämän seurauksena on kalastomme sopeutumiskyky muuttuviin ympäristöolosuhteisiin myös pienentynyt.

Kansainväliset säädökset velvoittavat monimuotoisuuden säilyttämiseen

Maailmanlaajuinen lisääntyvä huoli biologisen monimuotoisuuden yhä kiihtyvästä häviämisestä on Suomessakin tuonut korostetusti esille tarpeen tehostaa toimenpiteitä vielä jäljellä olevien lajien monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Tämä on myös yksi vuonna 1997 voimaan tulleen uuden luonnonsuojelulain tavoitteista. Vaikka kalastomme heikkenevästä tilasta on tunnettu huolta jo pitkään ja mm. lukuiset työryhmät ovat 1970-luvulta lähtien selvittäneet erityisesti vaelluskalojemme säilyttämistarpeita (viitteet, ks. Dahlström ym. 1996, Westman 1997), niin vasta YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi vuonna 1992 Rio de Janeirossa johti aikaisempaa konkreettisempiin toimenpiteisiin, kun suuri joukko maita - Suomi mukaanluettuna - allekirjoitti luonnon biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimuksen. Euroopan Unioniin liittymisen myötä Suomelle on tullut lisävastuuta mm. kalaston monimuotoisuuden säilyttämisen ja kestävästä käytön osalta.

Kalaston suojeluun liittyviä lukuisia kansallisia säädöksiä (mm. kalastus-, luonnonsuojelu- ja vesilainsäädäntö sekä EY-säännökset) ja kansainvälisiä sopimuksia (mm. Rion- ja Gdanskin sopimukset sekä YK:n merioikeusyleissopimus) on lähemmin tarkasteltu ”Kalaston suojelutyöryhmän muistiossa” (Dahlström ym. 1996). Mainittujen säädösten nojalla Suomella on selkeä vastuu alkuperäisestä, maamme alueella elävästä kalastosta, sen monimuotoisuuden säilyttämisestä sekä kalaston hyödyntämisestä kestävästä kehityksen mukaisesti. Maa- ja metsätalousministeriön biodiversiteettityöryhmän mietinnössä (1996) samoin kuin ministeriön luonnonvarastrategiassa (1997) on myös tuotu korostetusti esille luonnon monimuotoisuudesta huolehtiminen mm. luonnonvaroja käytettäessä.

Kalojen monimuotoisuuden säilyttäminen viljelyn avulla

Vaelluskalojen kiihtyvä häviäminen 1940-luvulta lähtien erityisesti voimalaitosrakentamisen vuoksi johti sekä mittavaan viljeltyjen poikasten velvoite- ja muihin istu-

tuksiin että toisaalta myös tarpeeseen uhanalaisten kalojen säilyttämiseen viljelyn avulla. Viimeksimainittu on Suomessa katsottu lukuisten työryhmien ja komiteoiden toimesta valtion tehtäväksi (esim. ”Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä” (1988), ”Kalanviljely 2020 -toimikunta” (1991), ”Kalaston suojeluryhmä” (1996) erityisesti toiminnan yhteiskunnallisen luonteen, pitkäjänteisyyden ja laaja-alaisuuden vuoksi.

RKTL:n hoitaman valtion kalanviljelyn keskeisin tehtävä onkin jo pitkään ollut taloudellisesti arvokkaiden kalalajien ja -kantojen säilymisen turvaaminen viljelyllä sekä myös elvyttäminen ja palauttaminen luonnolliseen elinympäristöön (esim. Westman 1995). Mainitut tehtävät ovat varsin samansuuntaiset Rion sopimuksen kanssa (artiklat 9 a,b,c,d). ”Suomen biologista monimuotoisuutta koskeva kansallinen toimintaohjelma 1997—2005” (1997) määrittelee erääksi kalataloutta koskevaksi tehtäväksi uhanalaisten lajien kantojen suojelun järjestämisen luonnonympäristön ulkopuolella (*ex situ*) viljelyoloissa sekä näiden lajien ja kantojen käyttämisen suunnitelmallisiin palautusistutuksiin (tehtävä nro 60). Lisäksi on varmistettava, että kalanviljelyssä on käytettävissä taantuneiden kalakantojen säilyttämiseen riittävät kalalajivalikoimat sekä korkealaatuinen tautivapaa mätä (tehtävä nro 29). Näiden Rion sopimukseen perustuvien tehtävien toteuttaminen on osoitettu RKTL:lle mainitun kansallisen toimintaohjelman lisäksi maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön yhteisessä ”Kalaston suojeluryhmän muistiossa” (Dahlström ym. 1996) ja maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategiassa (1997).

Suomen vielä jäljellä olevien alkuperäisten, uhanalaisiksi muuttuneiden kalalajien ja -kantojen säilyttäminen mahdollisimman monimuotoisina viljelytoimenpitein on kansallisesti ja kansainvälisesti velvoittava, laaja-alainen ja vaativa tehtävä. Siihen kuuluu kalojen säilytys viljelylaitoksissa (elävät geenipankit), taantuneiden kantojen elvytysistutukset ja kotiutus uusiin elinympäristöihin, perinnöllisen aineksen säilytys maitipankeissa sekä alkuperäisten lajien korkealaatuisen mädin tuotanto myös yksityiselle viljelylle istutuspoikastuotantoa varten. Vesiviljelyn tulosyksiköllä on hyvät edellytykset näiden tehtävien hoitamiseen, koska RKTL:n kalanviljelylaitokset on paljolti suunniteltu ja rakennettu näitä tehtäviä varten, henkilökunta on ammattitaitoista ja kokenutta ja tarvittavaa geneettistä ym. erikoisosaamista on laitoksen tutkimusyksiköissä. RKTL onkin ainoa organisaatio Suomessa, jonka tehtävänä on kansainvälisten ja kansallisten velvoitteiden ja sopimusten mukaisesti turvata kalojemme ja niiden monimuotoisuuden säilyttäminen viljelyn avulla.

Tilanne kalojen säilyttämisessä viljelyn avulla

RKTL:n kalanviljelylaitoksiin on pitkäjänteisen työn tuloksena talletettu kaikki kalataloudellisesti arvokkaimmat alkuperäiset kalakantamme mm. kaikki jäljellä olevat lohikannat (Tornionjoen, Simojoen, Iijoen ja Tenon lohikannat), Saimaan järvilohi ja nieriä, 22 meri-, järvi- ja purotaimenkantaa, 15 siikakantaa, 10 harjuskantaa, toutain sekä lisäksi eräitä muita kantoja. Säilytyksessä on kaikkiaan 13 alkuperäistä kalalajia ja muotoa ja näistä 58 eri kantaa sekä rapu (Taulukko 1). Näiden lisäksi nk. Montan lohikanta otettiin äskettäin viljelyyn. Kotimaisten kalojen lisäksi viljelyssä on useita meille tuotuja lajeja (mm. Nevan lohi, karppi, kirjolohi, peledsiika, harmaanieriä, punonieriä, Hornavan nieriä ja täplärapu; yht. 11 kantaa). Näistä Nevan lohi on alkupe- räisellä esiintymisalueellaan häviämässä.

Mätää tuottavien emokalojen kokonaismäärä on noin 116 000 kpl ja biomassa n. 111 tonnia. Kalastojen koko on useimpien kantojen osalta paljon suurempi kuin mitä monimuotoisuuden säilyttäminen sinänsä edellyttäisi, sillä ne on mitoitettu istutuspoikasten edellyttämien mädin tuotantotarpeiden mukaan.

TAULUKKO 1. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen emokalastot keväällä 1998 (kalat: 66 kantaa, joista 60 mädintuotannossa; ravut: 2 lajia) sekä mädin/vastakuoriutuneiden poikasten tuotanto v. 1995—1997 ja arvio vuodelle 1998

Laji	Kanta	Vuosil.	Emokalast v. 1998 alussa		Mäti/vastakuor. poikaset 1 000 kpl			
			kpl	kg	1995	1996	1997	1998
Lohi	Tenojoki	1995	3 523	237	0	0	0	0
Lohi	Iijoki	1985-94	2 700	2 589	2 239	1 014	1 804	1 050
Lohi	Simojoki	1986-95	1 341	2 554	792	778	730	1 200
Lohi	Neva	1988-94	2 138	4 913	1 637	2 079	1 560	2 100
Lohi	Tornionjoki	1985-95	6 692	10 808	3 915	3 240	3 340	4 000
Järvilohi	Vuoksen vesistö	1987-95	7 681	6 829	2 041	1 135	1 132	1 740
Meritaimen	Ingarskila	—94	315	290	30	63	60	420
Meritaimen	Tornionjoki	1985-93	808	1 934	1 864	1 596	1 150	1 360
Meritaimen	Iijoki	1987-93	1 167	2 049	935	1 046	866	1 050
Meritaimen	Isojoki	1987-93	671	971	406	346	559	500
Meritaimen	Lestijoki	1991-94	816	925	972	1 006	544	290
Järvitaimen	12 kantaa a)	1985-95	14 920	16 113	5 816	4 488	5 280	7 200
Purotaimen	5 kantaa b)	1984-95	1 633	2 000	975	946	791	830
Harmaanieriä	L. Superior	1977-89	1 068	3 827	614	404	1 150	1 200
Harmaanieriä	L. Opeongo	1987-94	1 353	1 157	68	56	100	0
Nieriä	Inari	1990-93	1 142	1 433	472	742	770	470
Nieriä	Hornava	1993	213	441	0	0	0	20
Nieriä	Tornionjoen vesistö	1987-88	106	76	0	49	20	10
Nieriä	Kuolimo	1985-94	6 043	6 516	32	163	409	390
Puronieriä	amerikkalainen	1990-93	174	314	146	27	200	230
Kirjolohi	amerikkalainen	1994	517	569	161	239	200	150
Kirjolohi	jalostus	1993-97	20 917	17 597	1 635	1 692	1 653	1 700
Harjus	10 kantaa c)	1983-96	14 928	7 316	8 795	13 415	11 610	11 900
Muikku	eri kantoja	1991-95	1 000	100	319	250	300	1 500
Peledsiika	Endyrjärvi	1985-92	442	317	1 040	877	700	2 100
Planktonsiika	3 kantaa d)	1985-94	10 021	10 700	41 797	44 953	33 845	44 700
Pohjasiika	2 kantaa e)	1986-92	3 426	4 906	6 837	6 936	9 585	10 500
Vaellussiika	Kuusinkijoki	1990	280	700	4 925	2 365	3 000	6 600
Vaellussiika	meri 6 kantaa f)	1986-95	8 954	6 950	23 155	16 891	24 503	24 500
Toutain	Kokemäenjoki	—90	22	21	0	472	400	400
Kuha	2 kantaa g)	1987-94	1 275	395	3 104	2 552	4 000	2 500
Karppi	Aneboda	eri-ik.	123	411	1	170	520	100
KALAT YHTEENSÄ			116 409	115 958	114 723	109 990	110 130	710 781
Rapu	kotimainen	eri-ik.	1 458	58	35	30	31	20
Täpläräpu	amerikkalainen	eri-ik.	2 051	67	31	92	100	90

a) Juutuanjoki, Kiellajoki, Siuttajoki, Ivalojoen, Kirintö-Lohijoki, Kuusinkijoki, Kitkajoki (Jyrävän alap.), Rautalammin reitti, Kitkajärvi (Jyrävän yläp.), Vuoksen vesistö, Oulujoen vesistö, Montta

b) Kemijoki, Ohtaoja, Ounasjoki, Vaarainjoki, Luutajoki

c) Juutuanjoki, Kitkajärvi, Rautalammin reitti, Iijoki, Kemijoki, Kitkajoki, Puruvesi, Lieksanjoki, Pielinen, Kajaaninjoki

d) Rautalammin reitti, Vuoksen vesistö, Sotkamon reitti

e) Ivalojoen, Kallunkijärvi

f) Kokemäenjoki, Kymijoki, Iijoki, Kemijoki, Tornionjoki, Kalajoki

g) Vanajavesi, Sonkajärvenjärvi

Toiminnan kattavuutta osoittaa, että tällä hetkellä ei tiedetä olevan tarvetta ottaa uusia talouskalalajeja ja -kantoja säilytettäväksi. Eräiden taimenkantojen osalta selvitykset viljelytarpeesta ovat käynnissä. Talouskaloihin kuulumattomia ei ole viljelyssä, mutta mikäli selvitykset osoittavat tähän olevan perusteltua tarvetta, RKTL:lla on valmiudet toiminnan laajentamiseen. Yleisesti ottaen on odotettavissa, että ympäristön suojele- arvojen korostuminen, kalataudit, Rion sopimus ja EY-säädökset ovat lisäämässä vaatimuksia kalojen ja niiden monimuotoisuuden säilymisen turvaamiseen viljelyn avulla.

Kalojen säilyttäminen viljelyssä ei ole itsetarkoitus. Päinvastoin, lajin perinnöllisen edustavuuden ja sisäisen muuntelun säilyttäminen on pitkällä tähtäyksellä mahdollista vain luontaisessa elinympäristössä, jossa ympäristön monipuolisuus ylläpitää perinnöllistä muuntelua. Tämän vuoksi kalastonsuojelun ensisijainen tavoite on säilyttää maamme alkuperäiset kalalajit luonnonvaraisen lisääntymisen avulla niiden luontaisessa ympäristössä. Jos jonkin viljelyssä olevan lajin tai kannan osalta saavutetaan EY:n luontodirektiivin mukainen ns. suotuisan suojelun taso eli se pystyy pitkällä aikavälillä säilymään elinvoimaisena luontaisissa elinympäristöissään, viljelystä voidaan luopua. Suotuisan suojelun tasoa ei lisääntyneistä kalojen hoitotoimista kuten kalastuksen säätelystä ja elinympäristökunnostuksista huolimatta ole minkään säilytyksessä olevan kannan osalta kuitenkaan ympäristöviranomaisten taholta toistaiseksi todettu.

Kalojen perintöainesta voidaan myös säilyttää siittiösolujen muodossa maitipankeissa pakastuksen avulla (Piironen 1991). RKTL on tallettanut Tenon ja Näätämon lohen, Saimaan järvilohen ja nierian, järvitaimenen (3 kantaa), planktonsiian (2 kantaa) ja vaellussiian (7 kantaa) maitia nestetyypeen. Pakastustekniikkaa kehitetään eri kalalajeille soveltuvaksi ja tavoitteena on saada lähivuosina kaikki uhanalaiset lajit ja kannat talletettua maitipankkeihin näiden säilymisen varmistamiseksi. Yhteistyössä Norjan kanssa ollaan laajentamassa Tenon lohen maitipankkia. Pakastettua maitia käyttämällä voidaan myös laajentaa perustettavien laitoskalastojen monimuotoisuutta.

Kalakantojen elvyttäminen istutuksin

Uhanalaisia kaloja säilytettäessä viljelyn avulla päämääränä tulisi Rion sopimuksen mukaan (artikla 9c) olla palauttaminen luonnolliseen elinympäristöön. Sama tavoite sisältyy lohen osalta lisäksi Kansainvälisen Itämeren kalastuskomission v. 1996 hyväksymään lohen kotiutusohjelmaan (Salmon Action Plan). Näiden tavoitteiden toteuttamiseksi RKTL istuttaa viljeltyjä poikasia mm. tyhjentyneille. Istutuksia tehdään myös uusiin elinympäristöihin kantojen säilymisen varmistamiseksi, mutta samalla myös uusien kalastusmahdollisuuksien aikaansaamiseksi. Rakennettujen jokien kantoja, jotka eivät enää pysty lisääntymään alkuperäisillä elinalueillaan istutetaan sekä patojen alapuolelle että myös vapaisiin jokiin. Istutukset perustuvat maa- ja metsätalousministeriön vuotuisiin tulostavoitteisiin.

Uhanalaisten kantojen elvytys- ja tuki-istutuksissa käytetään sekä RKTL:n tuottamia poikasia että valtion varoin tutkimuslaitoksen mädistä yksityisissä laitoksissa sopimusviljelyllä kasvatettuja poikasia. Suurimmat istutukset tehdään lohella Tornion- ja Simojokeen taantuneiden kantojen ylläpitämiseksi sekä Pyhä-, Kiiminki- ja Kuivajokeen lohen kotiuttamiseksi. Istutusmäärät ovat varsin suuria, esim. lohen 1-vuotiaita jokipoikasia istutetaan keväällä 1999 n. 1 milj. ja 2-vuotiaita vaelluspoikasia n. 700 000 kpl (Taulukko 2). Istutuksia tehdään myös mm. jäljellä olevilla meritaimenkannoilla (Tornionjoki, Iijoki, Lestijoki, Isojoki ja Ingarskilajoki), lukuisilla järvi- ja purotaimenkannoilla, useilla siikakannoilla (mm. plankton-, vaellus- ja pohjasiika), Saimaan ja Inarin nierioilla (Inarin velvoitehoito), lukuisilla harjuskannoilla ja toutaimella.

TAULUKKO 2. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen v. 1994-1998 suorittamat istutukset eräiden taantuneiden kalakantojen elvyttämiseksi. Tutkimuslaitoksen oma ja sopimuskasvatustuotanto, 1 000 kpl

jp = jokipoikanen; vp = vaelluspoikanen

LAJI Kanta	1994		1995		1996		1997		1998	
	jp	vp	jp	vp	jp	vp	jp	vp	jp	vp
LOHI										
Tornionjoki	853	33	734	62	541	51	708	126	680	171
Simojoki	137	26	253	69	195	139	217	145	220	96
Iijoki	110	4	240	22	74	33	104	21	97	29
JÄRVILOHI										
Vuoksen vesistö	50	58	48	75	62	119	0	73	1	81
MERITAIMEN										
Tornionjoki	150	4	352	9	148	141	127	15	276	4
Iijoki	83	2	45	55	51	21	50	17	50	5
Lestijoki	7	61	46	67	28	47	5	22	30	19
Isojoki	1	6	0	11	0	3	0	10	0	13
Ingarskila	3	2	3	17	0	13	0	0	0	11
	1-v.	2- ja >2-v.	1-v.	2- ja >2-v.	1-v.	2- ja >2-v.	1-v.	2- ja >2-v.	1-v.	2- ja >2-v.
NIERIÄ										
Kuolimo	42	24	2	21	0	21	21	2	41	20
VAELLUSSIIKA	1-kes.		1-kes.		1-kes.		1-kes.		1-kes.	
Tornionjoki	336		158		120		150		112	

Kalojen suojelun tulee perustua EY:n luontodirektiivin ns. suotuisan suojelun periaatteeseen eli lajin on pystyttävä pitkällä aikavälillä säilymään elinvoimaisena luontaisissa elinympäristöissään. Suojelun taso ei siten ole suotuisa esim. silloin, kun laji tai sen kanta on pelkästään viljelyn tai istutusten varassa. Täten esim. Iijoen lohi, Saimaan järvilohi ja Tornionjoen sekä Lestijoen meritaimen ovat edelleen uhanalaisia runsaista laitoskalastoista ja istutuksista huolimatta, koska niiden luonnonvarainen lisääntyminen on vähäistä.

Viljeltyjen poikasten istuttaminen on monien kantojen osalta pysyvä tehtävä, sillä vesien rakentaminen ja muu käyttö ovat laajalti tuhonneet erityisesti vaelluskalojen luontaiset lisääntymis- ja elinmahdollisuudet. Voimalaitospäädöt estävät lisäksi vaelluskalojen pääsyn patojen yläpuolisissa vesissä vielä mahdollisesti jäljellä oleville kutualueille. Liiallinen kalastus uhkaa myös monia kantoja ja haittaa lisäksi istutusten tuloksellisuutta. Ilman viljelyä ja poikasten mittavia istutuksia olisikin moni alkuperäinen kalakantamme kuten esim. Saimaan järvilohi ja nieriä, Iijoen ja Simojoen lohi sekä Tornionjoen ja Lestijoen meritaimen jo lopullisesti hävinnyt ja moni kanta olisi häviämisen partaalla.

RKTL myös myy näiden alkuperäisten kalalajien ja -kantojen mätiä yksityisille viljelijöille jatkokasvatusta varten. Tuottamalla mäti valtion kalanviljelyn toimesta taustaltaan tunnetuista kannoista perinnöllisyystieteelliset näkökohdat huomioonottaen vähennetään tuntemattomien ja "vieraiden" lajien ja kantojen leviämriskejä. Tämäkin tavoite sisältyy mm. Rion sopimukseen.

Monimuotoisuus viljelytoiminnan haasteena

Merkittävimmät haasteet kaloja säilytettäessä viljelyn avulla ovat varmistuminen siitä, että laitoksissa olevat lajit ja kannat edustavat mahdollisimman hyvin luonnossa vielä tavattavaa monimuotoisuutta ja että viljelykannat myös säilyvät mahdollisimman monimuotoisina eivätkä "laitostu". Vaikka säilytyksessä olevien kalastojen taustoja on kartoitettu (esim. Kallio 1989) ja tutkittu mm. entsyymielektroforeettisin menetelmin (esim. Koljonen 1991) monien viljelykantojen monimuotoisuus ja edustavuus on edelleen puutteellisesti tunnettu. Uusimmat geneettiset menetelmät tarjoavat aikaisempaa merkittävästi parempia mahdollisuuksia laitoksissa ylläpidettyjen lajien monimuotoisuuden tutkimiseen ja vertailuun luonnonkantoihin. Viljelykantojen monimuotoisuutta koskevat selvitykset on käynnistetty mm. mikrosatelliittiDNA-tekniikan avulla yhteistyössä RKTL:n kalatutkimuksen ja Helsingin Yliopiston tutkijoiden kanssa. Tutkimusten perusteella laaditaan mm. yksityiskohtainen rekisteri säilytyksessä olevien kalalajien ja -kantojen monimuotoisuudesta. Lisäksi vertaillaan laitos- ja luonnonkantojen monimuotoisuutta ja tarpeen sekä mahdollisuuksien mukaan viljelykantoja laajennetaan luonnonkannoista peräisin olevalla materiaalilla (mäti ja/tai poikaset). Tavoitteena on aikaansaada kalastot, joiden monimuotoisuus olisi kaikilla lajeilla ja kannoilla mahdollisimman lähellä luonnonkannoissa vielä tavattavaa monimuotoisuutta (esim. Piironen 1996).

Jotta säilytyksessä olevat kalastot eivät vähitellen valikoituisi laitosolosuhteisiin ja menettäisi luonnonoloissa välttämättömiä ominaisuuksia, kalastot uusitaan luonnonkaloista lypsetystä mädistä. Eräiden rakennettujen vesien kantojen tai muuten harvinaisten luonnonkantojen osalta tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista tai on hyvin vaikeaa (esim. Iijoen lohi, Saimaan nieriä, eräät taimenkannat). Tällöin joudutaan osin turvautumaan laitosemoihin ja mm. käyttämään erikseen suunniteltuja ja määriteltyjä paritusmenetelmiä. Emokalastojen uusimisessa käytetään tarpeen mukaan myös luonnosta pyydettyjä ja laitoksiin siirrettyjä poikasia.

Yhteistyössä tutkimuksen kanssa on laadittu ohjeet emokalastojen uusimisessa ja ylläpidossa noudatettavista menettelytavoista, jotta kalakantojen säilytys- ja hoitoketjussa saataisiin luonnossa selviämässä välttämättömät perinnölliset ominaisuudet siirrettyä mahdollisimman laajoina ja muuttumattomina sukupolvesta toiseen. Nämä viljelyssä säilytettävien kalastojen geneettistä huoltoa koskevat yksityiskohtaiset menettelyohjeet kuuluvat osana vesiviljelyn vuoden 1999 alussa käyttöön ottamaan ISO 9001 laatujärjestelmään.

Pelko laitoksissa ylläpidettyjen kalojen nopeasta "degeneroitumisesta" tai "laitostumisesta" eli monimuotoisuuden kaventumisesta on osoittautunut onneksi liioitelluksi RKTL:n käyttämässä toimintamallissa, jossa emokalastot uusitaan luonnonmädistä (esim. Koljonen 1995, Pasanen 1996). Kaikkien säilytyksessä olevien kantojen osalta tämä ei kuitenkaan ole ollut mahdollista luonnonkannan hävitessä kuten esim. Iijoen lohelle kävi jo 30-vuotta sitten. Iijoen lohen monimuotoisuus ja merkityillä istutuspoikasilla saadut hyvät tulokset osoittavat, että pelkässä laitosviljelysäkään olevan kannan monimuotoisuus ei näytä ainakaan nopeasti kaventuvan haitallisesti, kun laitosvalintaa pyritään mahdollisimman suuressa määrin välttämään. Nykytietämyksellä ei kuitenkaan kyetä arvioimaan, kuinka pitkään pelkän laitoskannan varassa voitaisiin toimia, sillä laitoksissa tapahtuu vähittäistä tahatonta valintaa (esim. Petersson 1998). Sen vaikutusta voidaan vähentää mm. pienentämällä kuolleisuutta laitoksessa ja ylläpitämällä luonnonvalintaa osassa kantaa (Koljonen 1993a).

Eräät laitoksissa säilytetyt kalakannat eivät kuitenkaan enää kykene lainkaan tai riittävässä määrin lisääntymään alkuperäisissä, muuttuneissa elinympäristöissään (esim. Iijoen lohi, Saimaan järvilohi ja nieriä). Jotta ne jälleen saataisiin luonnonmukaiseen lisääntymiskiertoon, olisi ne kotiutettava uuteen lisääntymisen mahdollistavaan elin-

ympäristöön. Tässä tarkoituksessa on mm. Perämeren velvoiteistutuksissa eniten käytettyä Iijoen lohikantaa ryhdytty istutuksin kotiuttamaan läheiseen rakentamattomaan Kiiminkijokeen ja Saimaan järvihohta Ivalojokeen. Tavoitteena on täten saada myös poikasvaihe luonnonvalinnan alaiseksi ja siten turvata kannan säilyminen elinvoimaisena, mutta myös tehdä mahdolliseksi mädinsaanti jokeen palaavista lohista kalaston uusimiseksi. Koska pelkästään luonnonmätään perustuvassa viljelyssä näyttää olevan luonnottoman kalastusvalinnan lisäksi muitakin riskitekijöitä ja vaikeuksia (lähemmin Westman 1993, 1998a), pyrimme käyttämään sekä laitos- että luonnonmätää ja tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan vielä luonnosta pyydettyjä poikasia uusien kalasukupolvien kasvattamiseen. Maitipankkitoiminnan laajentuessa voimme myös aikaa myöten hyödyntää yhä runsaammasta ja laajemmasta koirasjoukosta otettua pakastettua maitia ja siten varmistaa kantojen mahdollisimman suuri monimuotoisuus.

Kalakantojen ja niiden monimuotoisuuden säilyttämisen periaatteita, tavoitteita ja menetelmiä on tarkasteltu lukuisissa selvityksissä (esim. Kallio 1986, Koljonen 1986, 1993a,b, Eskelinen 1991, Westman 1993, Piironen 1995, 1996, Vaajala 1995). Aihe oli lisäksi ollut esillä kahdeksalla Valtion kalanviljelyn neuvottelupäivillä ja mm. pääteemana vuosina 1989, 1991 ja 1995 (lähemmin Westman 1996). Lisäksi on julkaistu selvityksiä yksittäisten lajien tai kantojen säilyttämisestä viljelyn avulla (esim. Piironen 1990, Pasanen 1996).

Myös Ruotsissa on käynnistetty kalojen tallentaminen viljelylaitoksiin (geenipankkitoiminta) uhanalaisten kantojen säilymisen turvaamiseksi. Ohjelmaa esiteltiin valtion kalanviljelyn XXI neuvottelupäivillä pari vuotta sitten (Karlström & Perä 1997). Vastavuoroisesti esiteltiin RKTL:n toimintaa kalaston säilyttämiseksi viljelyn keinoin viimevuotisilla Ruotsin kalanviljelypäivillä (Fiskodlingskonferens 1998) (esim. Eskelinen 1998, Pasanen ym. 1998, Westman 1998b). Yhteisten rajavesien ja yhteisten Itämeressä olevien kalastusalueiden vuoksi olisikin ensiarvoisen tärkeää löytää kaikkien naapurimaittemme kanssa hyväksytyt toimintamallit uhanalaisten kantojen säilyttämiseksi sekä viljelyn, istutusten että kalastuksen säätelyn osalta. Näiden tavoitteiden kannalta onkin ilahduttavaa, että Norjan kanssa on saatu aikaan toimiva yhteistyö Tenon lohen maitipankin osalta ja näkemykset mm. Tornionjoen lohikannan istutushoidon osalta ovat lähentyneet Ruotsin kanssa. Myös tutkimustoiminnassa on tuloksellista yhteistyötä kalaston suojelukysymyksissä harjoitettu jo pitkään Pohjoismaiden kesken mm. Pohjoismaisen Ministerineuvoston ”Nordisk Arbetsgrupp för Fiskeriforskning” - työryhmän kautta mm. kalojen geenipankkitoimintaan liittyen (esim. Gjedrem *et al.* 1978, Frier ym. 1993).

Kirjallisuus

Dahlström, H., Eloranta, A., Lehtonen, H., Soveri, U.-R., Toivonen, H., Torvinen, R., Uusimäki, M., Westman, K., Vuolanto, S. & Saura, A. 1996. Kalaston suojelutyöryhmän muistio. - Maa- ja metsätalousministeriö, työryhmämuistio MMM 1996: 19. 65 s.

Eskelinen, U. 1991. Kalanviljelyn käyttö uhanalaisten kalakantojen säilyttämisessä. Eskelinen, U., Pursiainen, M. & Rahkonen, R. (toim.), Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot. Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 31: 41-46.

Eskelinen, U. 1998. Odling och utplantering av insjööring in Finland. In: Manninen, K. & Westman, K. (red.), Fiskodlingskonferensen 1998. Aktuellt från finsk fiskevård och fiskodling. Helsingfors 11.3.1998. Kala- ja riistaraportteja nro 116: 17-21..

Sama. Fiskodlingskonferensen i Stockholm/Helsingfors 10-12 mars 1998. Bilaga 10 (4 s.). Laxforskningsinstitutet, Älvkarleby. 1998.

- Frier, J.-O. (ed), Piironen, J. & Arnason, E. 1993. Truede fiskarter i Norden. Nordisk Ministerråds Arbejdsgruppe for Genbankssamarbejde for Fisk. (Mimeo). 24 p.
- Gjedrem, T., Pärnänen, A., Larsen, J., Westman, K., Gunnerod, T., Vik, R., Johansson, C., Kuylenstierna, L., Nyman, L. & Rönningen, K. 1978. Rapport från arbetsgruppen för frågor rörande fisk. Nordisk symposium om genbanker och andra former för bevarande av genetiska naturresurser, Nordiska Ministerråd och Finlands Akademi. - Nu, B 1978. 30: 104-108.
- Järvinen, O. & Miettinen, K. 1987. Sammuuko suuri suku. Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy. Helsinki. 256 s.
- Kalanviljelyn 2020 toimikunta 1991. Kalanviljelyn tavoiteohjelma, kalanviljelyn 2020-toimikunnan mietintö. - Komiteamietintö 1991 (20). 68 s.
- Kallio, I. 1986. Emokalakantojen kehittäminen. -Vihervuori, A. (toim.), Valtion kalanviljelyn VII neuvottelupäivät. RKTL. Monistettuja julkaisuja 51: 8-13.
- Kallio, I. 1989. Lohikalalajien emokalastojen taustasta valtion kalanviljelylaitoksilla. Vihervuori, A. (toim.), Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivät. RKTL. Monistettuja julkaisuja 98: 28-42.
- Karlström, Ö. & Perä, I. 1997. Ruotsalaisten lohen geenipankki. Teoksessa: Simola, H. (toim). Valtion kalanviljelyn XXI neuvottelupäivät, Viljely-ympäristön säätely, Rovaniemi 9.-10.4.1997. Kala- ja riistaraportteja nro 103: 6-9.
- Koljonen, M.-L. 1986. Uhanalaisten lajien suojelu valtion kalanviljelyssä. Vihervuori, A. (toim.), Valtion kalanviljelyn VII neuvottelupäivät. RKTL. Monistettuja julkaisuja 51: 14-17.
- Koljonen, M.-L. 1989. Perinnöllisen erilaistumisen merkitys kalakantojen hoidon kannalta. Vihervuori, A. (toim.), Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivät. RKTL. Monistettuja julkaisuja 98: 43-45.
- Koljonen, M.-L. 1991. Miten entsyymielektroforeettiset tutkimukset voivat palvella kalakantojen suojelua ja mitä tuloksia on saatu? Eskelinen, U., Pursiainen, M. & Rahkonen, R. (toim.), Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot. Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 31: 18-24.
- Koljonen, M.-L. 1993a. Perimän muuttuminen on otettava huomioon kalakantojen hoidossa. -Suomen Kalastuslehti 100 (2): 10-13.
- Koljonen, M.-L. 1993b. Emokalanviljelyn geneettiset periaatteet. Ruohonen, K. & Ruuhijärvi, J. Mädituotanto ja emokalojen viljely. Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 60: 30-33.
- Koljonen, M.-L. 1995. Suomen lohikantojen säilyttäminen. Heinimaa, P. & Juntunen, K. (toim.), Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 96: 22-29.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1996. Uusiutuvat luonnonvarat ja biologinen monimuotoisuus. MMM:n biodiversiteettityöryhmän ehdotus biologisen monimuotoisuuden kestävästä käytöstä. - MMM työryhmämuistio 1996:1. 79 s.+ 46 liites.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1997. Maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategia. Uusiutuvien luonnonvarojen kestävä käytön toimintalinjat. - MMM:n julkaisuja 2/1997. 44. s. Helsinki.
- Pasanen, P. 1996. Iijoen lohen pelastus- ja säilytysoperaatio. Makkonen, J. & Pursiainen, M. (toim.), Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia- Fiskundersökningar 110: 37-39.

- Pasanen, P., Pursiainen, M. & Makkonen, J. 1998. Odling av moderfish som metod för att bevara hotated fiskbestånd. Exempel: insjölox och röding i Saimen och laxen i Ijo älv. In: Manninen, K. & Westman, K. (red.), Fiskodlingskonferensen 1998. Aktuellt från finsk fiskevård och fiskodling. Helsingfors 11.3.1998. Kala- ja riistaraportteja nro 116: 44-50.
- Sama. Fiskodlingskonferensen i Stockholm/Helsingfors 10-12 mars 1998. Bilaga 13 (6 s.). Laxforskningsinstitutet, Älvkarleby. 1998.
- Petersson, E. 1998. Hur påverkas fiskens beteende av odling?. In: Fiskodlingskonferensen i Stockholm/Helsingfors 10-12 mars 1998. Bilaga 5 (13 s.). Laxforskningsinstitutet, Älvkarleby. 1998.
- Piironen, J. 1990. Saimaan järvilohen ja nieriän viljely ja hoito. Suomen Kalatalous 56: 66-73.
- Piironen, J. 1991. Pakastetun maidin käyttö uhanalaisten kalalajien viljelyssä Eskelinen, U., Pursiainen, M., & Rahkonen, R. (toim.), Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot. Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 31: 51-54.
- Piironen, J. 1995. Kalakantojen säilyttäminen ja emokalastojen geneettinen hoito. Heinimaa, P. & Juntunen, K. (toim.), Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 96: 6-16.
- Piironen, J. 1996. Uhanalaisten emoviljelyn strategiat. Makkonen, J. & Pursiainen, M. (toim.), Istutuspokasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia- Fiskundersökningar 110: 45-51.
- Suomen biologista monimuotoisuutta koskeva kansallinen toimintaohjelma 1997-2005. Ympäristöministeriö. Alueidenkäytön osasto 1997. Suomen ympäristö 137. 189 s.
- Vaajala, M. 1995. Emokalaston perustaminen. Heinimaa, P. & Juntunen, K. (toim.), Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 96: 17-21.
- Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmä 1988. Valtion kalanviljelyn tavoitetyöryhmän muistio. Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmämuistio MMM 1988:14. 77 s.
- Westman, K. 1993. Emokalanviljelyn merkitys, kehittyminen ja tavoitteet valtion kalanviljelyssä. Ruuhonen, K. & Ruuhijärvi, J. (toim.), Mädituotanto ja emokalojen viljely. Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 60:1-10.
- Westman, K. 1995. Kalakantojen monimuotoisuus ja valtion kalanviljely. Heinimaa, P. & Juntunen, K. (toim.), Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 96: 1-5.
- Westman, K. 1996. Kaksikymmentä kertaa valtion kalanviljelyn neuvottelupäiviä. Makkonen, J. & Pursiainen, M. (toim.), Istutuspokasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. RKTL. Kalatutkimuksia- Fiskundersökningar 110: 3-17.
- Westman, K. 1997. Uhanalaisten kalojen säilyttäminen.. Teoksessa: Simola, H. (toim). Valtion kalanviljelyn XXI neuvottelupäivät, Viljely-ympäristön säätely, Rovaniemi 9.-10.4.1997. Kala- ja riistaraportteja nro 103: 14-28.
- Westman, K. 1998: Att bevara hotade fiskar. In: Manninen, K. & Westman, K. (red.), Fiskodlingskonferensen 1998. Aktuellt från finsk fiskevård och fiskodling. Helsingfors 11.3.1998. Kala- ja riistaraportteja nro 116: 1-13.

Westman, K. 1998: Att bevara hotade fiskar. Fiskodlingskonferensen i Stockholm/Helsingfors 10-12 mars 1998. Bilaga 8 (11 s.). Laxforskningsinstitutet, Älvkarleby. 1998.

Westman, K. 1998: Romproduktion genom odling av moderfisk. In: Manninen, K. & Westman, K. (red.), Fiskodlingskonferensen 1998. Aktuellt från finsk fiskevård och fiskodling. Helsingfors 11.3.1998. Kala- ja riistaraportteja nro 116: 14-16.

Sama: Fiskodlingskonferensen i Stockholm/Helsingfors 10-12 mars 1998. Bilaga 9 (3 s.), Laxforskningsinsitutet, Älvkarleby 1998.

Mikrosatelliitti-DNA tutkimus- tekniikkana

TEIJA AHO

Helsingin yliopisto, Ekologian ja systematiikan laitos, Populaatiobiologian osasto, PL 17,
00014 Helsingin yliopisto

Johdanto

Arvokkaiden kalakantojen uhanalaistumisen myötä geneettisen tiedon tarve myös kalanviljelyssä on lisääntynyt. Geneettinen monimuotoisuus on lajien ja populaatioiden säilymisen perusedellytys, joka mahdollistaa sopeutumisen ympäristössä tapahtuviin muutoksiin. Sen vuoksi on tarpeellista tietää kuinka paljon muuntelua kussakin kannassa on jäljellä, ja kuinka sitä voidaan säilyttää. Molekyyligeneettisten menetelmien kehitys viimeisen vuosikymmenen aikana on ollut nopeaa. Polymeraasiketjureaktion (PCR, engl. polymerase chain reaction) keksimisen jälkeen yksilöiden perimäainesta eli DNA:ta on voitu monistaa halutuista kohdista nopeasti ja helposti, mikä on mahdollistanut tarkkojen analyysimenetelmien kehittämisen geneettisen monimuotoisuuden määrittämiseksi. Näistä erityisesti mikrosatelliittimenetelmä on kehittynyt ja yleistynyt nopeasti, ja se on noussut kalakantojen geneettisen monimuotoisuuden selvittämisessä paljon käytetyn entsyymielektroforeesin rinnalle. Koska mikrosatelliittimenetelmällä selvitetään DNA-tason muuntelua, se tarjoaa monipuolisen ja tarkan työkalun selvittäessä niin luonnon- kuin laitospopulaatioiden geneettistä monimuotoisuutta.

Mikrosatelliitit sekä niiden hyödyt ja haitat

Mikrosatelliitilla tarkoitetaan perimän DNA-sekvenssiä, jossa tietyt emäkset toistuvat useita kertoja peräkkäin (esimerkiksi CACACA...). Mikrosatelliitilla yhden toistojakson pituus voi olla kahdesta viiteen emäsparia. Näiden toistojaksojen määrä yksilöillä voi vaihdella, eli yksilöillä voi olla tietyn mikrosatelliittigeenin eli merkkeerin erilaiset muodot eli alleelit (esimerkiksi CACA ja CACACA). Tällöin puhutaan mikrosatelliittimuuntelusta. Kullakin yksilöllä on mikrosatelliitilokuksessaan kaksi alleelia, jotka voivat olla samanpituisia tai eripituisia. Yksilöä, jonka molemmat alleelit ovat samanlaiset, kutsutaan homotsygoottiseksi tämän mikrosatelliitilokuksen suhteen. Vastaavasti erilaiset alleelit omaavaa yksilöä kutsutaan heterotsygoottiseksi.

Useimmat mikrosatelliitilokukset sijaitsevat genomien ei-koodaavalla alueella, eli mikrosatelliittigeenit eivät varsinaisesti koodaa mitään yksilön ominaisuutta. Näin ollen nämä merkkigeenit ovat huomattavasti neutraalimpia kuin esimerkiksi perinteisesti käytetyt allotsyymit. Mikrosatelliittisekvensseissä tapahtuvat mutaatiot eivät siis vaikuta yksilöiden ilmiäsuun ja ne voivat säilyä populaatiossa. Mikrosatelliittisekvenssien mutaationopeus onkin huomattavan suuri, jopa nelinkertainen allotsyymeihin verrattuna (Amos ym. 1996), minkä ansiosta myös mikrosatelliittien muuntelun määrä

on huomattavasti suurempaa kuin perinteisellä entsyymielektroforeesilla havaittu muuntelu. Mikrosatelliitilokuksissa on yleensä enemmän alleeleja ja heterotsygotiaaste on usein yli 50 %. Tämän ansiosta mikrosatelliittimenetelmä soveltuu erittäin hyvin populaatioiden muuntelun määrän ja geneettisen rakenteen kuvaamiseen. Koska mikrosatelliitit ovat hyvin muuntelevia, sopivia markkereita käyttäen pienetkin populaatioiden väliset erot, esimerkiksi joen eri haaroissa lisääntyvien kantojen erilaistuminen, on mahdollista löytää. Entsyymielektroforeesia käytettäessä tällainen mittaus-tarkkuus on usein mahdotonta vähäisen muuntelun takia. Mikrosatelliittimenetelmällä onkin usein löydetty geneettisiä eroja sellaisten populaatioiden välillä, jotka on allotsyymitoissa todettu geneettisesti samanlaisiksi. Mikrosatelliiteilla voidaan myös selvittää yksilöiden välisiä geneettisen monimuotoisuuden eroja ja näin liittyy geneettinen tieto esimerkiksi yksilöiden lisääntymisominaisuuksiin.

PCR-reaktion hyödyntämisen ansiosta mikrosatelliittianalyysiin tarvittava DNA määrä on erittäin pieni — näytteeksi riittää pieni evänpalanen, verinäyte tai suomu, jolloin näytteet voidaan ottaa myös eläviltä kaloilta. Näytteet voidaan säilöä etanoliin ja säilyttää huoneenlämmössä useita vuosia, mistä on huomattavaa etua työskennellessä kenttäolosuhteissa. Merkittävä etu on myös mahdollisuus analysoida hyvinkin vanhoja näytteitä (Miller & Kapuscinski 1997, Nielsen et al. 1997).

Mikrosatelliittigeenit ovat mendelistisesti periytyviä (jälkeläinen perii toisen alleelin äidiltään ja toisen isältään), joten ne soveltuvatkin erityisen hyvin paitsi geneettisen muuntelun kuvaamiseen, myös sukulaisuussuhteiden ja vanhempien selvittämiseen viljelyyn otetuissa emokalaparvissa ja niistä tuotetuissa jälkeläistöissä. Mikrosatelliiteilla voidaan esimerkiksi saavuttaa 99% luotettavuus oikeiden vanhempien selvittämisessä, kun se allotsyymejä käytettäessä jää parhaimmillaankin n. 50 %:iin.

Mikrosatelliittien käytössä on siis huomattavia etuja verrattuna entsyymielektroforeesiin, jonka käyttöä rajoittaa muuntelevien lokusten pieni määrä, kudospäätteen oton edellyttämä kalojen tappaminen ja näytteiden välitön pakastaminen ja säilytys pakastettuna (O'Connell & Wright, 1997). Toisaalta mikrosatelliittianalytiikka on huomattavasti kalliimpaa ja osin työläämpää kuin allotsyymien käyttö. Mikrosatelliittien analyysitekniikan automatisointi näytteiden ajosta aineiston käsittelyyn kuitenkin mahdollistaa nopeamman ja tehokkaamman aineiston analysoinnin kuin elektroforeesia käytettäessä. Kustannuksia voidaan myös alentaa optimoimalla analytiikka siten, että mahdollisimman suuri määrä näytteitä ja lokuksia analysoidaan kerralla. Kustannukset myös vaihtelevat huomattavasti tutkimusongelmasta s.o. tarvittavien lokusten määrästä riippuen. Esimerkiksi vanhempien selvittäminen onnistuu huomattavasti alhaisemmilla kustannuksilla kuin kantojen erottelu. Yhtenä mikrosatelliittien haittapuolena voidaan pitää työlästä lajikohtaisten alukkeiden (engl. primers) kehittelyä. Toisaalta, sukulaislajien alukkeet toimivat usein mainiosti kohdelajilla, jolloin jo keran kehitettyjä markkereita voidaan käyttää useammallakin lajilla, ja vältetään markerigeenien kehittämiseltä. Esimerkiksi atlantinlohelle kehitetyistä sadoista markkereista useat toimivat taimenella, nieriällä ja jopa harjuksella, jolle ei ole vielä kehitetty yhtään 'omaa' markkeria.

Työvaiheet

Näytteenotto

Ensimmäinen vaihe on luonnollisesti näytteiden kerääminen. Tarvittava näytekoko riippuu tutkittavasta ongelmasta. Mikäli halutaan luotettavasti selvittää esimerkiksi ovatko eri kalakannat geneettisesti erilaisia, tarvitaan kustakin populaatiosta noin 50

kalan otos. Mikäli muuntelua on paljon, vähäisempikin näytemäärä saattaa olla riittävä. Yksinkertaisimmillaan näytteenotto tapahtuu siten, että kalan jostakin evästä leikataan noin neliömillimetrin kokoinen pala, joka säilötään absoluutoituun etanoliin. Näytteet voidaan ottaa myös kudoksista, verestä tai suomuista, jopa vanhoista trofeista.

DNA:n eristys

Seuraava vaihe on DNA:n eli perintöaineksen eristäminen näytteistä. Tähän on olemassa useita menetelmiä, joista yksinkertaisin ja nopein on chelex-menetelmä. Tässä evänpalanan lisätään chelex-liuokseen, jonka ioninvaihtohiukkaset sitovat vapautuvan DNA:n. Seokseen lisätään proteinaasientsyymiä, jolloin kohotetussa lämpötilassa solukalvot rikkoutuvat, osa proteiineista hajoaa ja DNA vapautuu liuokseen. Tarkempaa tietoa eristysmenetelmästä löytyy artikkelista Estoup ym. (1996).

PCR-reaktio (halutun mikrosatelliitin kopiointi alkuperäisestä DNA:sta)

DNA:n eristyksen jälkeen meillä on käytössämme yksilön koko perimän DNA:ta, mikä tarkoittaa tuhansia tai jopa miljoonia emäspareja (Kuva 1). Tämä on kuitenkin liian paljon DNA-analyysyjä verten, joten koko materiaalista on kopioitava tarvittava määrä haluttua sekvenssiä, jota voimme käyttää analyyseihin. Tähän tarjoaa mahdollisuuden jo aiemmin mainittu polymeerasiketjureaktio eli PCR. Reaktiot toteutetaan yleisimmin 10 µl -reaktiotilavuudessa. Tätä varten jokaiseen näyteputkeen tarvitaan alkuperäistä DNA:ta, polymeerasientsyymiä, kahta aluketta (toinen leimattu fluoresoivalla merkkiaineella), vapaita nukleotideja ja PCR-puskuria. Itse reaktio 'ajetaan' erityisessä PCR-laitteessa, johon voidaan valmiiksi ohjelmoida tarvittavat lämpötilat ja syklien määrät.

Kopiointia varten solujen kaksoiskierteellä oleva DNA on ensin lämpötilaa kohottamalla purettava yksisäikeiseksi (Kuva 2). Jotta polymeerasientsyymi osaisi aloittaa DNA-säikeen kopionnin haluamastamme kohdasta, seokseen tarvitsee lisätä alukkeet. Alukkeiksi kutsutaan DNA-pätkiä, jotka sijaitsevat kopioinnin kohteena olevan mikrosatelliittisekvenssin molemmiin puolin. Näiden alukkeiden tehtävänä on ohjata polymeerasientsyymi aloittamaan haluamamme mikrosatelliitin kopiointi oikeasta kohdasta. Oikeassa lämpötilassa entsyymi liittyy yhteen seoksen vapaita nukleotideja (adeniini, tyymiini, guaniini ja sytosiini) alkuperäisen DNA-pätkän mallin mukaisesti. Tuloksena on siis identtinen kopio alkuperäisestä mikrosatelliitista. Jotta tuotetta olisi riittävästi testejä varten, monistusta täytyy jatkaa edelleen. Tällöin reaktion kuumentus-viilennys -syklejä toistetaan useita kertoja, jolloin ketjureaktion tuloksena syntyy nopeasti tuhansia kopioita alkuperäisestä DNA-pätkästä, eli tutkittavasta mikrosatelliitista. PCR-reaktiot ajetaan kullekin mikrosatelliittimarkkerille erikseen, koska optimaaliset lämpötilaolosuhteet monistusta varten ovat usein markkerikohtaisia.

Näytteiden visualisointi geelillä

Alleelien erotteluun on olemassa useita eri menetelmiä, joista tässä esittelen fluoresoivia väriaineita hyödyntävän puoliautomaattisekvenaattorin käytön. Kun usean eri mikrosatelliittimarkkerin PCR-tuotteet ovat valmiina, ne voidaan tehokkaasti saada näkyvään ja numeeriseen muotoon analysoimalla ne puoliautomaattisella sekvenaattorilla. Tähän tarkoitukseen käytämme Helsingin yliopiston Molekyyliökologian ja systematiikan laboratorion ABI 377 -sekvenaattoria (Applied Biosystems Inc.), jonka

toiminnasta löytyy lisää tietoa internetistä sivulta <http://WWW2.perkin-elmer.com/ab/about/dna/377/377a2a.html>. Analyysiä varten eri markkereiden tuotteet yhdistetään, niihin lisätään latauspuskuri ja kokostandardi, jonka tunnetun kokoisten DNA-pätkien perusteella tietokone laskee näytteessä olevien mikrosatelliittialleelien koot. Näytteet ajetaan elektroforeettisesti polyakryyliamidigeelissä, jossa eri kokoiset DNA-pätkät (eri pituiset mikrosatelliittialleelit) erotellaan niiden kulkunopeuden perusteella, ja laitteen lasersäde lukee fragmenttien fluoresoivan merkkiaineen aallonpituuden. Ajon tuloksena saadaan sekvenaattoriin yhdistettyyn tietokoneeseen geelikuva, jossa näkyvät eri värein merkittyjen mikrosatelliittien eri kokoiset alleelit.

Tulosten analysointi ja tulkinta

Tietokone analysoi alleelien koot automaattisesti GeneScan Analysis 2.1- ohjelmalla (ABI), ja aineistoa voidaan edelleen työstää helpommin käytettävään muotoon Genotyper 2.0-ohjelmalla. Tämän ohjelman avulla mikrosatelliittiaineisto voidaan muuntaa numeeriseksi ja tallentaa Excel-tiedostoksi. Mikrosatelliittiaineiston analysointia varten on kehitetty lukuisia uusia tietokoneohjelmia, joilla voidaan analysoida esimerkiksi populaatioiden välistä erilaistumista, efektiivistä populaatiokokoa, yksilöiden välistä sukulaisuussuhteita, sekä sitä, onko populaatio kulkenut geneettisen pullonkaulan läpi.

Tulevaisuudennäkymiä

Viime vuosina julkaistu molekyylogeneettinen ja ekologinen kirjallisuus osoittaa selvästi, että mikrosatelliittitekniikasta on tullut tehokas tutkimuksen apuväline. Tutkijoiden ja tiedon soveltajien tietämyksen kasvaessa mikrosatelliittien käyttö tulee yleistymään, laboratoriotekniikat kehittyvät ja laboratorioskustannuksetkin alenevat. Uusien, kehitteillä olevien mikrosatelliiteille tarkoitettujen tietokoneohjelmien myötä mikrosatelliittidatan käsittely sekä helpottuu että monipuolistuu, mikä osaltaan edesauttaa menetelmän yleistymistä populaatiogeneettisessä tutkimuksessa. Geneettistä monimuotoisuutta kuvaavat uudenlaiset indeksit ja laskentatavat tulevat mahdollistamaan mikrosatelliittien antaman geneettisen tiedon liittämisen esimerkiksi yksilöiden lisääntymisominaisuuksista saatuun tietoon. Tämä antaa mahdollisuuden mikrosatelliittien hyödyntämiseen yhä useammassa sovelluksessa. Geneettinen tutkimus onkin suuntautumassa yhä enemmän yksinkertaisesta kantojen vertailusta moniulotteisempien evolutiivisten vuorovaikutussuhteiden, kuten yksilöiden perimän, käyttäytymisen ja lisääntymismenestyksen tutkimiseen. Runsaan muuntelun sekä nopean ja tehokkaan analyysimenetelmän ansiosta mikrosatelliitit soveltuvat hyvin tällaisen tutkimuksen apuvälineeksi. Tulevaisuudessa mikrosatelliiteilla tulee olemaan myös merkittävä rooli kvantitatiivisia ominaisuuksia koodavien geenien paikantamisessa (engl. QTL-mapping), jonka sovellusmahdollisuudet esimerkiksi jalostusgenetiikassa ovat huomattavat.

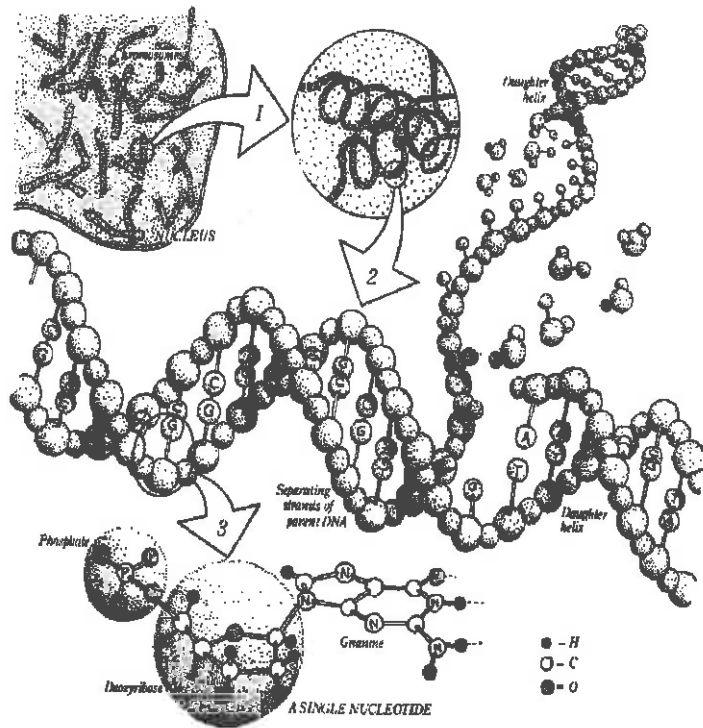
Kirjallisuus

- Amos, W., Sawcer, S.J., Feakes, R.W. & Rubinzstein, D.C. 1996. Microsatellites show directional bias and heterozygote instability. – *Nature Genetics* 13: 390-391.
- Estoup, A., Largiader, C.R., Perrot, E. & Chourrout, D. 1996. Rapid one-tube DNA extraction for reliable PCR detection of fish polymorphic markers and transgenes. – *Mol. Mar. Biol. and Biotechnol.* 5: 295-298.

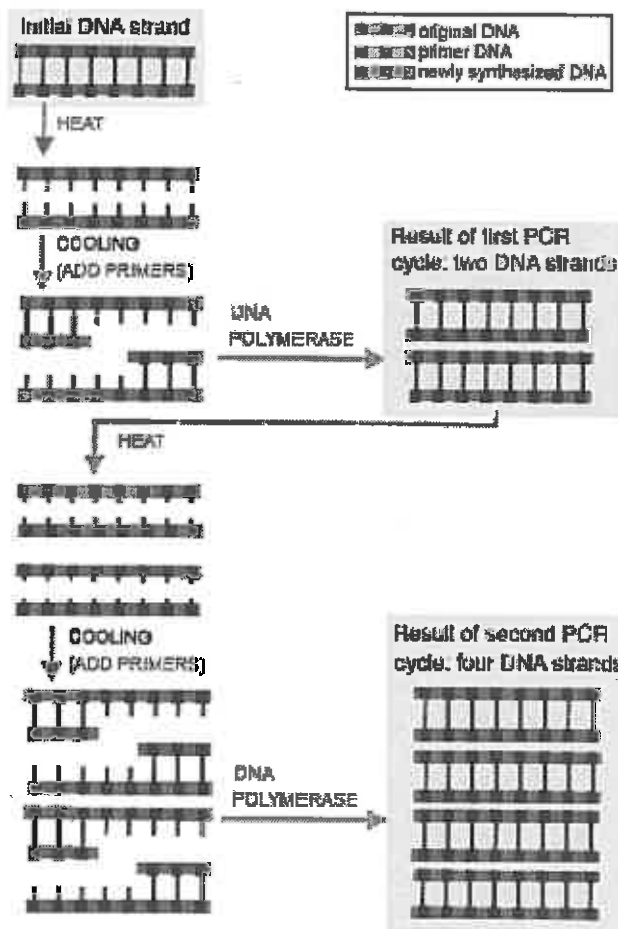
Miller, L.M. & Kapuscinski, A.R. 1997. Historical analysis of genetic variation reveals low effective population size in a northern pike (*Esox lucius*) population. *Genetics* 147:1249-1258.

Nielsen, E.E., Hansen, M.M. & Loeschke V. 1997. Analysis of microsatellite DNA from old scale samples of Atlantic salmon *Salmo salar*: a comparison of genetic composition over 60 years. *Mol. Ecol.* 6: 487-492.

O'Connell, M. & Wright, J.M. 1997. Microsatellite DNA in fishes. - Reviews in Fish Biology and Fisheries 7: 331-363.



Kuva 1. DNA:n rakenne



Kuva 2. PCR-reaktio

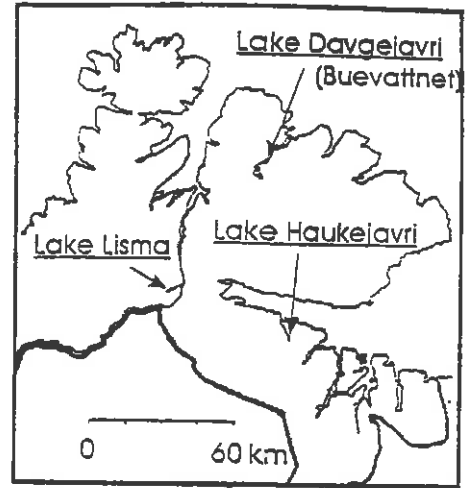
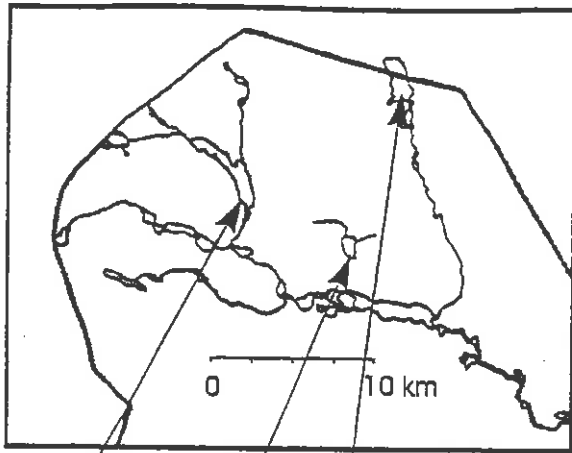
Fennoskandian alueen nieriän (*Salvelinus alpinus*) laitos- ja luonnonpopulaatioiden geneettisen mo- nimuotoisuuden selvitys mikrosatelliitti- menetel- mällä

CRAIG R. PRIMMER¹, TEIJA AHO¹, JORMA PIIRONEN² ja ESA RANTA¹

1. Helsingin yliopisto, Ekologian ja systematiikan laitos, Populaatiobiologian osasto, PL 17,
00014 Helsingin yliopisto

2. RKTL, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely, Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

Tutkimme Fennoskandian alueen nieriäpopulaatioiden laitos- ja luonnonkantojen geneettistä monimuotoisuutta ja populaatioiden välistä erilaistumista mikrosatelliittimenetelmällä. Käytimme tutkimuksessa kahdeksaa muuntelevaa mikrosatelliittilokusta, jotka analysoimme puoliautomaattisella sekvenaattorilla. Kaikki laitos- ja luonnonpopulaatiot havaittiin geneettisesti erilaisiksi, jopa vain kuuden kilometrin etäisyydellä toisistaan olevien pienten tunturijärvien osalta. Populaatioiden välisten geneettisten etäisyyksien analysointi paljasti, että populaatiot voitiin jakaa kolmeen selvään ryhmään: luoteinen, koillinen ja eteläinen Suomi. Laitoskasvatuksen vaikutukset näkyivät mm. siinä, että laitospopulaatioiden genotyypijakaumat poikkesivat useammin Hardy-Weinbergin tasapainotilasta kuin luonnonpopulaatioiden genotyypijakaumat. Erityisesti Saimaan nieriän emokalastojen geneettinen muuntelu oli hyvin vähäistä. Vaikka Saimaan nieriän laitoskantojen muna- ja poikaskuolleisuus sekä tautiherkkyys ovat suuria, selvitettäväksi jää, johtuuko tämä alhaisesta geneettisestä muuntelusta. Geneettinen muuntelu oli nimittäin alhaista myös osalla muista runsaana esiintyvistä tutkimuspopulaatioistamme.



Lake Pihtosiärvi

Lake Somasiärvi

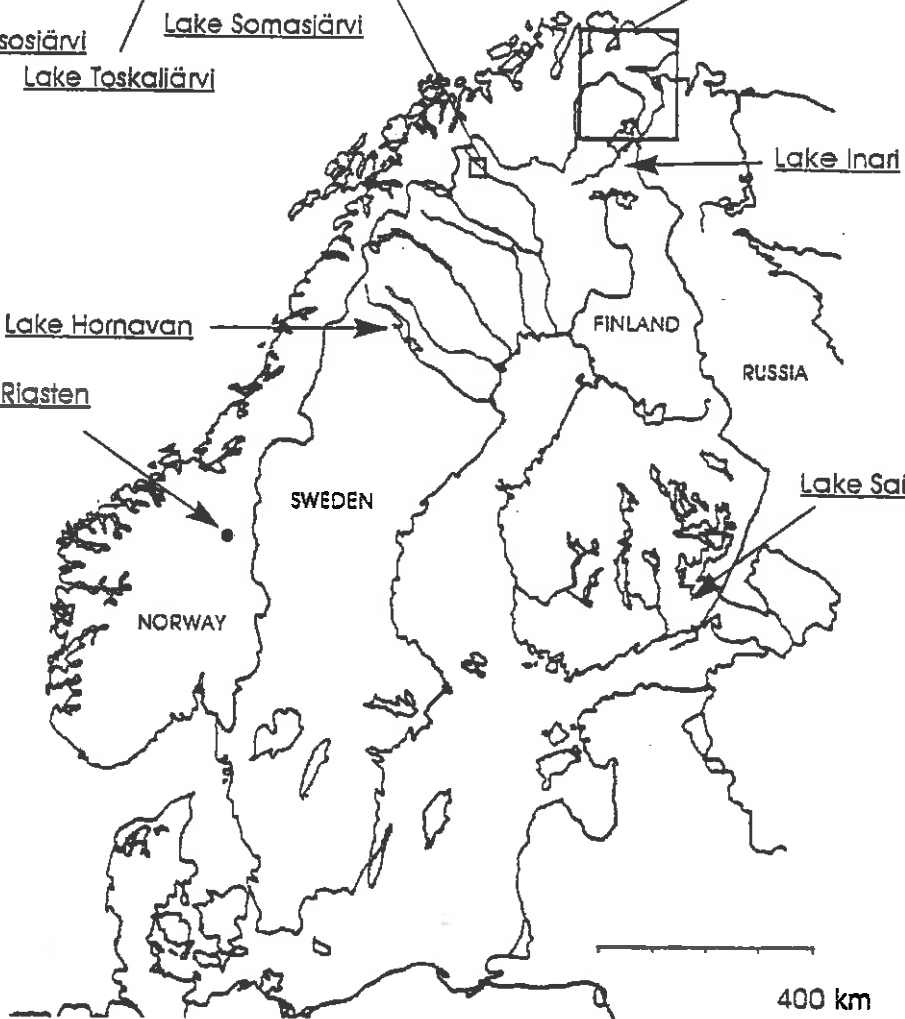
Lake Toskaliärvi

Lake Hornavan

Lake Riasten

Lake Inari

Lake Saimaa



Itämeren lohen monimuotoisuus

MARJA-LIISA KOLJONEN

Riista ja - kalataloudentutkimuslaitos, PL 6, 00721 Helsinki

Johdanto

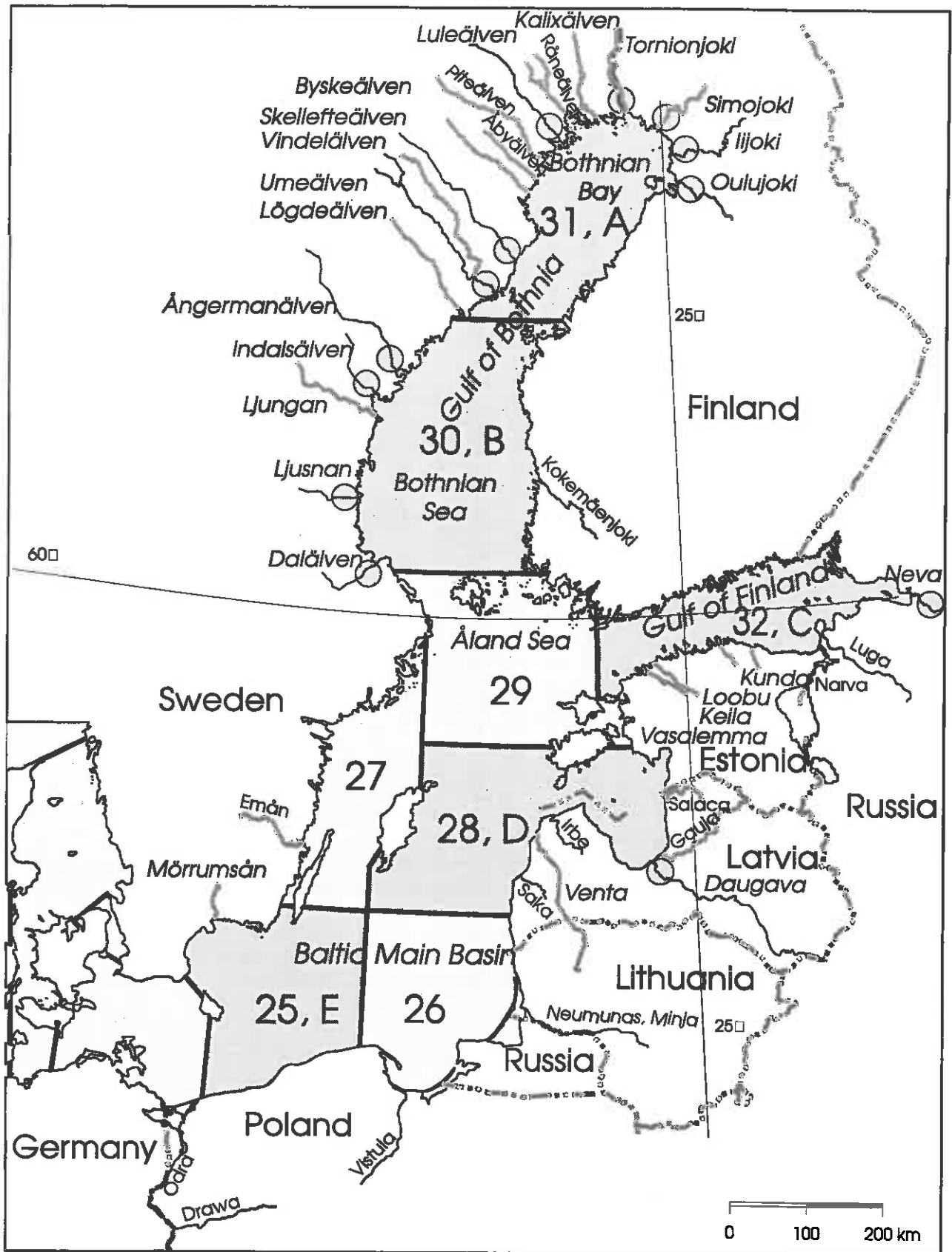
Itämeren lohen perinnöllisen monimuotoisuuden voidaan olettaa alentuneen selvästi ihmisen toiminnan seurauksena erityisesti useiden lohikantojen menetyksen vuoksi. Lohi on lajina kotijokiuskollinen, jolloin eri jokien lohikannat erilaistuvat perinnöllisesti ja sopeutuvat kunkin joen elinolosuhteisiin. Tämä voidaan havaita tilastollisesti merkitsevinä geenifrekvenssieroina nykyistenkin lohikantojen välillä. Koska nykyiset resurssit ovat vain osa alkuperäisistä, niiden säilyttäminen on erityisen tärkeää.

Luotettava ja tarkka perinnöllisen monimuotoisuuden muutosten seuranta edellyttää kuitenkin edes jonkinlaista perinnöllisten ominaisuuksien mittausta. Eliöiden koko geenistön tutkiminen ei ole mahdollista, joten tutkittavaksi valitaan erilaisilla menetelmillä havaittavia geenijoukkoja. Enstyyymielektroforeesi on tarjonnut suhteellisen edullisen tavan tutkia nimenomaan entsyymitoimintaan vaikuttavien geenien monimuotoisuutta ja lohikantojen välisiä eroja näiden geenien perusteella. Tavallisesti oletetaan tiettyjen populaatiogeneettisten lainalaisuuksien pätevän samalla tavalla koko genomissa, joten johtopäätökset esim. muuntelun määrän alenemisesta oletetaan yleensä koskevan myös muuta osaa genomista.

Aineisto ja menetelmät

Laaja yhteistyötutkimus Itämeren lohikantojen perinnöllisen monimuotoisuuden jakautumisesta on juuri saatu päätökseen. Työssä tutkittiin 18 entsyymigeenin esiintyminen yhteensä 24 Itämereen laskevassa joessa Latviassa, Ruotsissa, Suomessa, Venäjällä ja Virossa (Kuva 1 ja taulukko 1). Nämä joet laskevat viidelle eri merialueelle: Perämeri, Selkämeri, Suomenlahti, itäinen pääallas ja eteläinen pääallas. Lisäksi tutkittiin erikseen näyte Tornionjoen lohen emokalastosta, jotta voitaisiin verrata sitä näytteeseen luonnonvaraisesta tuotannosta.

Perinnöllisen monimuotoisuuden esiintymistä mitattiin sekä erilaisten geenimuotojen määrillä eri kannoissa että kantojen keskimääräisten heterotsygotioiden määrillä. Kantojen välistä perinnöllisen erilaisuuden määrää mitattiin niiden välisillä perinnöllisillä etäisyyksillä.



KUVA1. Itämeren kartta merialueineen ja lohijokineen. Joet, joissa on luonnonvaraista tuotantoa, on merkitty paksummalla viivalla. Laitostuotanto on merkitty ympyrällä kunkin joen suuhun. Tutkitut vilsi merialuetta on merkitty hieman tummemmalla värillä ja kirjaimilla A-E.

Taulukko 1. Tutkitut lohikantanäytteet. Luonnonvaraisesti lisääntyvät kannat merkitty tähdellä.

Kanta	vuosi	lohia kpl	yhteensä
1 Tornionjoki*, FIN, SWE	1992	260	
	1993	296	
	1993	236	
	1988	19	
	1989	245	
	1988	100	
	1989	46	1202
2 Simojoki*, FIN	1992	689	
	1993	30	
	1993	30	749
3 Iijoki, FIN	1990	180	
	1993	153	
	1997	60	393
4 Oulujoki, FIN	1992	180	
	1997	60	240
5 Neva, RUS (FIN)	1990	149	
	1993	171	320
6 Kalixälven*, SWE	1987	45	
	1988	146	
	1989	583	774
7 Luleälven, SWE	1993		60
8 Byskeälven*, SWE	1994		30
9 Skellefteälven, SWE	1993		84
10 Umeälven, SWE	1987	48	
	1988	50	98
11 Vindelälven*, SWE	1987	50	
	1988	50	100
12 Lögde*, SWE	1979		69
13 Ångermanälven, SWE	1992		100
14 Indalsälven, SWE	1992		90
15 Ljungan*, SWE	1996		52
16 Ljusnan, SWE	1992		50
17 Dalälven, SWE	1988		200
18 Kunda*, EST	1994	25	
	1995	34	59
19 Loobu*, EST	1994	15	
	1995	35	50
20 Keila*, EST	1994	30	
	1995	33	63
21 Vasalemma*, EST	1994	7	
	1995	36	43
22 Daugava, LAT	1996	100	
	1996	25	125
23 Venta*, LAT	1996		107
24 Mörrumsån*, SWE	1994		67
Yhteensä			5125

Tulokset

Maantieteellisesti eri alueilta olevien lohikantojen välillä perinnöllinen erilaistuminen oli huomattavaa. Erilaistuminen oli osittain seurausta kantojen välisestä maantieteellisestä etäisyydestä siten että maantieteellisesti läheiset kannat olivat yleensä myös perinnöllisesti samankaltaisimmat. Tämä selittyy läheisten jokien suuremmalla todennäköisyydellä vaihtaa yksilöitä keskenään sekä niiden suuremmalla historiallisella samankaltaisuudella.

Erilaistumista voitiin havaita kaikkien tutkittujen viiden merialueen kantojen välillä. Lievin näistä eroista oli ero Perämeren ja Selkämeren lohikantojen välillä ja voimakkaammin erosi eteläinen pääallas, jota edusti ainoastaan muista selvästi poikkeava ruotsalainen Mörrumjoen lohi.

Lajien perinnöllinen diversiteetti jakautuu populaatioiden tai kantojen väliseen diversiteettiin ja kantojen sisäiseen diversiteettiin. Kantojen sisäisen diversiteetin osuus on aina huomattavasti suurempi kuin niiden välisen diversiteetin osuus. Hierarkkisen diversiteettianalyysin perusteella 15% Itämeren lohikantojen kokonaisdiversiteetistä oli lohikantojen välistä diversiteetti.

Luonnonvaraisesti lisääntyvien lohikantojen välinen diversiteetti (Gst) oli selvästi korkeampi (Gst = 16%) kuin laitoskantojen (Gst = 6%). Myös kokonaisdiversiteetti (Ht) oli melkein 30% korkeampi luonnonvaraisesti lisääntyvillä kannoilla (Ht = 8%) kuin laitoskannoilla (Ht = 5%). Luonnonvaraiset kannat ja laitoskannat olivat jakautuneet eri tavoin koko Itämeren alueelle ja osa havaituista diversiteetti eroista oli siten seurausta historiallisista eroista eikä viljelyn vaikutuksesta. Jos verrattiin vain Perämeren alueen laitoskantoja (Ht = 5,5%) ja luonnonvaraisia kantoja (5,7%), nykyiset kokonaisdiversiteetit olivat hyvin samanlaiset.

Kantojen sisäiset diversiteetit mitattuna 18 geenilokuksen keskimääräisinä heterotsygotioina vaihtelivat Uumajanjoen 3 %:sta Mörrumjoen 8 %:iin (Taulukko 2.). Luonnonvaraisten kantojen heterotsygotia oli hieman korkeampi (6%) kuin laitoskantojen (5%).

Keskimääräistä heterotsygotiaa korkeampi heterotsygotian arvo olivat kymmenellä luonnonkannalla: Mörrumsån, Kunda, Keila, Vasalemma, Loobu, Simojoki, Neva, Ljungan, Tornionjoki, Venta, Kalixjoki ja kahdella laitoskannalla Iijoki ja Oulujoki. Vaikka luonnonvaraisilla kannoilla yleensä oli korkeampi heterotsygotia, kuin luonnonvaraisilla kannoilla, poikkeuksia molempiin suuntiin voitiin havaita. Luonnonvaraisesti lisääntyvistä kannoista ruotsalaisilla Vindeljoen, Lögdejoen ja Byskejoen lohikannoilla oli alhainen heterotsygotia muihin kantoihin verrattuna.

Tornionjoen laitoskannan keskimääräinen heterotsygotia oli tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi kuin luonnonvaraisen kannan heterotsygotia kolmessa tutkitussa geenilokuksessa. Myös geenifrekvenssit näiden kantojen välillä erosivat tilastollisesti merkitsevästi näiden näytteiden välillä.

Kun perinnöllistä monimuotoisuutta arvioitiin erilaisten geenimuotojen määrien perusteella kantojen järjestys oli hieman toinen. Eniten erilaisia geenimuotoja sisälsivät seuraavat kannat: Tornionjoki, Oulujoki, Simojoki, Neva, Lulejoki, ja Tornionjoki (viljelty). Ne kaikki sisälsivät yli 13 erilaista geenimuotoa seitsemässä tutkitussa muuntelevassa geenilokuksessa. Näistä populaatioista vain Tornionjoen lohikanta oli luonnonvaraisesti lisääntyvä ja se oli myös ainoa, jossa löydettiin kaikki havaitut 16 erilaista geenimuotoa. Virolaisilla kannoilla ja Mörrumjoen kannalla oli keskimääräistä korkeampi heterotsygotian määrä, mutta niiden geenimuotojen määrät olivat alhaisia, mikä kertoo pienistä populaatiokoista niiden historiassa. Keskimääräinen geenimuotojen määrä oli jopa hieman korkeampi laitoskannoilla kuin luonnonvarai-

silla kannoilla. Suurimmat geenimäärät olivat Perämeren lohikannoilla, missä myös kantojen määrä on suurin.

Taulukko 2. Itämeren lohikantojen geenimäärät seitsemässä geenilokuksessa sekä keskimääräiset heterotsygotiat (He/18 loci), merialueittain ryhmiteltynä.

No	Kanta	Alkuperä	Maa	Geenimäärä	He%/18loci
31, Perämeri					
1	Tornionjoki,W	luonnonvarainen	Fin/Swe	16	6.07
2	Tornionjoki,H	laitoskanta	Fin	14	4.69
3	Kalixälven	luonnonvarainen	Swe	12	5.91
4	Simojoki	luonnonvarainen	Fin	14	6.41
5	Iijoki	laitoskanta	Fin	12	6.09
6	Oulujoki	laitoskanta	Fin	15	7.63
7	Luleälven	laitoskanta	Swe	14	5.63
8	Byskeälven	luonnonvarainen	Swe	12	5.56
9	Skellefteälven	laitoskanta	Swe	13	4.64
11	Vindelälven	luonnonvarainen	Swe	10	3.99
10	Umeälven	laitoskanta	Swe	11	2.99
12	Lögdeälven	luonnonvarainen	Swe	11	4.73
	<i>Keskiarvo</i>			<i>12.83</i>	<i>5.36</i>
30, Selkämeri					
13	Ångermanälven	laitoskanta	Swe	12	4.85
14	Indalsälven	laitoskanta	Swe	12	4.18
15	Ljungan	luonnonvarainen	Swe	11	6.16
16	Ljusnan	laitoskanta	Swe	12	5.72
17	Dalälven	laitoskanta	Swe	11	4.49
	<i>Keskiarvo</i>			<i>11.60</i>	<i>5.08</i>
32, Suomenlahti					
18	Neva	luonnonvarainen	Rus	14	6.35
19	Kunda	luonnonvarainen	Est	11	7.81
20	Loobu	luonnonvarainen	Est	11	6.76
21	Keila	luonnonvarainen	Est	12	7.73
22	Vasalemma	luonnonvarainen	Est	11	7.12
	<i>Keskiarvo</i>			<i>11.80</i>	<i>7.15</i>
28, Itäinen pääallas					
23	Daugava	laitoskanta	Lat	12	5.15
24	Venta	luonnonvarainen	Lat	11	5.97
	<i>Keskiarvo</i>			<i>11.50</i>	<i>5.56</i>
25, Eteläinen pääallas					
25	Mörrumsån	luonnonvarainen	Swe	12	8.18
	<i>Keskiarvo</i>			<i>12.24</i>	<i>5.79</i>
	Luonnonvaraisten kantojen keskiarvo			12.00	6.34
	Laitoskantojen keskiarvo			12.55	5.09

Tulosten tarkastelu

Itämeren lohi on muista Atlantin lohikannoista tehokkaasti eristetty ja sillä on pitkä oma evolutiivinen taustansa. Eri merialueiden lohikantojen erilaistuminen oli usein selvää. Koska lohikantojen maantieteelliset ja perinnölliset etäisyydet korreloivat keskenään, maantieteellisten etäisyyksien perusteella on mahdollista karkeasti ennustaa perinnöllisiä etäisyyksiä. Tämä tiedon taso on usein riittävä kalakantojen hoitoa koskevissa kysymyksissä kuten istutuspäätöksissä.

Huolimatta luonnonvaraisesti lisääntyvien kantojen nykyisestä heikosta tilasta, ne sisältävät vielä huomattavan osan Itämeren lohien kokonaisdiversiteetistä. Tässä suhteessa erityisesti tärkeitä ovat Latvian, Viron ja Venäjän pienet lohikannat. Nykyiset laitoskannat eivät voi korvata niiden perinnöllisiä ominaisuuksia kokonaan. Kun Perämeren alueen laitoskantoja ja luonnonkantoja verrattiin, niiden keskimääräisissä diversiteettitasoissa ei ollut suurta eroa, mikä osoittaa, että viljelemällä huolellisesti voidaan myös säilyttää perinnöllisen diversiteetin tasoa ainakin hieman korkeammalla kuin pienimmissä luonnonkannoissa.

Useimpien laitoskantojen populaatiokoot ovat pienempiä kuin suurten luonnonvaraisesti lisääntyvien kantojen populaatiokoot, mikä aiheuttaa geenimuotojen menetyksiä. Tuhannen kalan emokalasto on harvinainen, mutta luonnossa kutevan kannan koko voi olla useita kymmeniä tuhansia esim. Tornionjoella. Pienimmissä luonnonkannoissa saattaa kutupopulaatioiden koko kuitenkin olla jopa alle 100 kalaa.

Viljelytoiminnan ensimmäinen askel on emokalajien pyynti luonnosta ja juuri siinä vaiheessa geenimuotoja helposti menetetään. Tämä voitiin nähdä Tornionjoen kantojen vertailussa. Tässä esimerkissä kaksi kuudestatoista geenimuodosta (12,5%) oli jäänyt pois emokalaotannassa. Huolellisella viljelyllä heterotsygotia oli kuitenkin noussut seuraavassa sukupolvessa, menetettyjä geenimuotoja ei kuitenkaan voi siten saada takaisin.

Harvinaisia geenimuotoja oli todennäköisesti hävinnyt myös pienistä luonnonvaraisista kannoista. Esimerkiksi Virolaisissa kannoissa (Kunda, Loobu, Keila, Vasalemma) oli vähemmän geenimuotoja kuin saman alueen Nevan kannassa.

Sekä populaatiogenetiikan teorian että nyt saatujen tulosten perusteella voidaan olettaa että geenimuotojen menetykset ovat suoraa seurausta pienistä populaatiokoista ja niitä voi tapahtua sekä luonnossa että kalanviljelyssä, kun populaatiot ovat pieniä. Luonnonvaraisten kantojen pienet populaatiokoot ovat usein seurausta ihmisen toiminnasta. Tässä tutkimuksessa ainoastaan suuri luonnonvarainen Tornionjoen kanta oli onnistunut säilyttämään kaikki havaitut geenimuodot. Kalakantojen hoitostrategioita suunniteltaessa tulisikin aina ottaa huomioon geneettisen diversiteetin häviämiskit sekä luonnossa ja viljelyssä.

Miten Kuusamon taimenkantoja olisi hoidettava?

JOUNI ASPI¹, LIISA KUUSIPALO¹, ARI HUUSKO² & PENTTI PASANEN³

1. Oulun yliopisto, PL 191, 90101 Oulu

2. RKTL, Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely, Manamansalontie 90, 88300 Paltamo

3. RKTL, Taivalkosken riistan- ja kalantutkimus, Ohtaajantie 19, 93400 Taivalkoski

Pohjois-Kuusamon vesistöalueiden geomorfologia luo edellytykset taimenen erilaisen elämänmuotojen esiintymiselle. Alueella tavataan sekä paikallisia jokipopulaatioita sekä käyttäytymiseltään kahteen tyyppiin lukeutuvia vaelluspopulaatioita. Oulankajoen, Kuusinkijoen, sekä Kitkajoen alajuoksun populaatiot laskevat syönnösvaellukselle Venäjän puoleisille järville (Pääjärvi, Paanajärvi). Kitkajoen Jyrävän putouksen yläpuolisen alueen taimenet taas nousevat syönnökselle Ala-Kitkajärveen. Ala-Kitkaan laskevissa pienemmissä joissa (esimerkiksi Kirintö- ja Lohijoet) on myös järveen syönnösvaellukselle laskevia taimenpopulaatioita.

Venäjän puoleisille järville (Pääjärvi, Paanajärvi) syönnösvaelluksensa suuntaavien taimenkantojen tilaa voidaan luonnehtia hyväksi. Aina 1990-luvun alkuun saakka vähäinen järvikalastus kasvualueilla on turvannut sen, että kutuvaellukselle lähtevien kalojen määrä on ollut kohtuullinen. Myöskään jokikalastus ei toistaiseksi ole verottanut kutupopulaatioita liaksi. Taimenen luontaiset lisääntymismahdollisuudet ovat olleet kunnossa ja kannat ovat siis säilyneet elinvoimaisina. Tällä vuosikymmenellä voimakkaasti lisääntynyt ja edelleen lisääntyvä kalastusturismi Venäjän Pääjärven ja Paanajärven alueilla voimistaa tuntuvasti ylikalastusriskiä.

Kitkajoen yläjuoksun taimenen tila on huonompi. Kuusikymmentäluvulla alkanut ja nopeasti voimistunut -aluksi myös jokialueilla tapahtunut- voimakas verkkokalastus on verottanut ja verottaa edelleen kasvuvaiheessa olevia taimenia niin runsaasti, että kutuvaellusikään yltäviä taimenia jää vuosittain jäljelle vain määrä, joka ei turvaa populaation säilymistä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Kuusamon ja Taivalkosken vesiviljelylaitosten emokalastojen poikastuotannon turvin Kitkajoen yläjuoksun taimenpopulaatiota on tekohengitetty intensiivisesti istutuksin. Ilman näitä istutuksia saattaisi Kitkajärveen vaeltava taimen olla jo historiaa.

Onko luonnonvaraisen kannan taantuminen ja istutusten varaan jääminen sitten muuttanut uhanalaista Kitkajoen yläjuoksun taimenen perimää? Onko se muuttunut enemmän kuin luonnontilassa olevat Venäjälle laskevien jokien populaatiot, ja onko istutustoiminta pystynyt säilyttämään populaation geneettisen monimuotoisuuden? Nykyaikaiset DNA-tekniikat mahdollistavat DNA:n eristyksen ja monistamisen hyvinkin pienistä orgaanisen aineksen määristä. Kuusamon jokien taimenpopulaatioista on käytettävissä 70-luvun alusta suomumateriaalia. Olemme niistä eristetyn DNA:n avulla pyrkineet tutkimaan populaatioiden silloista geneettistä koostumusta ja vertaamaan sitä nykytilaan. Tämä kirjoitus esittelee alustavia tuloksia näistä tutkimuksista.

Toinen Kuusamon taimenpopulaatioiden hoidon kannalta olennainen kysymys on se kuinka erilaistuneita ne ovat ja kuinka paljon populaatioiden välillä on geenivirtaa? Vaikka Oulanka-, Kuusinki- ja Kitkajoen alajuoksun vaellustaimenet 'sekoittuvat'

yhteisellä kasvujärvellä, hakeutuvat kudulle vaeltavat emot merkkipalautusten perusteella pääasiassa omiin synnyinjokiinsa. Todennäköisesti osa nousijoista harhautuu väärään jokeen; samoin pieni osa Kitkajoen yläjuoksun taimenista voi kulkeutua Jyrävän putouksen läpi alajuoksulle. Se kuinka uskollisia taimenet ovat kotijoellensa ja kuinka paljon kutevat kannat sekoittuvat toisiinsa on tärkeää populaatioiden geneettisen erilaistumisen kannalta. Jos sukupolvea kohti joesta toiseen siirtyvien yksilöiden määrä on paljon enemmän kuin yksi, riittäisi tämä periaatteessa pitämään populaatiot perinnöllisesti hyvin samankaltaisina. Jos taas siirtyvien yksilöiden määrä olisi keskimäärin vähemmän kuin yksi, populaatioiden erilaistuminen olisi voimakasta (Wright 1969).

Vesiviljelyn ja kalakantojen hoidon kannalta olennaista on luontaisen migraation määrän tietäminen, koska se asettaa ylärajan tuki-istukkaiden määrälle populaatiosta toiseen (Ryman 1991). Merkkipalautusten perusteella on kuitenkin vaikea arvioida täsmällisesti, kuinka paljon populaatioiden välillä on geenivirtaa. Nykyaikaiset DNA-tekniikat mahdollistavat tarkan kuvan muodostamisen taimenpopulaatioiden geneettisestä koostumuksesta, ja siitä kuinka paljon kantojen välillä on 'verenvaihtoa' (Neigel 1997). Menetelmillä on myös mahdollista löytää ainoastaan yhdelle kannalle ominaisia tai muissa joissa harvinaisia geenialleeleja, jotka suurella todennäköisyydellä mahdollistaisivat kalojen kotijoen tunnistamisen myös kasvialueella.

Tämän kirjoituksessa esittelemme myös alustavia tuloksia tutkimuksesta, jossa DNA-tekniikoita hyväksi käyttäen selvitettiin Oulankajoen vesistön Suomen puoleisten jokien taimenpopulaatioiden välisiä perinnöllisiä eroja sekä geenivirtaa kantojen välillä.

Materiaali ja menetelmät

Taimenpopulaatioiden geneettisen koostumuksen muutosta 70-luvulta 90-luvulle selvitettiin mikrosatelliittilokusten avulla. Mikrosatelliitit ovat DNA:n ei-koodaavalla alueella olevia muutaman (1-6 emästä) nukleotidin muodostaman sarjan peräkkäisiä toistoja (esim. AATAATAATAATAATAAT). Toistojen lukumäärässä muuntelua, ja eri lukumäärät tulkitaan eri alleleiksi.

Tutkimusta varten eristettiin eristettiin DNA:ta 60 suomusta, jotka oli kerätty 1972 Kitkajoen yläosan ja Oulankajoen taimenpopulaation yksilöistä (30 kummastakin). Lisäksi DNA:ta eristettiin myös vuonna 1997 kerätyistä Kuusamon kalanviljelylaitoksen vastaavien emokalakantojen 60 yksilön rasvaevän palasta (30 kummastakin). Näistä tutkittiin 8 mikrosatelliittilokusta, joista 7 käytettiin analyyseissä.

Populaatioiden erilaistumista ja migraatiota niiden välillä tutkittiin RAPD-merkkigeenien avulla. RAPD-tekniikassa yhtä satunnaisesti valittua aluketta käytetään monistamaan tutkittavan DNA:n fragmentteja, joissa käytettyä aluketta vastaavat sitoutumiskohdat ovat peilikuvina fragmentin eri päissä. Alleleiksi tulkitaan tietyn fragmentin olemassolo tai sen puuttuminen. Tutkimuksessa käytettiin kuutta aluketta, joilla monistettiin 102 lokusta. Analyyseihin näistä käytettiin 5 alukkeen ja 96 lokusen tuloksia.

DNA näytteet eristettiin, Oulankajoen, Kuusinkijoen sekä Kitkajoen Jyrävän ylä- ja alapuolisista, sekä Kitkajärveen laskevien Kirintö- ja Lohijokien yhdistettyjen emokalakantojen yksilöiden rasvaevän palasista. Kirintö-/Lohijoen populaatioista tutkittiin 19 yksilöä, muista populaatioista 30 yksilöä.

Tuloksia

Kitkajoen yläjuoksun ja Oulankajoen taimenpopulaatioiden geneettinen muutos 70-luvulta 90 luvulle

Kitkajoen yläjuoksun populaatiossa perinnöllistä monimuotoisuutta kuvaava keskimääräinen heterotsygotia-aste (heterotsygoottisten yksilöiden suhteellinen osuus) on laskenut jonkin verran 70-luvulta ($H = 0.76$) 90-luvulle ($H = 0.67$). Tätä ei verrokkina käytetyssä Oulankajoen populaatiossa ei ollut tapahtunut, vaan keskimääräinen heterotsygotia-aste oli pysynyt jotakuinkin vakaana 70-luvulta ($H = 0.75$) 90-luvulle ($H = 0.77$).

Molemmissa populaatioissa mikrosatelliittilokusten alleelifrekvenssit olivat myös muuttuneet merkitsevästi (ks. Raymond & Rousset 1995, Goudet et al. 1996). Alleelifrekvenssit eivät kuitenkaan näyttäisi Kitkajoessa muuttuneen sen enempää kuin Oulankajoessakaan. Populaatioiden genotyyppien koostumus ei ollut muuttunut kovinkaan paljoa: 70 ja 90-luvun populaatioiden yksilöistä laadituissa dendrogrammeissa eivät eri vuosikymmenten kalat erotu selvästi omiksi ryhmikseen kummassakaan populaatiossa.

Populaation perinnöllisen koostumuksen muutoksen avulla voidaan periaatteessa arvioida myös taimenpopulaatioiden kokoa. Populaatioissa tapahtuu aina ajan kuluessa sattuman vaikutuksesta geneettisiä muutoksia. Nämä muutokset ovat sitä suurempia, mitä pienempi on populaatiokoko. Tällä menetelmällä arvioidut efektiiviset populaatiokoot (lisääntyvien yksilöiden määrä) olivat kummassakin populaatiossa vain muutamia kymmeniä riippuen käytetystä keskimääräisestä sukupolvien välisestä ajasta. Populaatioiden koon arviointiin käytetyn mallin (Pollak 1983) kaikki oletukset eivät kuitenkaan olleet voimassa, joten tulokset ovat tältä osin vain suuntaa antavia. Kuitenkaan muissa taimenen luonnonpopulaatioissa tehdyt arviot populaation efektiivisestä koosta eivät välttämättä ole olleet tätä kertaluokkaa suurempia (Jorde 1995, Laikre 1996).

Taimenpopulaatioiden geneettinen erilaistuminen ja migraation määrä populaatioiden välillä

RAPD-merkkien perusteella tehdyn erotteluanalyysin (ks. Norušis, 1995) avulla pystyttiin lähes 90% eri jokien taimenyksilöistä luokittelemaan omiin populaatioihinsa. Kitkajoen ylä- ja alajuoksun populaatioista löydettiin vain niille ominaisia diagnostisia alleleita, muista populaatioista niitä ei löydetty.

Populaatioiden välisestä geneettisestä erilaisuudesta saatiin RAPD-merkeillä samankaltainen kuva kuin aikaisemmilla entsyymielektroforeesitutkimuksilla (Huuskon *et al.* 1990, Koljonen & Huusko 1993). Populaatioista RAPD-fragmenttien yhteisyyden (band sharing similarity) perusteella laaditussa dendrogrammissa Oulanka- ja Kuusinkijokien, sekä hieman yllättäen myös Kirintöjoen populaatio muodostavat oman ryhmänsä, josta Kitkajoen alajuoksun populaatio erottuu selvästi. Muista selvästi poikkeavin on Kitkajoen yläjuoksun taimenpopulaatio.

Populaatioiden RAPD-lokusten geneettistä erilaistumisen kuvaava Fst-arvo arvo vaihtelee käytetystä menetelmästä riippuen (Weir & Cockerham 1984; Lynch & Milligan 1994) välillä 0.102 ja 0.150, ja vastaavasti arvio migraation määrästä vaihtelee 2.2 - 1.4 yksilön välillä sukupolvessa jos tarkastellaan ainoastaan Venäjän puolen järviin syönnösvaellukselle laskevien populaatioiden välistä geenivirtaa. Jos taas mukaan

otetaan myös Kitkajoen yläjuoksun populaatio niin F_{st} vaihtelee välillä 0.119 ja 0.153, ja vastaavasti migranttien määrä välillä 1.8 ja 1.4.

Populaatioiden välistä geenivirtaa voidaan arvioida myös ainoastaan yksittäisistä populaatiosta löytyvien RAPD-alleelien keskimääräisen frekvenssin avulla (Slatkin 1985). Tällöin vastaavat arviot geenivirrasta perusteella ovat suurempia (7.8 ja 2.7), mutta todennäköisesti harhaisempia.

Mikrosatelliittien perusteella arvioitu Oulangan ja Kitkajoen yläjuoksun taimenpopulaatioiden geneettistä erilaisuutta kuvaava F_{st} arvo 70-luvulla on 0.0328, mikä vastaa 7.27 yksilön geenivirtaa. 90-luvulla estimaatti on 0.068 mikä vastaisi keskimäärin 3.40 yksilön siirtymistä sukupolvessa joesta toiseen. Vain toisesta populaatiosta löytyvien alleelien keskimääräisten frekvenssien perusteella (Slatkin 1985) olisi geenivirta vähäisempää. Täten arvioitu siirtyvien yksilöiden määrä olisi 2.27 yksilöä 70-luvulla ja 0.96 yksilöä 90-luvulla.

Pohdintaa

Mikrosatelliittimarkkereiden perusteella istutustoiminta on Kitkajoen yläjuoksun populaation säilyttämisen lisäksi paljolti kyennyt säilyttämään myös sen geneettistä monimuotoisuutta. Muutokset geneettisessä koostumuksessa eivät olleet suurempia kuin vertailukohteena käytetyssä Oulankajoen taimenpopulaatiossa. Kuitenkin populaation heterotsygotia-aste on jonkin verran laskenut, ja arvioidut efektiiviset populaatiokoot olivat alhaisia. Koska istutusten pitäisi olla vain väliaikaisia toimia tietyn populaation säilyttämiseksi (Allendorf & Waples 1996), pitäisi tämän taimenpopulaation luontaisen lisääntymisen edellytykset palauttaa.

RAPD-tekniikalla pystyttiin lähes virheettömästi paikantamaan taimenyksilöt kotijoikiinsa. Lisäksi tekniikalla löydettiin joitakin vain tietyille joille ominaisia alleeleja, jotka mahdollistaisivat kalan syntymäjoen tunnistamisen. Aikaisemmissa entsyymielektroforeesiin perustuvissa tutkimuksissa (Huusko *et al.* 1990, Koljonen & Huusko 1993) tällaisia alleeleja ole löydetty. Tosin tässä tutkimuksessa tutkittu yksilömäärä jokea kohti oli suhteellisen pieni, ja suurempia yksilömääriä tutkittaessa nämä alleelit voitaisiin löytää toisistakin joista. Kuitenkin menetelmä voitaisiin käyttää todennäköisesti arvioitaessa kuinka suuri osuus pääasiallisen kasvualueen, Venäjän Karjalan Pääjärven, taimenpopulaatiosta on peräisin suomalaisista joista. Tämä edellyttää kuitenkin tutkimuksen ulottamista myös Venäjän puoleisiin jokiin. Suomen ja Venäjän yhteistyö Oulankajoen vesistön arvokkaiden taimenkantojen hoidossa hyötyisi olennaisesti tällaisista tiedoista.

Vaikka taimenkantojen välistä geneettistä erilaistumista ja niiden välistä geenivirtaa selvittävä tutkimus on luonteeltaan perustutkimusta, voidaan tutkimuksen tuloksia hyödyntää näiden taloudellisesti arvokkaiden kalakantojen hoidossa ja viljelyssä. Viljelyn kannalta olennainen kysymys on, ovatko nämä populaatiot erilaistuneet niin paljon, että emokalaparvet täytyisi pitää erillään laitoksissa (kuten nykyisin on asian laita) vai muodostavatko populaatiot niiden välisen geenivirran takia niin yhtenäisen kokonaisuuden, jotta emokalaparvet pitäisi taloudellisten syiden ja 'evoluutiivisen potentiaalain' lisääntymisen vuoksi yhdistää?

Luonnonsuojelubiologian käytännön tason yksiköstä käytettävä nimitys on hoitoyksikkö (management unit, MU; Moriz 1994) joka usein on synonymisoitu vesiviljelytyössä käytettävän 'kanta'-termin kanssa (Crozier 1997). Kannalle tai hoitoyksikölle ei ole olemassa yksiselitteistä määrittelyä. Usein kuitenkin kanta on määriteltävä joukoksi populaatioita, joiden liikakäyttö ei uhkaa toisten kantojen olemassaoloa (Crozier 1997). Tämän määrittelyn mukaisesti Oulankajoen vesistön taimenpopulaatiot eivät ilmeisesti olisi erillisiä kantoja.

Hoitoyksikölle ei ole myöskään yksiselitteistä geneettistä määrittelyä (Allendorf & Waples 1996, Crozier 1997). Yleisimmin käytetyn määrittelyn mukaan eri hoitoyksiköiden alleelifrekvenssien pitäisi poiketa toisistaan; tiukemman määrittelyn mukaan pitäisi eri hoitoyksiköissä eri alleelien olla homotsygoituneina (Crozier 1997). Oulankajoen vesistön jokien taimenten perinnöllisiä eroja on tutkittu proteiinitasolla (Huusko et al. 1990, Koljonen & Huusko 1993). Näiden tutkimusten perusteella eri jokien taimenten geenifrekvenssit poikkeavat toisistaan; samoin tässä tutkimuksessa RAPD-merkit erottelivat hyvin populaatioiden yksilöt. Kuitenkaan kummassakaan tutkimuksessa eivät eri populaatioissa olleet eri alleelit homotsygoituneita. Siten ensimmäisen määrittelyn mukaisesti Kuusamon jokien taimenpopulaatiot muodostaisivat kukin oman hoitoyksikkönsä, mutta eivät olisi sitä tiukemman määrittelyn mukaisesti.

Morizin (1994) mukaan hoitoyksiköiden välillä ei pitäisi olla merkittävää geenivirtaa. Oulankajoen vesistön taimenpopulaatioiden välillä geenivirtaa arvioitiin olevan suhteellisen vähän. Lisäksi tässäkin tutkimuksessa käytetyt neutraalit merkkigeenit eivät välttämättä kerro kaikkea populaatioiden erilaistumisesta. Populaatiot voivat hyvinkin vaikuttaa samanlaisilta neutraalien merkkigeenien suhteen, vaikka ne olisivatkin erilaistuneita paikallisia adaptaatioita tuottavien lokusten suhteen (esim. Allendorf & Waples 1996). Siksi populaatiot pitäisi yleensäkin tutkia myös mahdollisten paikallisten adaptaatioiden tunnistamiseksi jos niiden yhdistämistä yhdeksi hoitoyksiköksi harkitaan (esim. Lynch 1996, Allendorf & Waples 1996).

Kitkajoen yläjuoksun kudulle laskeutuminen on epätavallinen ja ehkä perinnöllisesti määräytynyt paikallinen adaptaatio. Tällaiset paikallisesti erilaistuneet populaatiot voivat olla vaikea palauttaa niiden kerran hävittyä (Allendorf & Waples 1996). Siksi tällainen paikallinen adaptaatio neutraalin geneettisen erilaistumisen lisäksi puoltaa Kitkajoen yläjuoksun populaation ylläpitoa erillisenä hoitoyksikkönä.

Hoitoyksikön valintaan käytännössä vaikuttaa populaatioiden geneettisen erilaistumisen lisäksi myös niiden koko. Populaatiot joiden koko on säännöllisesti alhaisempi kuin sata yksilöä ovat alttiita jo lyhyellä aikajänteellä haitallisten mutaatioiden kertymiselle ja adaptiivisen potentiaalinsa menettämiselle (Lynch 1996). Tosin lohikalojen polyploidia voi vähentää näiden haitallisten alleelien vaikutuksia (Allendorf & Waples 1996). Pitemmällä tähtäimellä vasta yli tuhannen yksilön populaatiokoot eliminoivat haitallisten mutaatioiden kertymisen (Lynch 1996). Jos lisääntynyt kalastusmatkailu ja kalastus Venäjällä vähentää suuresti Suomen puolelle kudulle nousevien taimenten määrää, voi olla aiheellista harkita Oulankajoen vesistön alajuoksun populaatioiden yhdistämistä yhdeksi hoitoyksiköksi. Mahdollisen yhdistämisen takia voidaan menettää paikallisia polygeenisia adaptaatioita. Se on ehkä kuitenkin pienempi haitta lisääntyneen 'evoluutiivisen potentiaalinn' rinnalla. Yleensä polygeeniset adaptaatiot voidaan saada nopeasti palautumaan jos populaatioissa on sen suuren koon vuoksi riittävästi geneettistä muuntelua (Moriz 1994).

Kirjallisuus:

- Allendorf, F. W. & Waples, R. S. 1996. Conservation and genetics of salmonid fishes. Ss. 238-280. Teoksessa: Avise, J. C. & Hamrick, J. L. (toim.): Conservation Genetics.
- Crozier, R. 1997. Preserving the information content of species: Genetic Diversity, Phylogeny, and Conservation Worth. -Annu. Rev. Ecol. Syst. 28: 243-268.
- Goudet, J., Raymond, M., De Meeüs, T. & Rousset, F. 1996. Testing differentiation in diploid populations. Genetics 144:1933-1940.

- Huusko, A., van der Meer, O. & Koljonen, M.-L. Life history patterns and genetic differences in brown trout (*Salmo trutta* L.) in the Koutajoki river system. -Pol. Arch. Hydrobiol. 37: 63-77.
- Jorde, P. E. 1995. Temporal allele frequency change in populations with overlapping generations. Väitöskirja. Tukholman yliopisto.
- Koljonen, M.-L. & Huusko, A. 1993. Genetic variation of brown trout stocks in the Koutajoki river system. Oulanka Reports 12:129-132.
- Laikre, L. 1996. Genetic processes in small populations. Väitöskirja. Tukholman yliopisto.
- Lynch, M. 1996. A quantitative genetics perspective on conservation issues. S. 471-501. Teoksessa: Avise, J. C. & Hamrick, J. L. (toim.): Conservation Genetics.
- Lynch, M. and B. G. Milligan. 1994. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. Molecular Ecology 3:91-99.
- Moriz, C. 1994. Defining 'evolutionary significant units' for conservation. -TREE 9: 373-375.
- Pollak, E. 1983. A new method for estimating the effective population size from allele frequency changes. -Genetics 104: 531-548.
- Neigel, J. E. 1997. A comparison of alternative strategies for estimating gene flow from genetic markers. Annu. Rev. Ecol. Syst. 28: 105-128.
- Raymond, M. & Rousset, F. 1995. An exact test for population differentiation. Evolution, 49: 1280-1283.
- Ryman 1991. Conservation genetics considerations in fishery management. -J. Fish. Biol. 39: (Suppl A): 211-224.
- Slatkin M, 1985. Rare alleles as indicators of gene flow. Evolution 39:53-65.
- Weir, B. S. & Cockerham, C. C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. Evolution 38:1358-1370.
- Wright, S. 1969. Evolution and the genetics of populations. Vol. 2. The theory of gene frequencies.

Geneettisen tiedon käyttö valtion kalanviljelyssä — teoriasta käytäntöön

JORMA PIIRONEN

RKTL, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely, Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

Johdanto

Valtion kalanviljelyn yhtenä keskeisenä tehtävänä on luonnonkantojen perinnöllisen monimuotoisuuden hoito ja säilyttäminen. Peruslähtökohtana on siten kunkin luonnonkannan perinnöllisen rakenteen ja muuntelun määrän tunteminen. Kulloinkin välittävien hoitotoimien ja säilytysstrategian onnistumiseksi on tarpeen käyttää myös kaikki mahdollinen kutakin kalakantaa koskeva tieto ja sovittaa hoitotoimet kunkin kannan hoidolle asetettaviin tavoitteisiin. On kuitenkin muistettava, että viljelyllä pystytään parhaassakin tapauksessa säilyttämään vain luonnonkannoista talteen saatu perinnöllinen muuntelu, mutta ei yhtään enempää. Viljely ei pysty korvaamaan esim. populaation pienenemisestä perinnölliselle muuntelulle aiheutuneita vahinkoja. Kun siis verrataan viljelyn onnistumista perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämisessä, on lähtökohtana pidettävä viljelyn aloittamishetkellä luonnonkannassa olevaa muuntelua.

Perinnöllisyystieteellinen teoria on varsin vahva ja vaikei tarkempia tietoja viljeltävän kannan perinnöllisistä ominaisuuksista olisikaan, voidaan tiettyjä perinnöllisyystieteellisiä lähtökohtia ja niiden seuraamuksia ottaa huomioon minkä tahansa kalakannan säilyttämisessä viljelyn avulla (esim. Allendorf & Waples 1996, Cloud & Thorgaard 1993, Ryman & Utter 1987, Tave 1993, Thorpe et al. 1995). Näitä periaatteita on esitelty tarkemmin myös Valtion kalanviljelyn XIX ja XX neuvottelupäivillä (Heinimaa & Juntunen 1995, Makkonen & Pursiainen 1996).

Viime aikoina nopeasti kehittyneet molekyylogeneettiset menetelmät tarjoavat uusia näköaloja viljeltävien kantojen hoidossa sekä arvioitaessa käytettyjä viljely- ja säilytysmenetelmiä. Tarkastelen tässä esimerkinomaisesti tärkeimmistä perinnöllisyystieteellisistä lähtökohdista johdettuja käytännön sovelluksia viljelyn avulla tapahtuvassa säilyttämisessä käyttäen järvilohia esimerkkinä. Lisäksi esitän järvilohen mikrosatelliitti DNA:n analysointiin perustuvia tuloksia (Aho et al. 1998), joilla voidaan mm. arvioida valittujen viljely- ja hoitomenetelmien vaikutuksia.

Järvilohen emoviljelyn alkutaipaleet

Järvilohen luontainen lisääntyminen on loppunut 1970-luvun alussa, kun Kuurnan voimalaitos valmistui ja Utrankosket ruopattiin lajin merkittävimmissä lisääntymisympäristössä, Pielisjoessa. Järvilohia oli säilytetty jo tuota ennen hankkimalla mätää ja maitia emokalapyynnillä aluksi Ala-Koitaajoesta ja Lieksanjoesta sekä Pielisjoesta.

Sitä mukaa kun voimalarakentaminen eteni näissä jokisysteemeissä 1950-1960-luvuilla, loppui myös poikastuotanto ja kudulle pyrkivät emolohet. Niinpä pyynti siirtyi pelkästään Pielisjokeen, lähinnä Kuurnan voimalan alapuolisiin joen osiin. Valtiolle viljelyvastuu siirtyi 1970-luvulla, aluksi Laukaan silloiselle keskuskalanviljelylaitokselle ja 1983 lähtien Enonkoskella sijaitsevalle viljelylaitokselle.

On selvää, että järviolohikannan perinnöllinen monimuotoisuus oli jo kaventunut (mm. ensyymielektroforeettiset tutkimukset; Vuorinen 1982, Koljonen 1989), kun valtion laitoksissa viljeltäviä kalastoja alettiin 1970-luvun lopulla perustaa.

Emoparvien perustaminen

Kaikki emokalapyynnissä Pielisjoesta sekä Lieksanjoesta (joitakin emoja myös Kermankoskista) kiinnisaadut järviolohiemot on käytetty uusien laitoskalastojen perustamiseen. Mäti on yritetty hedelmöittää myös verkkoon kuolleilta kaloilta, mikäli se on ollut kypsää (irralaan ruumiinontelossa). Koska vuotuiset yksilömäärät ovat olleet selvästi geneettisiä suosituksia pienempiä (<25 emokalaparia/vuosi), on kaikki naaraat ja koiraat pyritty hedelmöittämään keskenään. Kalojen sukusolujen lyhytaikainen säilytys on melko helppoa ja toimivia menetelmiä on olemassa (esim. Vaajala 1995). Täydellisiä hedelmöityksiä on voitu siksi tehdä, vaikka eri yksilöt saadaankin eri aikaan noin 2-4 viikkoa kestäväen pyyntikauden aikana. Yksilölliset hedelmöitykset on tehty noin 150-200 mätimunaa erissä, jonka on arvioitu hyvin riittävän tulevien emokalastojen perustamisvaiheessa. Näin toimien on 'luonnonemoissa' oleva perinnöllinen muuntelu saatu levitettyä mahdollisimman laajaksi kehittyvään jälkeläistöön. Yksilöllisiä hedelmöityseriä haudotaan erillisissä lokerikoissa, jotta perheryhmät pystytään säilyttämään erillään aina kuoriutumiseen saakka.

Käytännön syistä varsinaiset emoparvet on perustettu silmäpistevaiheessa ottamalla jokaisesta perheestä sama mätimäärä uuteen laitosikäluokkaan. Käytännössä parvien mitoitus on ollut noin 2000-3000 mätimunaan, jolloin perheiden lukumäärästä riippuen yhdestä perheestä on otettu 5-30 mätimunaa. Tämä on tehty siksi, että näin kutakin geenikombinaatioita olisi tulevassa parvessa edustettuna tasaisesti.

Kuitenkin kokemuksesta tiedetään, että kaloja kuolee aina viljelyn kestäessä ja että kuolleisuus on tavallisesti suurinta starttivaiheessa. Tätä varten silmäpistevaiheessa on tehty useita (3-10) mahdollisimman samanlaisia parvia, joista emoparveksi pääsee ensimmäisen kasvukauden jälkeen se, missä on eniten yksilöitä hengissä. Tätä menettelyä parempi tapa varmistaa perheiden tasainen edustus tulevassa emoparvessa olisi kasvattaa eri perheet merkintäkokoan erikseen, jolloin esim. starttivaiheessa kuolleet perheet voitaisiin korvata myöhemmässä vaiheessa. Toinen mahdollisuus on käyttää mikrosatelliittianalytiikkaa, jolla eri perheiden jälkeläiset voidaan tunnistaa (kun vanhemmat on tutkittu) ja hoitaa merkintä ja perhekohtainen tasaus periaatteessa missä elinkierron vaiheessa tahansa.

Yksilöllisillä merkeillä varustetut emokalast, joiden keskinäiset sukulaisuussuhteet tunnetaan, antaisivat edelleen mahdollisuuden sukupuun tuntemista hyödyntävien paritusjärjestelmien käyttämiseen. Tällä voidaan estää sukusiitos ja tehostaa pariuttamista perinnöllisessä mielessä satunnaisiin järjestelmiin verrattuna. Sukulaisuusanalyysillä voitaisiin myös karsia ns. ylimääräisiä samojen perheiden yksilöitä emoparvista ja saavuttaa myös taloudellisesti tehokkaampi emokalaston käyttö.

Viljelyparvien käyttö

Pienten luonnosta saatavien emokalamäärien takia (4-56 emokalaa/vuosi 1983-1998 aikajaksona) on järviolohelle perustettu uusia emokalastoja vuosittain. Se on eräs tapa hankkia laitokseen mahdollisimman laaja kalasto. Kun näitä emokalastoja lypsetään mädin tuottamiseksi istukastuotantoon ja kannan säilyttämiseen, tehdään hedelmöitykset pääsääntöisesti satunnaisesti 1 naaras:1 koiras - periaatteella ottaen aina eri sukupuolet eri vuosiluokista. Samanaikaisesti sukukypsinä on ollut 3:sta jopa 7:ään eri vuosiluokkaa, jolloin eri vuosiluokkien välisillä hedelmöityksillä on saatu laajapohjainen jälkeläistö istukastuotantoon. Hedelmöityksiin käytettyjä vuosiluokkia on kierätetty peräkkäisinä vuosina, jotta perinnöllinen laajuus säilyisi myös eri vuosina. Viime vuosien aikana on mädintuotantoon käytetty noin 700-1300 emoparia.

Osa tuotetusta mädistä on käytetty ns. sopimusviljelyyn, jolla tuotetaan vuosittain noin 60-70000 2-vuotiasta vaelluspoikasta istutettavaksi lähinnä Pielisjokeen ja Lieksanjokeen. Lisäksi näille jokialueille on istutettu Enonkoskella kasvatettuja poikasia, joista osa on peräisin myös luonnosta saadusta mädistä. Samoilta jokialueille tehdään vuosittain myös ns. velvoiteistutuksia, jotka on tuotettu yksityisillä laitoksilla Enonkoskella kasvatettujen emokalastojen mädistä. Näistä istutuksista peräisin olevat sukukypsät emokalat ovat puolestaan tulevien viljelykalastojen perustamisessa käytettäviä kaloja.

Miten viljelyssä on onnistuttu?

Järvilohen viljelyn perimmäinen tavoite on perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttäminen. Aiemmin sen mittaamiseen ei ole ollut käyttökelpoista tekniikkaa, sillä järvilohen entsyymigeneettinen muuntelu on liian vähäistä. Viime vuoden aikana järvilohen perinnöllistä muuntelua onkin tutkittu mikrosatelliittitekniikalla (Aho 1999, tämä nide, Aho et al. 1998), joka soveltuu erinomaisesti myös elävien emokalastojen tutkimiseen, koska tarvittava näyte (pieni evänpalanen) voidaan ottaa elävältä kalalta. Lisäksi mikrosatelliitit osoittautuivat myös järviolohella muunteleviksi.

Järvilohen mikrosatelliittialleelien frekvenssejä on määritetty 168:lta luonnosta saadulta emolta (1990-1997 pakastetut kudokset, 13 lokusta) ja verrattu vastaavasti tutkittuihin 566 laitosemioon 9:stä eri vuosiluokasta. Kaikenkaikkiaan havaittu muuntelun taso oli melko alhainen muihin vastaaviin selvityksiin verrattuna. Tulokset osoittavat alleelifrekvenssien vaihtelevan merkittävästi eri vuosiluokkien välillä eli eri vuosiluokkien emoparvet ovat perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan erilaisia. Tämä vaihtelu aiheutuu lähinnä vaihtelevasta perustajajyksilöiden (emokalojen) määrästä. Kuitenkaan eri vuosina luonnosta saatujen emolohien alleelifrekvensseissä ei havaittu kuin vähäisiä eroja eikä kuluneena kymmenvuotijaksoneen tapahtunut merkittäviä muutoksia alleelien lukumäärissä sen enempää kuin niiden frekvensseissäkään. Tämä osoittaa järvilohen viljelyssä käytettyjen menetelmien olleen menestyksekkäitä populaation perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämisessä.

Lisäksi tämä aineisto antaa mahdollisuuden myös viljelyllisten manipulaatioiden (esim. nopeutettu kasvu, varhainen sukukypsyys) ja ns. laitosvaikutusten (eri laitosten varaparvet) tarkempaan geneettiseen analyysiin. Menetelmä mahdollistaa myös yksilöllisen perimän ja lisääntymisen, kasvun, elinkelpoisuuden ym. ominaisuuksien keskinäisten suhteiden tutkimisen. Kaikenkaikkiaan mikrosatelliittitekniikka on jo osoittautunut erittäin käyttökelpoiseksi työkaluksi viljelymenetelmien arvionnissa ja niiden kehittämisessä. Sen avulla niin tutkijoille kuin viljelijöillekin avautuu entistä parempia mahdollisuuksia päästä siirtämään geneettistä osaamista kalakantojen säilyttämiseen.

Kirjallisuus

- Aho, T. 1999. Mikrosatelliitti-DNA tutkimustekniikkana. - tämä nide
- Aho, T., Piironen, J., Ranta, E. & Primmer, C.G. 1998. microsatellites for assessment of genetic variation and improvement of hatchery practices in salmonid populations. - ICES Annual Science Conference, Cascais, Portugal 16.-19.9.1998.
- Allendorf, F.W. & Waples, R.S. 1996. Conservation and genetics of salmonid fishes. In: Avise, J.C. & Hamrick, J.L. (Eds.) 1996. Conservation genetics, Case histories from nature. Chapman & Hall, London. Pp: 238-280.
- Cloud, J.G. & Thorgaard, G.H. (Eds.) 1993. Genetic conservation of salmonid fishes. NATO ASI Series, Plenum Press, New York, 314 p.
- Heinimaa, P. ja Juntunen, K. (toim.) 1995. Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia 96.
- Koljonen, M.-L. 1989. Electrophoretically detectable genetic variation in natural and hatchery stocks of Atlantic salmon in Finland. - *Hereditas*, 110: 23-35.
- Makkonen, J. ja Pursiainen, M. (toim.) 1996. Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia 110.
- Ryman, N. & Utter, F. (Eds.) 1987. Population genetics & Fishery management. Washington Sea Grant Program, University of Washington Press. Seattle and Washington, 420 p.
- Thorpe, J.E., Gall, G.A.E., Lannan, J.E. and Nash, C.E. 1995. Conservation of fish and shellfish resources: Managing diversity. Academic Press, London, 206 p.
- Vaajala, M. 1995. Emokalaston perustaminen. Teoksessa: Heinimaa, P. ja Juntunen, K. (toim.) 1995. Kalakantojen monimuotoisuuden hoito. Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Kalatutkimuksia 96: 17-21.
- Vuorinen, J. 1982. Little genetic variation in the Finnish Lake salmon, *Salmo salar* sebago (Girard). - *Hereditas* 97: 189-192.

Istukkaan laatu - maa- ja metsätalousministeriön laatutyöryhmän näkemys

PERTTU KOSKI

EELA, Oulun aluelaboratorio, PL 517, 90101 Oulu

Maa- ja metsätalousministeriö asetti vuoden 1997 lopulla työryhmän, jonka tehtäväksi tuli valmistella viljelytaloudellisesti tärkeimmille istukaslajeille - lohelle, taimenelle, siialle ja kuhalle - mahdolliset istutuspoikasten laatukriteerit. Työryhmän tehtävänä oli arvioida laatukriteerien käyttöönoton vaikutuksia viljely- ja istutustoiminnassa sekä arvioida tähän liittyvää mahdollista ohjeistustarvetta. Tehtävänä oli myös tarkastella tautitilanteen vaikutusta kalanistutuksiin sekä niihin liittyvää mahdollista ohjeistusta. Työryhmä on työssään nähnyt tehtäväkenttensä laajaksi - ei vain tuotelaatukriteerien asettamista pohtivaksi - ja tämä on johtanut laajoihin keskusteluihin ja aikaa vieneisiin esiselvityksiin. Työryhmän muistion kirjoittaminen on tämän takia vielä tietyiltä osiltaan kesken ja erikoisesti laatukriteerien käyttöönoton vaikutusten arviointi on vielä alkuvaiheissaan.

Istukaslaadun pohdintaa ei työryhmässä tehdä ensimmäistä kertaa, vaan taustalla on mm. asiasta pidettyjä laatuseminaareja sekä eri tahoja edustaneen omaehtoisen laatutyöryhmän työ vuosina 1995-96. Samanaikaisesti mm. istutuksia valvovien TE-keskusten valvontavirkamiehet ovat toivoneet ohjeita tiettyihin asioihin - esimerkiksi kalatauteihin suhtautumisesta istutusten yhteydessä - ja kalavesien omistajatahot ovat toivoneet käytännössä toteutettavia toimintamalleja usein hyvin pienien ja hajallaan olevien istutustensa laadun varmistamiseen. Tarve yhteisesti sovittuihin pelisääntöihin on ilmaistu selvästi istukastuottajienkin taholta.

Työryhmällä ei tietenkään ole ollut valtuuksia antaa mitään virallisia normeja. Työryhmä on laatukriteerisuosituksiaan antaessaan kuitenkin pyrkinyt sellaisiin istukkaiden arvosteluperusteisiin, jotka olisivat heti käytännössä sovellettavia. Osatavoitteena on myös ollut istukkaiden laadun parantaminen eikä vain istukkaiden laadun neutraali arviointi: tiettyjen suositusten tarkoituksena on päästä nykyistä parempaa saalista antaviin istukkaisiin. Muistiossa esitettävät näkökohdat eivät varmasti ole kehityksen viime sana, vaan laatutyöhön sopivien kriteerien ja toimintaohjeiden muovaamisessa tarvitaan yleiselläkin tasolla laaja kenttäkäsittely. Muistio on keskustelun avaus. Istukastuotantoalan tai istutuskohtaiseksi laatukäsikirjaksi ei muistiota ole tarkoitettu, vaikka työryhmä toivookin, että muistiosta olisi sellaisten laatimisessa apua.

Istutukset osana kalavesien hoitoa ja käyttöä on pitkäkestoinen ja monivaiheinen prosessi, jonka tuloksellisuuteen vaikuttaa istukkaan laadun ohella monen muunkin toiminnon laatu. Istutuksista saatavan saaliin kannalta tärkein näistä on tietysti kalastus. Tällainen toimintaympäristö aiheuttaa istukkaan laadun pohdinnalle melkoisesti vaikeuksia. Työryhmä on kuitenkin ajatellut istukkaiden laadunhallinnalla toimittavan tilanteessa, jossa kalastus on vähintään nykyisellä tavalla istutusvesien kalataloudelliseen hyötyyn tähtäävää.

Perinteisessä laatuajattelussa pääpaino on ollut laaduntarkastuksessa - istutustoiminnassa esimerkiksi viranomaiskontrolli on suureksi osaksi istukkaiden vesistöön va-

pauttamisen yhteydessä tapahtuvaa. Istukkaan laadun mittaaminen on tällaisessa tilanteessa kuitenkin monilta osiltaan hankalaa, ja esimerkiksi istukkaiden piilevien taudinaiheuttajien tai kalojen perinnöllisen alkuperän osalta mahdotonta. Istukkaan laadun määrittäminen yksinomaan istutushetkellä antaa myös varsin vähän mahdollisuuksia laatuvirheiden korjaamiseen. Istukkaiden tuottaminen onkin työryhmän mielestä malliesimerkki nykyaikaisen laatuajattelun soveltamistarpeesta: laatu on nähtävä yhtä paljon toiminnan - siis istukastuotannon, kuljetuksen ja istutustapahtuman laatuina kuin istukkaan ominaisuutena. Istukkaan laadun arviointi on toki toiminnan laadun kehittämisessä ensiarvoinen väline, mutta vasta tiedon hyödyntäminen toiminnan suunnittelussa ja toteutuksessa johtaa istukkaan laadun parantumiseen.

Esimerkkinä istukkaan laadun yksinkertaisesta mittauksesta voidaan pitää istukaserän kalojen pituuden ja painon määrittämistä. Siihen liittyy kuitenkin pulmakohтия, joihin työryhmä on mietinnössään pyrkinyt antamaan suosituksia. Kuljetuksessa kalan paino voi merkittävässä määrin muuttua. Tämän takia olisi suositeltavaa tehdä kalojen punnitukset vähän ennen kuljetusajankohtaa kasvatustaikassa. Pituuden ja painon mittaamiseen työryhmä esitti erilaisia valvonta- ja istutustilanteita varten useampia käytännön suosituksia. Luonnollisesti aina tarvitaan myös istutuspaikalla tehtäviä tarkistuksia. Tavoitteena tulisi kuitenkin olla kasvatustaikalla tehtävät laatuun liittyvät mittaukset.

Esimerkki toisenlaisesta, istukastuotannon aikana tapahtuvaa laaduntarkkailua ilman muuta vaativasta laatuksiteeristä voidaan ottaa istukkaiden terveyden toteamisesta: Kalanviljelylaitoksen tarttuvatauti-tilanteen arviointi perustuu toistuviin otantoihin. Näihin otantoihin liittyy aina tietty todennäköisyysluonne. Kaikkia kalanviljelylaitoksia tai istukaseriä ei voida aikataulusyistä tutkia juuri ennen istutuksia. Laboratorio-tutkimuksetkaan eivät ole 100% varmoja. Työryhmän mielestä merkittävän istukastuottajan laatuajattelmaan tulisi kuulua osallistumine EELAn kalaterveystarkkailuun tai vastaavan kalatautiseurannan järjestäminen muulla tavoin. Vaikka kalaterveystarkkailulla ei voidakaan taata jokaisen istutuserän 100% tautivapautta, työryhmä näkee kalaterveystarkkailun merkittäväksi keinoksi vähentää kalatautien leviämistä koko istutustoimintaa ajatellen.

Työryhmän suositukset istukkaiden laatuksiteereiksi ovat jossain määrin vielä auki. Ongelmallisinta työryhmälle on, tulisiko eri kokoisten istukkaiden antama saalis huomioida istutuksia tehtäessä ja poikasten laatua tarkasteltaessa. Tiivistelmää kirjoitettaessa asiaa ei ole työryhmässä vielä ratkaistu. Koska istukkaiden kokokysymyksen avoinna olevat osat eivät kuitenkaan ole koko istutustoimintaa ja istukkaan laatua ajatellen kaikkein keskeisimpiä, uskon, että työryhmä päättyy yksimieliseen muistioon.

Inarijärven sopeutuva velvoitehoito

PETRI HEINIMAA

RKTL, Inarin kalantutkimus ja vesiviljely, Saarikoskentie 8, 99870 Inari

Tausta

Vuonna 1941 alkoi Inarijärven säännöstely. Sen kalakannoille aiheuttamien haittojen vähentämiseksi ja tulevien vahinkojen estämiseksi määrättiin korkeimman hallinto-oikeuden päätöksellä vuonna 1975 säännöstelyluvan haltija (nykyisin maa- ja metsätalousministeriö/ maaseutu- ja luonnonvaraosasto) Suomen valtion edustajana istutamaan petokaloja ja siikoja. Samalla edellytettiin rakennettavan myös istutustoiminnan edellyttämät luonnonravintolammikot ja kalanviljelylaitokset. Inarijärven sivuvesistöjen osalta oikeuden päätös annettiin vuonna 1984, minkä ansiosta myös vaelluskalajoet tulivat mukaan velvoiteistutuksiin.

Inarijärven osalta on päätöksessä (KHO 4672/75, 27.11.1975) määrätty seuraavat istutukset:

- vähintään 100 000 vaelluskokoista taimenen- tai järvilohenpoikasta
- 250 000 1-kesäistä nieriän- tai harmaanieriänpoikasta taikka rahalliselta arvoltaan vastaava määrä 3-vuotiaita harmaanieriänpoikasia tahi muiden paikallisiin olosuhteisiin soveltuvien nieriälajien poikasia
- 1 000 000 1-kesäistä siianpoikasta

Inarijärven sivuvesistöihin (PSVEO 81/82/I, 22.12.1982 ja KHO 2037/84 10.5.1984) on säännöstelystä aiheutuvana velvoitteena määrätty seuraavat istutukset:

- kolmevuotiaita, 18-20 cm pituisia järvitaimenen poikasia yhteensä 15 000 kpl
- 1-kesäisiä jokisiin poikasia yhteensä 108 000 kpl

Inarijärven velvoitehoidon toteutuminen vuosina 1976-1998 on esitetty liitteessä 1. Järvitaimen-järvilohivelvoite hoidettiin alkuaikoina järvilohipainotteisesti, mutta Juutuan järvitaimenen mädin saatavuuden parannuttua emokalanviljelyn ansiosta ja Sarmijärven kalanviljelylaitoksen valmistumisen myötä myös poikasten tuotantomäärät kasvoivat niin, että jälkeenjääneisyydet saatiin poistettua vuonna 1987. Nieriä-harmaanieriä velvoite toteutui alusta alkaen istuttamalla aluksi pääosin harmaanieriän poikasia mutta painopistettä siirrettiin Inarijärven nieriään myöhemmin. Siikavelvoitteen jälkeenjääneisyydet poistuivat 1981 ja pohjasiiian ohella istutuksiin käytettiin planktonsiikaa vuoteen 1989 asti. Sivuvesistövelvoitteet toteutuivat Juutuan järvitaimenen ja siikaistutusten osalta alusta alkaen täysimääräisinä mutta muiden taimenkantojen hoito voitiin aloittaa vasta mädinhankintojen ja uusien emokalaparvien perustamisen myötä (Ivalojoiki 1987 ja Siuttajoki 1994). Surnu- ja Kyyneljoen pienet järvitaimenvelvoitteet on jouduttu hoitamaan muilla kannoilla.

Inarijärven kalakannat taantuivat säännöstelyn aloittamisen myötä ja kalansaalis lähti nousuun vasta 1980-luvulla velvoiteistutusten aloittamisen, muikun kotiutumisen ja voimakkaan runsastumisen, kalastusaktiiviteetin lisääntymisen ja uusien kalastusme-

netelmien ansiosta. Inarijärven suurin tilastoitu saalis saatiin vuonna 1989, 560 tonnia, paljolti muikun ansiosta. Saalis oli tällöin yli kaksinkertainen säännöstelyä edeltäneeseen tasoon. Arvokkaiden petokalojen (taimen, järvilohi, nieriä, harmaanieriä) saalis oli suurimmillaan vuonna 1987 yli 69 tonnia, noin puolitoistakertainen säännöstelyä edeltäneeseen tasoon. Inarijärven merkittävin saalislaji on kuitenkin siika, josta Inarijärvellä on useita eri tyyppisiä. Riikasiika taantui säännöstelyn myötä ja pohjasiika on nykyisin valtalaji, osaltaan istutusten myötä. Siikasaalis on parhaimmillaan ollut säännöstelyä edeltänyttä tasoa (150 tonnia) mutta on nyt vakiintunut 90-100 tonnin tasolle, noin 2/3 parhaista saaliista. Muiden lajien, harjus, hauki, ahven ja made, saaliit ovat jonkin verran säännöstelyä edeltänyttä aikaa pienempiä. Saaliiden kehittyminen säännöstelyä edeltäneestä tasosta vuoteen 1997 asti on esitetty liitteessä 2.

Sopeutuvan velvoitehoitoon siirtyminen

Inarijärven velvoitehoitoa toteutettiin aluksi ensisijaisena tavoitteena saavuttaa velvoitepäätöksissä edellytetyt istutusmäärät ja poistamalla mahdolliset jälkeenjääneisytydet aiemmilta vuosilta. Määrällisten tavoitteiden saavuttamisen jälkeen tuli sen rinnalle myös tuloksellisuustavoitteet - keskeisimpänä tavoitteena saavuttaa Inarijärven säännöstelyä edeltänyt saalistaso. Tällöin istutuskompensointi olisi saavuttanut velvoitepäätösten istutusten mitoituksen perusteet, istutusmääräthän oli määritelty saalisaleneman perusteella.

Inarijärven luontainen pohjasiikakanta on menestynyt varsin hyvin säännöstelystä huolimatta ja siikakannan liiallisen tihentymisen vuoksi siian kasvu oli 1980-luvulla varsin heikkoa eikä siikaistutuksillakaan saavutettu kuonomerkintämerkinnöillä arvioiduna tavoiteltua tasoa. Tulosten perusteella päädyttiinkin vähentämään siikaistutuksia tehostuneen kalastuksen lisäksi. Pohjasiikakannan harventumisen myötä siikojen kasvu on parantunut huomattavasti. Siikaistutusten määrän keskeiseksi mitoitusperusteeksi onkin muodostunut siikakannan tila (kannan suuruus ja siikojen kasvu) sekä kalastuksen määrä.

Petokalojen saaliit ovat olleet siikoja riippuvaisempia istutuksista onhan mm. alueelle istutettu järvilohia ja harmaanieriää, jotka ovat vierasperäisiä lajeja. Myös paikalliset järvitaimen ja nieriäkantojen luonnonlisääntyminen on heikentynyt osittain säännöstely ja osittain kalastuksen vuoksi. Muikun voimakas lisääntyminen 1980-luvulla tarjosi oivan ruokapöydän myös petokaloille. 1990-luvun huonot muikkukannat heijastuivat voimakkaasti petokaloihin, joista erityisesti taimen ja nieriä kärsivät eikä vähäiset järvilohi-istutuksetkaan tuottaneet kummoista tulosta. Harmaanieriä pärjäsivät paremmin käyttämällä ravinnokseen kookkaampia saalisikohteita ja toisia petokaloja. Istutusten vähentäminen ja paikallisen kääpiösiian, reeskan, vuosina 1997 ja 1998 syntyneet vahvat vuosiluokat ovat parantaneet petokalojen ravintotilannetta, mikä on heijastunut niiden parantuneena kasvuna ja kuntana. Petokalaistutusten määrän ja poikasten koon keskeiseksi mitoitusperusteeksi onkin muodostunut keskeisimpien ravintokohteiden muikun ja reeskan kesänvanhojen vuosiluokan vahvuus.

1990-luvun heikentynyt ravintotilanne näkyi myös lokkilapamatoloisten määrän voimakkaana runsastumisena järvitaimenissa, erityisesti kookkaina istutetuissa poikaisissa, jotka loisittuivat istutusten jälkeen. Edellisten seikkojen vuoksi vuonna 1996 ryhdyttiin istutuksissa noudattamaan ns. sopeutuvan velvoitehoidon toimintaperiaatetta (Ahonen ja Heinimaa 1996).

Koska Inarijärveä ja sivuvesistöjä koskevat velvoitepäätökset ovat erillisiä on molempia alueita myös hoidettu erillisinä. Huonossa petokalojen ravintotilanteessa ja tiheidän siikakantojen aikana ei nykyisten päätösten puitteissa ole kuitenkaan mahdollista toteuttaa kaikkia istutuksia parhaalla mahdollisella tavalla. Velvoitealueiden yhdistä-

minen on noussut yhä voimakkaammin esiin, jotta istutuksissa voitaisiin toimia aiempaa joustavammin kalakantojen ja kalastuksen erilaisissa tilanteissa. Maa- ja metsätalousministeriössä valmistellaankin toimenpiteitä, joiden toteutumisen jälkeen velvoitetta voidaan hoitaa niin tarkoituksenmukaisesti kuin on mahdollista velvoitepäätösten istutusten arvon muuttumatta.

Sopeutuvan velvoitehoidon toimintaperiaatteet

Inarijärven ja sen sivuvesistöjen säännöstelyn kalanhoitovelvoitetta on toteutettu vuodesta 1996 alkaen viisivuotisin toimintajaksoin. Vuosien 1996-2000 toimintajakso toteutetaan sopeutuvan velvoitehoidon toimintaperiaatteella, jossa istutusvesien kalakantojen tila otetaan huomioon istutuksia toteutettaessa. Tämän vuoksi Inarijärveen ei tällä hetkellä suositella muita istutuksia velvoitehoidon lisäksi.

Velvoitehoidon tavoitteena on toteuttaa istutukset mahdollisimman tuloksellisesti. Mikäli toimintajakson aikana tapahtuu velvoitehoidon järjestelyissä, hoidon kohteena olevien vesistöjen kalakannoissa tai muissa velvoitehoitoon vaikuttavissa asioissa merkittäviä muutoksia, voidaan istutussuunnitelmaa muuttaa maa- ja metsätalousministeriön hyväksymällä tavalla.

Suunnittelujakson aikana mahdollisesti syntyvät jälkeenjääneisyydet siirtyvät toteutettavaksi seuraavan jakson aikana, mutta mahdolliset ylitykset nollataan siirryttäessä uuteen jaksoon. Velvoitehoidon istutusten vuosittaisina vaihtelumäärinä käytetään enintään 20 % yli tai alle velvoitteen määrän, mikäli asiasta ei erikseen etukäteen sovi toisin maa- ja metsätalousministeriön kanssa.

Velvoitehoidossa käytettävät kalanpoikaset tuotetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Inarin toimipaikassa (Inarin kalantutkimus ja vesiviljely sekä Sarmijärven kalanviljelylaitos). Velvoitehoidon suhteen alue on mädin ja poikasten tuotannossa omavarainen. Istutuksissa käytetään järvitaimenen, nieriän ja siian osalta paikallisia kalakantoja velvoitepäätösten mukaisesti.

Istutukset kohdennetaan velvoitepäätösten mukaisiin paikkoihin. Inarijärven istutukset kohdistetaan siten, että istutuksia tulee koko järven alueelle. Järvitaimenia istutetaan lisääntymisjokien alaosaan ja järven eri osiin painottuen etelä- ja länsiosiin. Nieriää ja harmaanieriää istutetaan koko järven alueelle. Pohjasiikaa istutetaan Ivalojoen alajuoksulle ja Inarijärven pohjois-, länsi- ja eteläosien rannoilta sekä itäosiin venekuljetuksin. Järvitaimenet, nieriät ja harmaanieriät kuljetetaan autolla, moottorikelkalla tai veneellä Inarijärven istutusalueille.

Istutukset toteutetaan siten, että velvoitteiden rahallinen arvo ei muutu. Istutettavien poikasten lukumäärä muunnetaan rahalliselta arvoltaan vastaavaksi velvoitepäätösten mukaisiksi poikasmääräksi käyttäen hyväksi ns. standardipoikasia (standardipoikasen koko on määritelty velvoitepäätösten pohjalta) sekä arvonmuuntotaulukkoa, joka perustuu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelytuotteiden hinnastoon. Vaelluskokoisien järvitaimenen ja järvilohen standardikokona käytetään 90 g (20 cm), 1-kesäisen nieriän 5 g ja 1-kesäisen pohjasiian 4 g (9 cm). Istutuksissa pyritään kuitenkin käyttämään parhaimman istutustuloksen suhteessa istutuspanoksiin antavaa istukaskokoa tarkkailun suosituksiin perustuen.

Velvoitehoidon istutukset toteutetaan vuonna 1999 seuraavalla tavalla:

Inarijärven velvoite

- järvitaimenen poikasten kappalemäärä on 54 400 kpl 4-vuotiaita poikasia kookkaampien istukkaiden vuoksi
- järvilohen poikasia ei istuteta toistaiseksi

- nieriävelvoite toteutetaan puoliksi yksivuotiailla nieriän poikasilla (100 500 kpl) ja puoliksi kookkaammilla 3-vuotiailla harmaanieriän poikasilla (10 000 kpl)
- siikavelvoitteeseen istutetaan 780 000 kpl 1-kesäisiä-1-vuotiaita poikasia ja 250 000 kpl kompensoidaan vastaavasta arvosta kookkaita 3-vuotiaita harmaanieriöitä (9 100 kpl)

Sivuvesistöjen velvoite

- jokialueille istutettavista taimenista pääosa istutetaan yksivuotiaina jokipoikasina (33 520 kpl) ja järviolueille ja jokilaajentumiin istutetaan kookkaampia 3-4-vuotiaita (5 453 kpl) taimenen poikasia
- Juutuanjoen vesistön siikaistutukset on korvattu järvitaimenistutuksilla (1-vuotiaita 6 740 kpl ja 4-vuotiaita 270 kpl), jotka toteutetaan taimenistutuksia vastaavalla tavalla
- Ivalojoen siikavelvoitteeseen istutetaan 1-kesäisiä pohjasiikoja (83 700 kpl) joen yläjuoksulle

Laadun huomioiminen viljelyssä ja istutuksissa

Velvoitehoidon istukkaiden ja viljely laatuun on kiinnitetty alusta alkaen huomiota vaikka aluksi keskeisimmät tavoitteet olivatkin määrällisiä. Järvilohi (Vuoksen vesistön kanta) ja harmaanieriä (Lake Superior ja Lake Opeongo) otettiin velvoitelajeiksi jo velvoitepäätöksissä ja niiden ansiosta istutukset pääsivät käyntiin nopeammin kuin olisi muuten ollut mahdollista.

Järvitaimenen osalta on pitäydytty paikallisiin kantoihin, joista Juutuan järvitaimen oli ensimmäiseksi käytettävissä. Sivuvesistövelvoitteita varten perustettiin myös Ivalojoen ja Siuttajoen järvitaimenkannoista emokalastot varmistamaan mädintuotanto, monipuolistamaan istutusmahdollisuuksia ja suojelemaan kyseisten jokien omia kantoja. Inarijärven nieriästä on hankittu ns. isonieriöitä emokalaston perustaksi ja viime vuosina on pyydytetty myös ns. pikkunieriöitä mahdollisen emokalaston perustamista varten. Pohjasiikaistutuksiin käytettiin aikaisemmin luonnonmädinhankinnasta eri jokialueilta ja järviltä saatua mätiä mutta Ivalojoen pohjasiian emokalastojen kasvattamisen jälkeen istutukset on hoidettu vain yhdellä kannalla.

Uudet emokalaparvet perustetaan luonnonmädistä tai vaelluspoikasista ja mädin hoidelmöityksessä noudatetaan geneettisiä suosituksia mahdollisimman laajan perinnöllisen aineksen saamiseksi mukaan uusiin parviin. Emokalastojen monimuotoisuuden arviointi kattaa jatkossa kaikki emokalaparvet säännöllisin välein.

Kalalajien ja kantojen lisäksi keskeisen huomion kohde on ollut istukkaan koko, siialla on pyritty yli 8 cm:n kesänvanhaan poikaseen ja petokaloilla merkintätutkimusten myötä yhä suurempiin poikasiin. Järvioluiden järvitaimenistutuksissa on nykyisin tavoitteena istuttaa 3-4-vuotiaita noin 150 grammaisia poikasia (24 cm) ja harmaanieriäistutuksissa kolmevuotiaita noin 200 grammaisia poikasia (30 cm). Kookkaina istutettavat nieriä kasvatetaan noin 200 gramman ja 30 cm kokoon mutta viime vuosina istutuksissa on siirrytty 1-vuotiaiden nieriän pikkupoikasten (5 g) istutuksiin.

Istukkaiden terveyteen on kiinnitetty huomiota koko velvoitehoidon ajan, sillä laitokset kuuluvat eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen (EELA) kalaterveystarkkailuun. Vuoden 1987 paisetautibakteerin määrittäminen Inarin laitoksen Juutuan järvitaimenparvesta nosti tautitorjunnan keskeiseksi asiaksi ja samana vuonna lopetettiin myös poikasten tuonti muilta vesistöalueilta velvoitehoitoa varten. ASA-bakteeri ja flexibakteerit iskevät edelleen esiin, mikäli kalojen kasvatusolosuhteet ovat liian stressaa-

vat (korkea veden lämpötila, suuri kalatiheys jne.). ASA-bakteeria vastaan on myös kokeiltu rokotetta erinäisten antibioottien käytön vaihtoehtona.

Pohjoisille lohikannoille kohtalokasta Gyrodactylus salaris-lohiloista ei ole tavattu laitosten kaloista. Loistarkkailu perustuu laitosten oman henkilökunnan tekemään seurantaan, minkä perusteella myös kalojen kylvetyksistä päätetään. Luonnonravintosiikojen silmäloisista on pitkälti päästy eroon kesannoimalla välillä lammikoita ja jättämällä ne talveksi tyhjäksi vedestä mahdollistaen kasvillisuusvyöhykkeiden jäätyminen. Uusia emokalaparvia perustettaessa tutkitaan vähintään 60 emokalaa bakteerien ja virusten varalta ja mätä desinfioidaan ennen sen siirtoa haudontaan karanteeni-, eristys- tai normaaliin hautomoon.

Poikasten fysiologista tilaa on selvitelty erilaisten tutkimusten yhteydessä, joista osa on vielä kesken. Viljelytilojen rakentamisissa ja käytössä on kuitenkin pyritty huomioidaan muualla saadut kokemukset ja tutkimusten tuottamat tiedot oikeiden valintojen tekemiseksi. Poikasten ja emokalojen viljelyolosuhteita voidaan nykyisin säädellä varsin tehokkaasti niin ruokinnan, valaistuksen kuin virtausolosuhteidenkin osalta. Veden lämpötilassa ollaan kuitenkin luonnon armoilla, Inarissa käytetään jokivettä ja Sarmijärvellä järvivettä. Olemassa olevan tiedon hyväksikäyttö on kuitenkin vielä rajallista näkemyserojen ja tutkimustiedon verkkaan välittymisen vuoksi.

Istutukset toteutetaan yleisten suositusten mukaisesti. Toimenpiteet (mm. luonnonravinnon käyttö, paastotukset, pakoreaktioiden vahvistaminen) kookkaampien poikasten osalta ennen istutusajankohtaa kaipaavat kuitenkin vielä lisää selvittelyä, jotta poikasten istutuksen jälkeistä kuolevuutta voitaisiin pienentää ja istutusten tuloksellisuutta näin parantaa.

Jokialueen istutuksissa on siirrytty kookkaamista poikasista osittain pikkupoikasten istuttamiseen jokialueen tuotantoalueiden hyödyntämiseksi ja luonnonvalinnan vaihtusajan lisäämiseksi. Inarijärven järvitaimenistutuksia suunnataan entistä enemmän suurimpien jokien alaosiin poikasten leimautumisen parantamiseksi. Osa istutuksista on tehty järvelle jokisuistojen ja jokisuuselkien voimakkaan verkkokalastuksen vuoksi. Nieriäistutusten ongelmina on 1990-luvulla ollut kookkaiden istukkaiden nälkiintyminen huonon ravintotilanteen vuoksi. Viileissä vesissä nieriät ovat kuitenkin säilyneet hengissä mutta kalastajille niistä ei juurikaan ole ollut iloa. Nieriäistutuksissa onkin palattu velvoitepäätösten mukaisten pikkupoikasten istutuksiin mutta näiden poikasten menestymisestä ei ole vielä tietoa.

Kestävän käytön pullonkaulat

Nykyinen viljelytoiminta toimii kohtuullisen hyvin mutta istukkaiden laatua pyritään jatkuvasti parantamaan. Keskeinen elementti istutusten ohjailussa on kuitenkin ne tutkimustiedot, joiden pohjalta pitäisi voida tehdä oikeat ratkaisut istukkaiden laatuun liittyvissä asioissa. Usein unohtuu, etteivät istukkaat ole kalastettavissa vielä samana kesänä jolloin ne istutetaan vaan esimerkiksi siian kohdalla pääosin vasta 5-7 vuoden kuluttua istutuksesta. Istutusten ohjailussa tarvitaan entistä enemmän ennusteita luontaisten kalakantojen kehittymisestä, jotta myös viljelyssä voidaan reagoida ajoissa muutostarpeisiin.

Ylä-Lapissa tuli voimaan uusi kalastuslaki vuoden 1998 alusta mutta muutokseen liittyvää kalastusalueiden perustamista ei ole vielä saatu lainvoimaiseksi. Kalastusalueella onkin suuri haaste sovittaa yhteen niin kalastuksen säätely, luonnonvaraisten kantojen lisääntyminen kuin hoitotoimenpiteetkin alueen kalatalouden tuloksellisuuden parantamiseksi. Oikeiden ratkaisujen tekeminen edellyttää kuitenkin yksimielisyyttä tavoitteista, tietoa olemassa olevasta tilanteesta ja mahdollisista ratkaisuvaihtoehdoista - tätä varten tarvitaan lisää panostusta tutkimukseen.

Tulevaisuuden haasteet

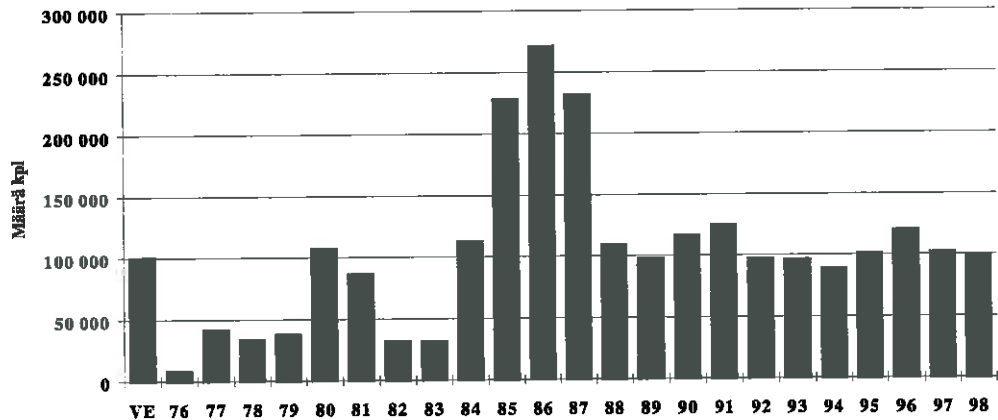
Sopeutuvan velvoitehoito tukeutuu keskeisesti tutkimuksen tuottamaan tietoon, missä haasteita riittää eikä nykyisellään kaikkea tarvittavaa tietoa ole saatavilla istutusten suunnittelua varten. Istutusten tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden arviointi onkin jäänyt hieman paitsioon aiempien mittavien merkintöjen päätyttyä. Jatkossa istutusten tuloksellisuuden arvioimiseksi ja toisaalta luonnonlisääntymisen selvittämiseksi tullaan siirtymään varsin kattavaan viljelypoikasten merkintään. Tähän liittyen on tutkimuslaitoksessa menossa tai alkamassa eri merkintämenetelmiin liittyviä tutkimushankkeita.

Kirjallisuus

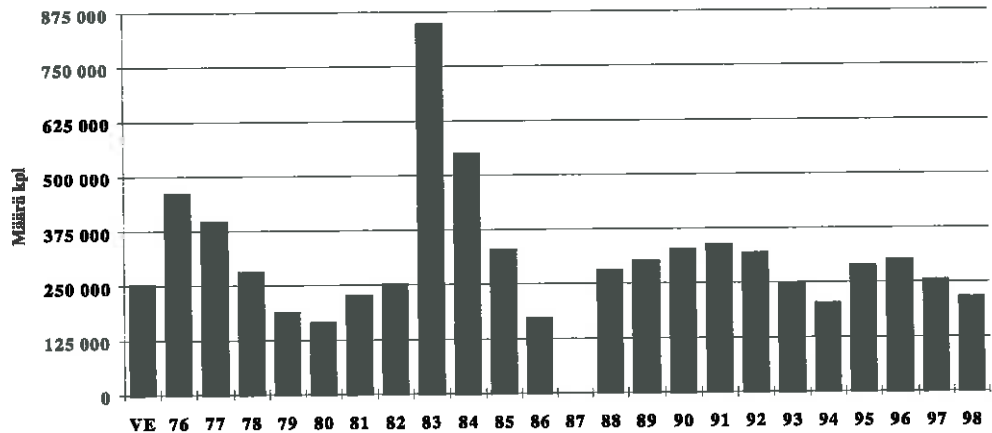
Ahonen, M. ja Heinimaa, P. 1996. Inarijärven kalataloudellisen hoitovelvoitteiden uudistaminen. Sopeutuva velvoitehoito. RKTL, Kala- ja riistaraportteja 51:26 s.

Salonen, E., Mutenia, A., Maunu, A., Heinimaa, S. ja Pukkila, H. 1998. Inarijärven säännöstelystä aiheutuneiden kalanhoitovelvoitteiden tarkkailu. RKTL, Kala- ja riistaraportteja 120:51s.

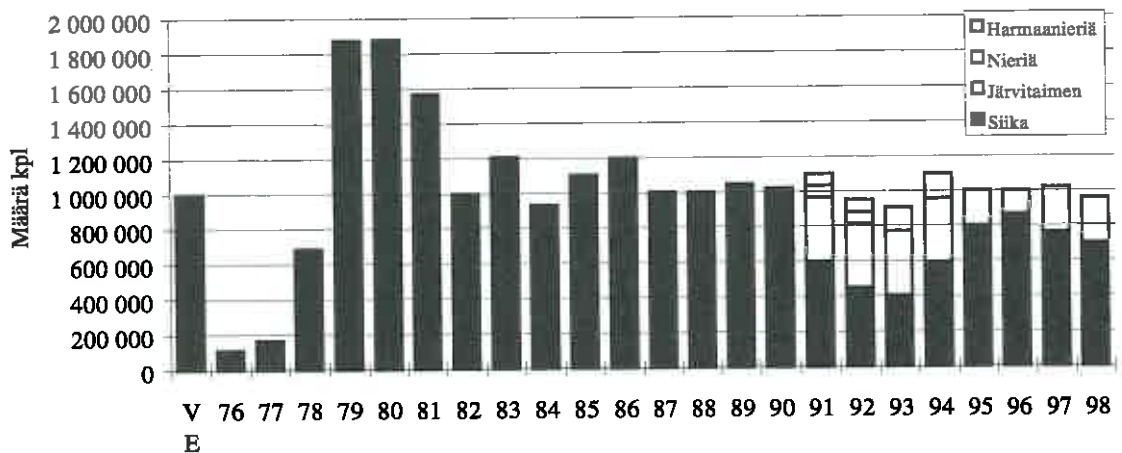
Liite 1. Inarijärven velvoitehoidon toteutuminen vuosina 1976-1998.



Kuva 1. Inarijärven järvitaimen ja järvilohivelvoitteeseen istutetut vaeluskokoiset poikaset vuosina 1976-1998. Vuodesta 1996 alkaen poikaset on muunnettu standardipoikasiksi. VE = velvoitemäärä.

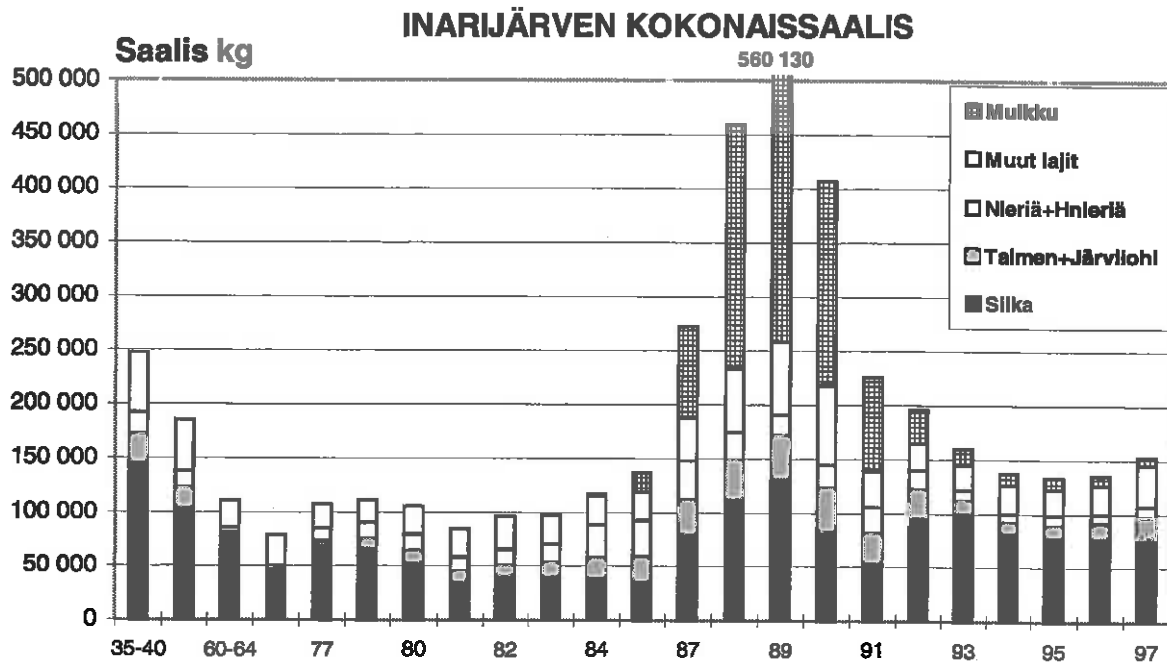


Kuva 2. Inarijärven kalanhoitovelvoitteeseen istutetut nieriän ja harmaanieriän poikaset yksikesäisiksi laskettuina vuosina 1976-1998. VE = velvoitemäärä.



Kuva 3. Inarijärven kalanhoitovelvoitteeseen istutetut pohja- ja planktonsiian 1-kesäiset poikaset sekä siikakompensaationa istutettujen petokalojen 1-kesäisiä siikoja vastaavat määrät vuosina 1976-1998. VE = velvoitemäärä.

Liite 2. Inarijärven kokonaissaalis ajanjaksosta 1935-1940 alkaen ja vuosina 1977-1997. Vuosien 1978 ja 1985 saalistiedot puuttuvat (Salonen et al 1998).



Hävinneiden kalakantojen palauttaminen Lapissa

OLLI TUUNAINEN

Lapin TE-keskus, Kalatalousyksikkö, PL 8020, 96101 Rovaniemi

Kalatalousviranomaisen tarkastelee tätä aihepiiriä pitkälti siitä näkökulmasta, onko lajilla tai kannalla palauttamisenjälkeen todellista taloudellista merkitystä ja/tai selkeää monimuotoisuuden lisääntymisvaikutusta. Asian voisi kiteyttää esimerkiksi Kemijoen lohen ja meritaimenen kohdaltaseuraavasti. Kemijoen omat lohi- ja meritaimenkannat ovat tuhoutuneet 1950-luvulla totaalisesti, mutta laajasta vesistöstä noin neljännes on varsin kelvollista elinpiiriä näille kalalajeille. Yhä voimakkaammin vaaditaan ko. lajien palauttamista takaisin vesistöön monien intressitahojen toimesta.

Palauttamista lievempi toimenpide on heikkojen kantojen elvyttäminen, missä tavoitteet ovat ehkä käänteisessä järjestyksessä – monimuotoisuuden säilyttäminen ja kalastusmahdollisuuksien ylläpitäminen tai lisääminen. Koska Lappi on kymmenien virtojen maa, lohensukuiset vaeltavat petokalalajit ovat listan kärjessä.

Kohdelajit

Merilohen osalta palauttaminen on aloitettu Lutto- ja Nuortijokiin vaellusyhteyden katkettua 1960-luvulla Ylä-Tuulomassa Vesistön ala- ja keskiosalla lohikanta on yhä kohtalainen. Kemijoen vesistöalueella on jo aloitettu pienimuotoisesti lohi- ja meritaimenkantojen elvyttämiskokeilut Nousukas – Kemijokeen –projektin puitteissa. Toimenpiteiden taustalla on merkittävä ja laaja vanhojen uittoväylien kalataloudellinen kunnostus. Mereisten vaelluskalakantojen palauttamisessa on käytetty läheisen Tornion – Muonionjoen lohi- ja meritaimenkantoja.

Lapin monet järvitaimenkannat ovat huonossa kunnossa niiden elinympäristön heikkenemisen, valikoivan kalastuksen yms. seurauksena. Monilla pienilläkin kannoilla voi olla oma erityinen merkityksensä. Esimerkkeinä mainittakoon Kitkajärvien, Juutuan ja Yli-Kemijoen taimenkannat.

Ylä-Lapin tunturialueiden rautukannat ovat hävinneet useista merkittävistä järvistä. Myös Inarijärven arvokas isonieriäkanta on varjo luonnontilasta. Nämäkin muutokset ovat vain ihmisen aiheuttamia. Nykytilanteessa tunturijärvien rautukantoja voidaan elvyttää tai palauttaa kohtuullisin kustannuksin. Tosin toiminta kokee lieviä takaiskuja, kun siirtoraudit varastetaan jopa sumpustakin. Inarijärven kohdalla on kyse vesilain mukaisesta kompensatiotoimenpiteestä. Näiden kantojen elvyttämisen tai parantamisen päätarkoitus on selkeästi kalataloudellinen, erityisesti kalastuksellinen.

Mereisistä vaelluskalakannoista on lopuksi mainittava ns. kesäsiika. Oltakoon kannasta tai sen muodosta mitä mieltä tahansa, kesäsiika on menetetty Kemijoesta ja Tornionjoen kesäsiikakin tarvitsee tukitoimia. Tällaisen kesänousukannan arvo on huomattavasti korkeampi kalastuksellisesti kuin syyssiian.

Keski-Lapin suurten järvien kuhakannat ovat Kemijärveä lukuunottamatta lähes hävinneet. Aikaisemmin hyvistä kuhavesistä (Raanujärvi-Miekojärvi, Iso-Kaarni) saa

daan satunnaisia kuhayksilöitä saaliiksi. Kemijärven kuhakanta on niin elinkelpoinen, että sitä voidaan käyttää kalanviljelyn avulla kantojen edistämistoimenpiteisiin. Yhdessä tapauksessa on jopa kyse rapukannan palauttamisesta (Martimojoki).

Palautuksen (elvytyksen) tavoite, rahoitus

Edellä on esitelty palauttamisen tärkeimpiä perusteita, motiiveja ja taustoja. Valtion kalanviljelyn (RKTL) budjetin avulla tapahtuvaa rahoitusta ei tarvitse tässä esitellä. Sen sijaan muiden rahoituslähteiden puitteet tarjoavat merkittäviä lisämahdollisuuksia. Erittäin keskeisessä asemassa ovat EU:n rahastot ja erityisohjelmat kuten KOR, eri Interreg – raja-alueohjelmat, SAP jne. Ennen EU-aikaa ja vielä nytkin valtion kalastuksenhoitomaksuvaroja on käytetty useisiin elvyttämisen- ja palauttamistoimenpiteisiin Lapissa. Esimerkkeinä mainittakoon monet taimen- ja rautukannat sekä kuha. Velvoitehoidossa käytetään Lapissa yli 20 mmk vuosittain.

Tämän lisärahoituksen määrä on kasvanut 1990-luvun jälkipuoliskolla merkittävästi Lapissa ollen jo useita milj. markkoja vuodessa. Sama tahti näyttää jatkuvan. RKTL:n kalanviljelyllä ja -tutkimuksella on merkittävä ja keskeinen rooli lähes kaikissa projekteissa Lapissa.

Menetelmät, toteutus, toimenpiteet

Siirtoistutuksia on tehty jo vuosisatoja satunnaisesti. Nykymenetelmät esim. rautukantojen elvyttämisessä tunturialueilla ovat melko työläitä, mutta tuloksellisia. Kelkoja, mönkijöitä, lentokoneita ym. kulkuvälineitä tarvitaan apuna. Ilman rajavartioston helikopterin apua 1980-luvulla ei viime kesänä olisi Lätäsenosta saatu 25 kg lohta. Veli Mannermaa ja Kiril Sergejeff levittelivät vastakuoriutuneita pohjasiikoja maitonkissa Inarin metsäjärviin hävittäjä-ässä Jaakkolan kanssa. Toimenpiteistä ja tulokista ollaan yhä ainakin kahta mieltä.

Vaelluskalat (lohi, meritaimen, vaellussiika) kohtaavat nykyisin uintireitillään monenlaisia esteitä – yleensä ihmisen rakentamia esteitä tai pyydyksiä pyynnissä. Kalastusrajoitukset ovat välttämättömiä lähes kaikissa hankkeissa. Erityisesti lohikantojen palauttamisessa ja elvyttämisessä se on tärkeää. Vaelluskalojen kotiuttamisen (istutukset pienpoikasilla) ja luonnonkierron käynnistymisen jälkeen kalateitä tarvitaan useissa tapauksissa avaamaan ylösvaellus kutupaikoille.

Lopuksi on todettava, että ilman RKTL:n kalanviljelyn laajaa toimintaa mm. emokalakantoja ylläpitämällä tilanne olisi melko huono. Ennen kaikkea eri kantojen hankkimisella viljelyyn on taattu sopivien istukkaiden käyttäminen taantumisen- ja elvytystilanteissa. Lapin ja Itämeren merkittävistä kannoista ainoastaan Kemijoen lohi on menetetty vesistön rakentamisen takia. Tämä kanta menetettiin niin typerän toiminnan takia, että silloiset päättäjät olkoot varoittavana esimerkkinä Lapin vesistörekentäjille.

Istutusten, kalastuksen ja emokalanpyynnin yhteensovitus

MARKKU PURSIAINEN

RKTL/Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely, Laasalantie 8, 58175 Enonkoski

Yleistä

Suomi on kansainvälisin ja kansallisin sopimuksin sitoutunut ylläpitämään luonnon monimuotoisuutta. Erityisesti Rion sopimuksen ja Euroopan Unioniin liittymisen myötä Suomelle on tullut lisävastuuta mm. kalaston perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämisen ja kestäväen käytön osalta. Maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön Kalaston suojelutyöryhmä esitti mm., että viljelyn avulla pidetään yllä niitä kalalajeja, -muotoja tai -kantoja, joita ei voida suojella luonnossa ja joiden säilyminen tai monimuotoisuus on niiden luonnollisessa elinympäristössä uhattuna. Tämän tulee tapahtua lajikohtaisesti laadittavan suojelusuunnitelman mukaisesti siten, että perinnöllisen monimuotoisuuden säilyminen taataan. Niinikään maa- ja metsätalousministeriön luonnonvarastrategiassa todetaan, että talouskalakantojen geneettistä monimuotoisuutta ylläpidetään muun muassa viljelyn keinoin.

Rion sopimukseen pohjautuvassa kansallisessa toimintaohjelmassa monimuotoisuuden säilyttämiseksi on erääksi kalataloutta koskevaksi tehtäväksi määritelty uhanalaisten lajien kantojen suojelun järjestäminen luonnonympäristön ulkopuolella (*ex situ*), eli viljelyoloissa, sekä näiden lajien ja kantojen käyttäminen suunnitelmallisiin palautusistutuksiin. Lisäksi on varmistettava, että kalanviljelyssä on käytettävissä taantuneiden kalakantojen säilyttämiseen riittävät kalalajivalikoimat sekä korkealaatuinen tautivapaa mätä.

Edellä mainitut tehtävät ja tavoitteet on pääsääntöisesti annettu Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vesiviljelyn vastuulle. *Ex situ* -säilyttäminen, kalojen pitäminen pelkästään eläintarhassa odottamassa parempia aikoja luonnossa, ei kuitenkaan, onneksi, ole tarpeen tai tule kyseeseen kovinkaan monen lajin tai kannan kohdalla. Päätoimintamalli on mahdollisimman luonnonmukainen kalojen elinkierto tuettuna viljeltoimenpitein. Monella arvokaloistamme kuitenkin luonnonvalinta on vähäistä tai olematonta poikasvaiheessa, poikaset tuotetaan viljelyllä. Ja luonnon valinta ei ole enää luonnonmukaista istutetuillakaan kaloilla, sillä kalastuksen tehon ollessa se mikä se on, istukkaiden todennäköisyys selvitä sukukypsiksi ja päästä jatkamaan sukuaan jäljellä olevilla lisääntymisalueillaan tai emokalanviljelyssä, on sattumanvaista ja monesti kovin vähäinen.

Istutusmäärät ja istukkaat vaikuttavat saaliiseen

Kalaistutuksilla on luonnollisesti suuri merkitys saaliisiin. Saaliskehitykseen vaikuttaa paitsi istutettava poikasmäärä, myös istutuspaikka ja kyseisen lajin tai kannan vaellusominaisuudet. Kun ajatellaan vaikka sitä, että Vuoksen vesistöalueella järvilohi-istutukset suunnilleen kymmenkertaistuivat 1980-luvun puolivälistä alle kymmenssä vuodessa, ovat järvilohisaaliit ratkaisevasti kasvaneet. Järvitaimenistutuksissa niinkään Vuoksen vesistössä määrät ovat hiljakseen vähentyneet, mutta vastaavasti istukkaiden keskikoko on kasvanut, ja siten saalisvarmuus parantunut. Vielä voidaan ottaa esimerkiksi Saimaan nieriä, jonka istutukset alkoivat käytännössä vasta 1990-luvulla. Monissa Vuoksen vesistöalueen entisissä vesissä ei nieriää ole tällä vuosisadalla enää esiintynyt. Mutta nyt istutusten ansiosta sitä saadaan jo saaliiksi monin paikoin.

Eri puolilla maata on siis istutusten tuloksena luotu aivan uusia kalastusmahdollisuuksia. Aina istutusten pääasiallisena tarkoituksena ei kuitenkaan ole kalastusmahdollisuuksien ja saalisvarmuuden lisääminen, vaan kannan säilyttäminen elinkelpoisena. Kalastus on kuitenkin mukana jopa kaikkein uhanalaisimpienkin kalojen elinkierrossa. Ja mitä enemmän istutetaan, sitä enemmän useimmiten saadaan myös saalista.

Saalis vaikuttaa kalastukseen

Eri kalalajien väliset runsaussuhteet ja kantojen luontaiset tai istutusmääriin liittyvät runsauden vaihtelut vaikuttavat suuresti kalastustapoihin. Suurimmassa osassa Suomen sisävesiä ja myös merialueella ei petomaisiin lohikaloihin suuntautuvaa kalastusta olisi käytännössä lainkaan ilman istutuksia. Vetouistelu, täkyraksi, ajosiima- ja ajoverkkopyynti puuttuisivat monilla alueilla täysin kalastustapavalikoimasta. Koski- ja virtavesikalastuksessa ei tavoiteltaisi taimenia ja lohia, kuten nyt niin suuressa mittassa tehdään. Määrättyihin lajeihin kohdistettava kalastus ei kuitenkaan muodostu kannan säilyttämisen ja kestävän käytönkään osalta kovin suureksi ongelmaksi, sillä siinä saalista voidaan haluttaessa valita ja erilaisin säännöksin säädelläkin.

Varsinaisena kalastustapojemme hankaluutena ennen muuta petomaisten lohikalojemme osalta on muu, kuin niihin kohdennettu kalastus, eli sekakalastus lähinnä verkoilla. Verkkokalastus on erityisesti sisävesilläämme merkittävin kalastusmuoto. Se on tehokas, lähes valikoimaton ja edullinen pyyntitapa, mutta valitettavasti kohtelee aktiivisia, vilkkaasti uivia ja nopeakasvuisia petomaisia lohikalvoja varsin tuhoisasti. Tavanomaisimmin käytettyyn 45 mm:n verkkoon jäävät taimenet, järvilohet ja nieriät ovat vielä alamittaisia ja kaukana sukukypsyyskoosta. Kysehän on varsinaisesti ahvenen, siian ja eräiden muiden kalojen verkkopyynnin sivusaaliista, mutta määrät ovat merkittäviä. Yksittäinen, varsinkaan vapaa-ajankalastaja, ei näe ongelmaa kohdaltaan suurena, mitäpä nyt muutama alamittakala merkitsee. Mutta kun kalastajia ja verkkoja järvilohenkin vaellusreitillä on kymmeniä tuhansia, on vuotuinen leikkaus jo kertolas- kua käyttäen kasvuvaiheen istukaspopulaatioon tavattoman suuri. Kun koko järvilohi- saaliista noin 70 % saadaan verkoilla ja niistä kaksi kolmasosaa alamittaisina, on keskeinen ongelma hyvin helposti todettu.

Istukkaiden, ja uhanalaistenkin sellaisten, runsastuminen verkkosaaliissa on onneksi alkanut joillakin kalastusalueilla näkymään jo päätöksissä. Verkkojen silmäkokoa ollaan kasvattamassa ja verkkopyynnille on annettu ajallisia ja paikallisia rajoituksia. Se, miten kattaviksi toimenpiteet kehittyvät, on vielä näkemättä, ja niillä saavutettavat tulokset antavat luonnollisesti odottaa itseään.

Kalastus vaikuttaa emokalamääriin

Kuten edellä on todettu, kalastus ainakin lähimpinä viime vuosina on kohdistunut jopa enenevässä määrin nuoriin, kasvuvaiheessa oleviin kaloihin. Sukukypsiksi kasvaa vain erittäin pieni osa istukkaista. Esimerkiksi merkityistä järvilohista saadaan sukukypsässä koossa ja iässä vain 4 merkkipalautusta 10.000 istukasta kohti. Emokalanpyyntipaikoilta Pielis- ja Lieksanjokien sualueilla saadaan emokaloja myös suunnilleen tässä samassa suhteessa istutusmääriin nähden.

Oma ja hieman erikoinen havaintonsa on järvitaimenen kudulle palaavien emomäärien aleneminen. Koiraista, lähinnä pienikokoisista varhain sukukypsyyden saavuttavista yksilöistä, ei ole puutetta, mutta naaraita saadaan nykyisin huomattavasti vähemmän kuin vaikkapa vuosikymmen sitten. Tämän on tulkittu johtuvan istutuskoon kasvamisesta. Mitä kookkaampi istukas, sitä todennäköisempi on sen päätyminen verkkoon tai muuhun pyydykseen kohta istutuksen jälkeen. Tämä koskettaa erityisesti naaraita, saalisvarmuus paranee lisääntymismahdollisuuksien kustannuksella. Koiraat puolestaan tulevat sukukypsiksi heti istutusvuotensa syksyllä ja kiirehtivät kutupaikoille heti istutuksen jälkeen.

Kun kutu- tai istutuspaikoilleen palaavat emokalamäärät jo mädinhankintaakin ajatellen ovat kovin alhaiset, ja samoilla paikoilla on monesti voimakkaita haluja järjestää viehekalastusta ja erilaisia kalastusparatiiseja, ovatkin asiat muuttumassa moni-ilmeisiksi. Joihinkin jokisuihin on haettu ja myönnettykin jatkettuja kalastusaikoja, eli viehekalastus on sallittua vielä syyskuun 10. päivän jälkeenkin. Tällöin ollaan mädinhankinnassa samoilla apajilla viehekalastajien kanssa. Toisaalta on totuuden nimessä todettava, että yleensä mädinhankintapyynteihin on suhtauduttu myönteisesti ja vesialueen omistajilta on saatu tarpeelliset luvat järjestymään.

Emokalanpyynnin tulos määrää toimintaperiaatteet

Termit efektiivinen populaatiokoko ja heterotsygotia-aste sekä alleellien määrät ovat tulleet termeinä jo jossakin määrin tutuiksi viime vuosina. Niitä myös mitataan ja niiden avulla tehdään johtopäätöksiä emokalastojen perustamisessa. Periaatteessa asiat kulminoituvat emokalastojen perustajajyksilöiden määrään. Vesiviljelyssä käyttöön otetussa laatujärjestelmässä onkin annettu varsin yksityiskohtaiset yleisohjeet menetelyistä.

Monimuotoisuuden säilyttäminen vaikeutuu sitä mukaa, mitä vähemmän luonnon emoja on käytettävissä laitosemokalastojen perustamiseen. Kun mädinhankinnassa saadaan vähintään 25 kutuparia, päästään emoparven perustamisessa kaikkein helpoimmalla. Hedelmöittämismenettelyt monimutkaistuvat perustajajyksilömäärän vähetessä ja myös parvien käyttö laitosemädin tuotannossa vaatii huolellista ennakkosuunnittelua, jotta istutuksiin kasvatettavissa poikasparvissa välittyvät vanhempien perintötekijät säilyisivät mukana ja mahdollisimman laajoina ja monipuolisina.

Viime aikaiset DNA-mikrosatelliittiteknikalla tehdyt geneettiset tutkimukset ovat osoittaneet, että eri vuosiluokkien perimän rakenteessa on eroja saman kannan sisällä. Erot ovat sitä merkityksellisempiä, mitä pienemmästä perustajajyksilömäärästä on kyse. Useiden perättäisten emoparvivuosiluokkien käyttö näyttää olevan välttämätöntä laitospoikastuotannossa ja myös pakastetun maidin käyttö on nähtävästi tarpeen joillakin kannoilla. Maitipankki ei siten ole pelkkä geenivarasto, vaan aktiivinen käyttövaranto.

Toisaalta, kun riittävän hyvin tunnetaan istukkaiden menestyminen nykyisissä kalastusoloissa ja muutenkin, voidaan säilyttämistoimenpiteissä selkeästi mitoittaa tietyn

monimuotoisuutta säilyttävän toimintatavan edellyttämät istutusmäärät. Esimerkiksi, kuten edellä todettiin, järvilohia palaa syönnösvaellukseltaan yksi emokala 2.500 istutettua vaelluspoikasta kohti. Kun emokalastojen uusiminen tehdään vuosittain tavoitteena ainakin 25 kutuparia (50 kalaa), on mädinhankintapaikoille istutettava vähintään 130.000 vaelluspoikasta. Lähivuodet näyttävät, onko kalastustapojen, lähinnä verkkokalastuksen, vähittäinen järkiintyminen järvilohen vaellusalueella parantamassa tilannetta tässä suhteessa. Nykytilanteessa yhtään Pielisjokeen ja Lieksanjokeen palaavaa järvilohia ei saisi joutua hukkaan, vaan kaikkien sukutuotteet pitää saada viljelyyn.

Varmistavia toimintatapoja tarvitaan

Useimpien uhanalaisten viljelyssä olevien kalakantojen monimuotoisuuden säilyttäminen on kovin pienestä kiinni. Perinnöllisen monimuotoisuuden kokonaisuus koostuu yhdessä kannassa enintään 6-8 emovuosisilokan sisältämistä perintötekijöistä sekä parista poikaskavatuksessa olevasta vuosiluokasta ja meressä tai järvissä vaeltelevista istutetuista vuosiluokista. Yhteen paikkaan eli tuottajalaitoksen emokaloihin keskittyvä suurin osa kannan perinnöllisistä monimuotoisuudesta. Jotta riski ei tulisi liian suureksi, on valtion laitoksilla käytössä tärkeimpien kantojen varaparviviljely. On vain pidettävä huoli siitä, että varaparvissa on mukana vähintään tyydyttävästi päätuottajalaitoksen emokalojen geenistö. Varaparviviljely onkin nähtävä yhtä suurena vakuumuutuksena kantojen säilyttämisessä kuin maitipankki, tai ainakin kalataloudellisesti toisen luonteisena. Varaparvien avulla varmistuu, että päätuottajalaitoksen ongelmatilanteissakaan ei synny pitkiä tuotanto- ja istutuskatkoksia.

Kalakantojen säilyttämisessä paras tilanne olisi, mikäli lisääntyminen luonnonmukaisesti onnistuisi edes jossakin määrin. Mikäli alkuperäiset lisääntymisalueet on menetetty, on monesti harkittu lajin tai kannan kotiuttamista uuteen elinympäristöön. Tämä lienee todellisuudessa mahdollista vain aivan luontaisen elinympäristön lähialueilla ja -olosuhteissa. Maantieteelliset olosuhte-erot johtanevat vääjäämättä erilaiseen perintötekijöiden valikoituvuuteen, ja onkin syytä vaikka kokeellisesti selvittää, onko Saimaasta peräisin oleva järvilohi kovin monta sukupolvea perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan sama kuin alkuperäinen, jos se kotiutuu, elää ja lisääntyy vaikkapa Inarin ympäristössä.

Toiminnan laajuus ja merkitys

Vesiviljelyn tulosityksikön laitoksilla oli vuoden 1998 päättyessä emokalanviljelyssä yli 50 sellaista kotimaista kalalajia ja -kanta, joiden uusiminen luonnosta on mahdollista ja välttämätöntäkin. Näistä oli luonnollisesti tuotannossa useita vuosiluokkia niin, että koko parvilukumäärä oli yli 250.

Emokalanpyynti ja mädinhankinta on toiminnan näkyvä ilmenemismuoto. Se keskittyy muutamalle syksyiselle ja keväiselle kiihkeälle viikolle, ja kun samanaikaisesti on huolehdittava laitoksilla emokalojen lypsyistä ja mädituotannosta, ei kaikista yli 50 kannasta yksinkertaisesti voida luonnonmätää hankkia joka vuosi. Asiat joudutaan priorisoimaan ja käyttämään erilaisia yhteistoimintamuotoja ja ostopalveluita. Tärkeintä on toimia kaikkein kriittisimmillä alueilla ja uhanalaisimpien kantojen parissa. Toiminnan järjestämisessä oleellista on olla selvillä tilanteesta ja siinä erinomaisena päätöksien perusteina ovat tehdyt ja työn alla olevat geneettiset kartoitukset sekä aikaisemmat työt ja taustaselvitykset.

Vesistöjemme laajuus, moni-ilmeisyys ja kalakantojen erilaiset leviämis- ja kehityshistoriat ovat johtaneet perinnöllisesti hyvin monimuotoiseen kalastoon. Kaikista erilaistuneista kannoista ei pystytä millään huolehtimaan yksin viljelyn keinoin, eikä pidäkään. Tavoitteen tulee paremminkin olla, että säilyminen voitaisiin mahdollisimman monen kannan osalta antaa luonnon itsensä huolehdittavaksi. Uusien kantojen ottaminen viljelyyn on oltava huolellisesti perusteltua, muuten kalavesien käyttäjille tulee mielikuva, että monimuotoisuus säilyy ja kestävä käyttö saadaan aikaan helpoimmin viljelyn avulla. Se on kuitenkin hyvin monimutkainen tie.

Kokemuksia Chilen kalanviljelystä

VESA MÄÄTTÄ

RKTL, Taivalkosken riistan- ja kalantutkimus, Ohtaajantie 19, 93400 Taivalkoski

Yleistä Chilestä

Chile on pitkä ja kapea valtio Andien vuorijonon ja Tyynen valtameren välissä. Sen pinta-ala on 756 945 km², pituus on 4329 km mutta keskileveys vain vajaa 200 km. Rannikon pituus on 6435 km. Maa sijoittuu leveyspiirien S17,6 ja S56-väliin ja sillä on vaatimus myös osaan Antarktista. Muotonsa perusteella Chile on ilmastollisesti kuin jättiläismäinen lämpömittari; ylhäällä pohjoisessa on kuumaa ja kuivaa, alhaalla etelässä sadetta ja jäätiköitä.

Asukkaita Chilessä on 14,6 miljoonaa, joista kolmasosa asuu pääkaupungissa Santiago de Chilessä. Maan virallinen kieli on espanja ja uskonto roomalaiskatolinen. Chilen tasavalta on demokratia, jossa on vaaleilla valittu kansanedustuslaitos ja presidentti. Suomalaisesta demokratiasta poiketen armeijan rooli yhteiskunnallisena vaikuttajana on erittäin vahva. Myös poliisien määrä ja läsnäolo katukuvassa oudokuttavat suomalaista kävijää.

Chile on vahvasti luokkayhteiskunta, jossa rikkaat ovat rikkaita ja köyhät köyhiä. Eriarvoisuus näkyy mm. asuinalueiden yleisilmeessä. Matala palkkataso näkyy palveluammateissa toimivan väen suurena määränä. Marketeissa, kahviloissa, ravintoloissa yms. on suomalaista asiakasta häkellyttävä määrä palvelusväkeä. Yhteiskunnan toimintoista suuri osa on yksityistetty. Yliopistot ovat yksityisiä, samoin osa peruskouluista. Keskiasteen opetus on huonosti järjestetty. Lukutaito on sinänsä korkea, 95 %, mutta alueellisia eroja on.

Chilen ulkomaankauppa on naapurimaihin verrattuna suurta. Vaikka maan kansantalous on paljon Argentiinaa pienempi, on sen ulkomaankauppa kooltaan samaa tasoa. Maahan on helppo tuoda, koska tuonnin rajoituksia ei juuri ole. Yleinen tulli on 11 % ja sen odotetaan laskevan v. 2002 kuuteen prosenttiin. Liikevaihtovero on 18 %. Suomen ulkomaankauppaliiton käyttämän korruptioindeksin mukaan Chilen korruptio ei ole latinalais-amerikkalaisena maana paha, asteikolla 0-10 Chilen luku on 6,1 kun se Suomessa on 9,1 (Nigeriassa 0,7).

Teollisuus on lähinnä perusteollisuutta. Varsinaisia high-tech-tuotteita ei juuri ole. Suurin vientitavara on kupari. Myös maataloussektorin tuotteita viedään paljon, tärkeimpinä kala, viinit ja hedelmät. Pitkänä rannikkovaltiona Chile on merkittävä kalastusmaa. Erinomaisten luonnonolosuhteiden ansiosta maasta on lyhyessä ajassa kehittyneet maailman toiseksi suurin lohikalajien tuottaja.

Kirjoittajalla oli tilaisuus tutustua Chilen kalanviljelyyn joulukuun 1998 alussa. Matkaan sisältyivät Santiago de Chilessä pidetty kalanviljely- ja kalastusnäyttely sekä laitospöytäkirjat maan kalanviljelyalueella. Seuraavassa on muistiinpanoja, havaintoja ja omia mielipiteitä Chilen kalanviljelystä.

Expopesca-98

Expopesca-98-messut järjestettiin Santiagossa nyt kolmannen kerran. Näyttelyä mainostetaan latinalaisen amerikan suurimmaksi alan tapahtumaksi. Edellisestä kerrasta tapahtuma oli kuitenkin selvästi pienentynyt. Syyksi arveltiin alan tilapäistä, Aasian kriisistä johtuvaa lamaa ja sen vaikutusta yritysten investointihalukkuuteen. Näytteilleasettajia oli kuitenkin verraten runsaasti myös Euroopasta ja Pohjois-Amerikasta, joko yritykset suoraan tai chileläisen agentin/jälleenmyyjän välityksellä.

Viljelypuolella oli esillä mm. ruokintalaitteita, ruokinnan ohjausjärjestelmiä, kalalaskureita, hapettimia, lajittelulaitteita, mikrosiivilöitä, UV-laitteita, verkkokassivarusteita, valoja, valvontalaitteita, kiertovesijärjestelmiä, prosessin hallinta- ja valvontajärjestelmiä sekä laitos- ja tuotantosuunnittelua. Mädinmyyjiä oli esillä useita, joukossa laitemyynnin ohella suomalainen Arvo-Tec Oy. Norjalaisten rodunjalostusfirma NLA:lla oli oma osasto, jossa kerrottiin norjalaisen lohien valintajalostuksen saavutuksista. Amerikkalainen suuri kirjolohien mädintuottaja Troutledge kertoi aloittaneensa oman mädintuotannon Chilessä. Yritys mainosti ottaneensa tuotevalikoimaansa myös nieriän mädin, jota myydään kauppanimellä Yokon Gold. Troutledge ei kuitenkaan itse tuota nieriän mätiä, vaan toimii pienemmän tuottajan jakelukanavana. Amerikkalainen Aqua Bounty Farms esitteli transgeenistä kirjolohta, joka yrityksen mukaan on valmis tuotantoon. Vaikka siirtogeenituotteilla ei vielä olekaan viranomaisten myyntilupaa monessa paikassa eikä kuluttajienkaan hyväksynnästä vielä ole tietoa, tuntuu yritys itse uskovan vankasti menestykseen. Islantilainen Stofnfiskur mainosti lohennätiään chileläisen kumppaninsa Patagonian välityksellä. Myös yksi kanadalainen lohennädin tuottaja oli Kanadan yhteisosaston kautta esillä.

Laittevalmistajien lisäksi toimintaansa esitteli joukko chileläisiä viranomaisia, laitoksia ja yhteisöjä, mm. kalankasvattajien yhdistys. Esillä oli myös alan julkaisuja kuten Fundacion Chilen julkaisema Aqua noticias ja brittiläinen Fish Farming International. Messujen seminaariohjelma oli valitettavasti pääosin espanjankielistä. Kuuntelin Aqua Bountyn seminaarin koskien transgeenistä kirjolohta. Ko. seminaarin anti oli lähinnä yrityksen brosyyreiden sanoman toistoa.

Yleistä Chilen kalanviljelystä

Hallinnollisesti Chile on jaettu kahteentoista alueeseen (Regions 1-12) alkaen pohjoisesta. Chilen kalanviljelytuotanto sijaitsee pääosin alueella 10, Puerto Monttin kaupungin ja Chiloen saaren läheisyydessä, maantieteellisesti verrattain pienellä alueella. Kalankasvatukseen sopivaa rikkonaista ja suojaisaa rannikkoa Chilellä on 1700 km, mutta puutteellinen infrastruktuuri ja harva asutus etelään päin mentäessä on toistaiseksi rajoittanut kalanviljelyn laajentumista. Etelässä on kuitenkin runsaasti tilaa, hyvät luonnonolosuhteet ja toistaiseksi kalataudeista vapaat vedet, joten viljely tulee jatkossa laajenemaan sinne.

Chilen kalanviljelytuotanto on kasvanut ilmiömäistä vauhtia. 1980-luvun alussa maassa ei kasvatettu vielä yhtään lohikalaa, vuonna 1998 tuotanto on n. 200 milj. kg. Chile on toiseksi suurin lohikalajien tuottaja Norjan jälkeen. Eniten tuotetaan atlantinlohta, n. 40 % kokonaismäärästä. Kirjolohta ja cohoa (*Oncorhynchus kisutsch*) tuotetaan suunnilleen yhtä paljon kumpaakin. Päämarkkinat ovat USA ja Japani. Kasvava markkina-alue ovat muut latinalaisen amerikan maat, erityisesti Brasilia ja Argentiina. Elinkeino on ollut parin vuoden ajan jonkinasteisessa kriisissä johtuen Aasian taloudellisesta ahdingosta ja dumping-syytöksistä USA:n markkinoilla. Epävarma tilanne on heijastunut kannattavuuden laskuna ja investointien varovaisuutena.

Chileläiset kalanviljely-yritykset ovat erittäin suuria. Kolme suurinta (Mares Australes, Marine Harvest, Salmenes Unimark) tuottaa kukin yksinään teuraskalaa Suomen vuosittaisen tuotannon verran. Yksittäisellä yrityksellä on lukuisia kassikasvatuspaikkoja ja poikaslaitoksia. Yritykset myös omistavat usein yhdessä poikaslaitoksia. Viljelyyn tarvittava mätä tuotetaan osaksi itse ja osaksi tuodaan ulkomailta. Suurimpia tuontimaita ovat USA ja Skotlanti. Mainittakoon, että RKTL:n Taivalkosken yksikkö toimitti Chileen lohen mätää sikäläisen kalankasvatuksen käynnistyessä 1980-luvun puolivälissä. Nyt maassa on tavoitteeksi asetettu mahdollisimman suuri omavaraisuus viljelymädin suhteen ja tuonti tulee vähenemään. Viljelyn monipuolistaminen nähdään tärkeäksi. Potentiaalisimpia uusia viljelylajeja ovat kampela ja kummeliturkska sekä jotkut nilviäiset. Kalataudit ovat tulleet Chilenkin kalankasvatuksen vitsaukseksi. Pahimpia tauteja ovat BKD ja IPN. ISA:n epäillään myös jo tulleen. Koska kasvatettavat lajit eivät ole Chilessä endeemisiä, kalataudit ovat tulleet tuontimädin mukana. Varsinaisten tautien lisäksi kalatäit ovat ongelmana kaikkein kuormitetuimmilla kasvatusalueilla.

Kalanviljelyn hallinto ja säätely

Yleinen laki kalastuksesta ja kalanviljelystä vuodelta 1991 säätelee elinkeinon kasvua ja sijoittumista. Osa lain säännöksistä on voimassa ja osa vielä kehitteillä. Lain perusteella viranomaiset myöntävät toimilupia, pitävät viljelyrekisteriä, säätelevät laitojen määrää ja kokoa, asettavat vaatimuksia tuontimädin tautivapaudelle ja hyväksyvät uusien lajien maahantuonnin. Kalatalousviranomaisena toimii talousministeriö (Ministry of Economy), jonka alla kalastusosasto (Division of Fisheries) ja tämän alla osasto nimeltään SERNAP (Servision nacional de pesca), joka hoitaa käytännön viranomaistyöt.

Tutkimus

RKTL:n tapaista julkisvaroin toimivaa mädintuottaja- ja tutkijaorganisaatiota Chilessä ei ole. Kalavaroja tutkii ja niistä tilastoja laatii organisaatio nimeltään IFOP (Instituto de fomento pesquero). Uusien menetelmien ja lajien tutkimus ja kehittäminen tapahtuu joko yritysten omana työnä tai yhteistyönä säätiöpohjaisen organisaation, Fundacion Chilen kanssa. Fundacion Chile kehittää mm. uusien lajien, kuten kampelan, turskan ja abalonen viljelymenetelmiä.

Tuottajayhdistykset

Kalankasvattajien yhteistyöjärjestönä on Asociacion de productores de salmon y trucha de Chile eli Chilen lohen- ja taimenen tuottajien yhdistys. Kuuluminen järjestöön on vapaaehtoista eivätkä kaikki tuottajat siihen kuulu. Yhdistys kattaa kuitenkin n. 80 % tuotannosta. Yhdistys valvoo elinkeinon etuja ja tekee menekinedistämistyötä. Viime aikojen tärkein, vaikein ja kallein työ on ollut kamppailu USA:n kalanviljelijöiden dumpaussyytteiden kumoamiseksi.

Chilen ostereiden ja simpukoiden viljelijöillä on oma yhdistyksensä.

Tuotantolaitoksista

Hautomot ja poikaslaitokset

Poikastuotanto sijaitsee maantieteellisesti lähellä jatkokasvatuspaikkoja nk. Chilen järviolueella ja Chiloen saarella. Poikastuotanto poikkeaa meikäläisestä siten, että alkukasvatus 2-3 gramman kokoon tapahtuu altaissa ja smolttikasvatus pääosin järvissä verkkokasseissa.

Emokalat ovat tavallisesti merikasseissa, joista ne kuljetetaan laitoksille lypsettäviksi. Menetelmällä on niin hyvät kuin huonot puolensa. Etuna voidaan pitää emojen valikoitumista nimenomaan niihin olosuhteisiin, jossa teuraskalakasvatus tapahtuu. Haittapuolella on tautien siirtyminen emokalojen mukana hautomoihin ja poikaslaitoksiin.

Poikaslaitosten viljelytekniikassa ei ole meille mitään varsinaisesti uutta. Altaat ja kaukalot ovat samantyyppisiä kuin meilläkin. Roudan puuttuessa altaat ja putkistot voidaan perustaa kevyesti. Haudonnassa käytetään paljon yksilöhaudontaa, jolla pyritään katkaisemaan tautien siirtyminen emoista poikasiin. Poikasten ruskuaispussi-vaiheessa käytetään yleisesti substraattina kaukalon tai altaan pohjalle aseteltuja pieniä kiviä. Kun ruokinta aloitetaan, kivet poistetaan. Ruokinta tapahtuu toistaiseksi enimmäkseen käsiruokintana, mutta automatisointi tulee vääjäämättä kasvavien kustannuspaineiden myötä.

Veden lämpötilat vaihtelevat vesityslähteen mukaan. Laitoksella voi olla käytettävissä lähde-, joki- ja järvivettä. Käyttämällä kulloiseenkin kasvuvaiheeseen sopivinta vettä voidaan luoda poikasten kasvuun optimaaliset olosuhteet. Erityisen sopivia smolttikasvatukseen ovat alueen suuret järvet, joissa veden lämpötila vaihtelee talven 12 asteesta kesän 18 asteeseen. Ottamalla kasvatukseen eri aikoina tuotettua mätiä, jaksotamalla valaistusta ja käyttämällä lämpötilaltaan erilaisia vesityslähteitä, voidaan tuottaa smoltteja istutettavaksi mereen vuoden eri aikoina. Tämä mahdollistaa myös lopputuotteiden tasaisen markkinoilletulon.

Jatkokasvatuslaitokset

Varsinainen teuraskalakasvatus tapahtuu verkkokasseissa meressä. Tyypillinen kasvatusyksikkö tuottaa n. 1-1,5 miljoonaa kiloa/vuosi. Tämän kokoista tuotantoyksikköä pidetään sopivimpana hoidon ja hallittavuuden puolesta. Isoilla yrityksillä on lukuisia tämän kokoisia kasvatuspaikkoja. Kassitekniikassa ei ole mitään erityistä. Kehitys näyttää kulkevan 15*15*15 metrisistä standardikasseista kohti Polarcirkele-tyyppisiä pyöreitä, muovikehikollisia kasseja. Ruokinta on vielä pääosin käsiruokintaa. Rehut ovat samantyyppisiä kuin meilläkin. Extrudoitujen rehujen lisäksi käytetään jonkin verran pelletoituja rehuja. Tämä siitä syystä, että japanilaiset uskovat oikean värin tulevan pelletoidun rehun käytöllä!

Perkaamot ja jatkokäsittelylaitokset

Kasvatus ja perkaamot sijaitsevat tavallisesti eri paikoissa. Kasseilla kalat tainnutaan ja verestetään. Sen jälkeen ne kuljetetaan jäätettyinä konteissa perkaamoihin. Perkaamot ovat suuria, esim. Salmones Unimarkin laitoksessa, jossa kävimme, oli yhteensä 600 työntekijää kolmessa vuorossa. Laitoksen kapasiteetti on 150 000 kiloa vuorokaudessa. Kala perataan ja sen jälkeen toimitetaan markkinoille kokonaisuutena tai

fileoituna, joko tuoreena, pakastettuna tai suolattuna. Laitosten hygienia on kaikilta osin huippuluokkaa.

Valintajalostus

Chilessä on meneillään ainakin neljä valintajalostusohjelmaa. Valinnan kohteena ovat atlantinlohi ja coho, näistä ensimmäinen tärkeämpänä. Ohjelmat ovat yksityisten yritysten toteuttamia, mitään RKTL:n tapaista yhteistä hyvää tuottavaa instanssia ei ole. Näkemissäni laitoksissa oli 160 allasta/perhettä samanaikaisessa valinnassa. Lohella jatketaan jo aiemmin Norjassa ja Skotlannissa jalostettujen kantojen valintaa. Kasvuominaisuudet ovat jo niin paljon vilttejä kantoja parempia, ettei jalostamattomalla mädillä ole enää mahdollisuuksia teuraskalakasvatuksessa.

Mädin tuotanto ja -tuonti

Tuotannon nopeasti laajetessa Chile oli lähes täysin riippuvainen mädin tuonnista ulkomailta. Viime aikoina tuontimädin osuus on laskenut ja kotimaisen tuotannon nousut. Maahan tuodaan kuitenkin edelleen huomattava määrä mätiiä.

Taulukko 1. Mädin tuonti v. 1997 lajeittain ja tuontimaittain.

Laji	Tuontimaa	Määrä kpl
Atlantin lohi	Skotlanti	25 536 000
	Englanti	1 020 000
	Irlanti	19 680 100
	Islanti	4 530 000
	Norja	4 175 000
	USA	1 105 000
lohi yhteensä		56 046 100
Coho (<i>Oncorhynchus kisutsch</i>)	USA	1 962 700
King (<i>O. tshawytscha</i>)	USA	462 000
Kirjolohi	Tanska	18 828 500
	Suomi	700 000
	Englanti	200 000
	Irlanti	1 605 000
	Islanti	1 233 000
	Norja	3 100 000
	Sveitsi	4 200 000
USA	24 463 500	
kirjolohi yhteensä		54 419 000
mädin tuonti yhteensä v. 1997 kpl		112 889 800

(lähde Aqua noticas 41/98)

Mädin tuonti ulkomailta tulee asteittain pieneneväksi ja kotimainen tuotanto kasvaamaan. Syynä on oman tuotannon suosiminen ja kalatautiriskit, joiden suhteen tosin ollaan pahasti jälkijunassa. Suuret amerikkalaiset, norjalaiset ja skotlantilaiset mädin tuottajat ovat varautuneet kiristyvään tuontiin perustamalla Chileen omia tuotantolai-

toksiaan tai yhteisyrityksiä. Koska elinkeino pyrkii tasaiseen perkaukseen ympäri vuoden, on out-of-season- mädin tuonnille kuitenkin edelleen sijansa.

Mädin tuontihinnat on haluttaessa mahdollisuus selvittää Chilen tullitilastojen avulla. Tilastot ovat julkisia ja esim. Suomen ulkomaankauppaliiton Chilen edustusto voi haluttaessa selvittää tuontimäärät, -paikat ja -hinnat. Kirjoloihen mädin hinta Santiagoon toimitettuna on noin 0,30 mk/kpl. Lohen mädin hinta on kirjolohta korkeampi, kanadalainen firma tarjosi esitteessään lohen mätiä hintaan USD 100/1000 CIF, joka on n. 0,50 mk/kpl.

Uudet lajit

Kuten kaikkialla, niin myös Chilessä pyritään monipuolistamaan viljelyä ja löytämään uusia, potentiaaliset markkinat omaavia kasvatustilajeja. Koetoiminnassa ollaan pisinmällä kampelan ja kummeliturskan kasvatuksessa. Siian, joka meillä on potentiaalinen viljelylaji, ongelmana Chilessä on sen tuntemattomuus. Kala kyllä kiinnosti, mutta sen markkinat on ensin selvitettävä ja tuotannon edellytykset ratkaistava. Onnistuakseen siian lanseeraus Chileen vaatisi yhteistyötä jonkun asiasta kiinnostuneen yrityksen kanssa. Hankkeeseen voisi liittyä myös tarvittavan ruokinta- ym. teknologian vienti ja tällaiselle projektille olisi hyvät mahdollisuudet löytää julkista rahoitusta esim. EU:lta.

Yhteenveto

Luonnonolosuhteiltaan Chile on loistava paikka kasvattaa lohikaloja. Myös kustannustaso on toistaiseksi edullinen. Chilen nykyinen, n. 200 miljoonan kilon tuotanto on kehittynyt runsaassa vuosikymmenessä. Tuotannon kasvulle on rajana vain markkina- ja kilpailutilanne. Päämarkkinat ovat Japanissa ja USA:ssa. Kasvava markkina-alue on muu Etelä-Amerikka. Pääkilpailija on Norja. Tuotevalikoimaa pyritään laajentamaan ja tuotantoa levittämään uusille alueille etelään päin.

Poikastuotannon suhteen maa on omavarainen. Poikaslaitokset ovat osin vanhanaikaisia ja kuluneita. Hoito ja ruokinta ovat työvoimavaltaisia. Teknologian, erityisesti ruokintateknologian viennille on mahdollisuuksia. Teuraskalakasvatus on tavanomaista verkkoallaskasvatusta, ruokinta tapahtuu pääasiassa käsin. Kalataudit, erityisesti BKD ja IPN, todennäköisesti myös ISA ovat ongelmana. Kaikkein kuormiteuimmilla alueilla riesana ovat kalatäit.

Teurastus- ja jatkokäsittelylaitokset ovat hyvin suuria ja niiden hygienian taso on huippuluokkaa.

Mätihuollossa tavoitteena on mahdollisimman suuri omavaraisuus. Tuontimädin osuus ei lyhyellä aikavälillä kuitenkaan lopu. Suomen yleisesti ottaen hyvä kalatautilanne tarjoaa mahdollisuuksia mädin vientiin. Realistisin vientiartikkelimme on jalostettu kirjoloihen mäti, mahdollisesti myös kokonaiset jalostusohjelmat ja siihen liittyvä osaaminen. Suomen luonnonkannoista peräisin olevalla lohenmädillä ei ole Chilessä markkinoita. Kirjoloihen mädillä on pärjätäkseen oltava ominaisuuksia, joita kasvattajat haluavat. Näitä ovat nopea kasvu, myöhäinen sukukypsyys, hyvä muoto, kirkas iho ja hyvä lihan väri. Lisäksi mätiä on pystyttävä tuottamaan Chilen tuotantokauden ulkopuolella.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOKSEN XXIII VESIVILJELYPÄIVÄT

Hotelli Riekonlinna, Saariselkä Inari 2.2.1999

VESIVILJELY JA KALAKANTOJEN MONIMUOTOISUUDEN MERKITYS ISTUTUSHOIDOSSA

Maanantai 1.2.1999

18.00-20.00 Ilmoittautuminen
20.00-22.00 Inarin kunnan vastaanotto

Tiistai 2.2.1999

08.00-09.00 Ilmoittautuminen
09.00-09.05 Vesiviljelypäivien avaus Kare Turtiainen RKTL
09.05-09.20 Kalatalousviranomaisen tervehdys Pentti Munne, MMM/KRO
09.20-09.40 Monimuotoisuus viljelytoiminnan haasteena Kai Westman RKTL

Vesiviljely ja kalakantojen monimuotoisuus

09.40-10.00 MikrosatelliittiDNA tutkimustekniikkana (diaesitys) Teija Aho HY
10.00-10.20 Arctic charr - something to preserve Craig Primmer HY
10.20-10.40 Itämeren lohien monimuotoisuus Marja-Liisa Koljonen RKTL

10.40-11.00 Kahvi

11.00-11.20 Miten Kuusamon taimenkantoja tulisi hoitaa Jouni Aspi OY
11.20-11.40 Geneettisen tiedon käyttö valtion kalanviljelyssä Jorma Piironen RKTL
11.40-12.00 Keskustelu

12.00-13.30 Lounas

Monimuotoisuus, istutushoito ja kestävä käyttö

13.30-13.50 Istukkaan laatu- MMM:n laatutyöryhmän näkemys Perttu Koski EELA
13.50-14.10 Inarijärven sopentava velvoitehoito Petri Heinimaa RKTL
14.10-14.30 Hävinneiden kalakantojen palauttaminen Lapissa Olli Tuunainen Lapin TE-
keskus

14.30-15.00 Kahvi

15.00-15.20 Kalavesien istutushoito vesienomistajan kannalta Martti Pura KKL
15.20-15.40 Onkilammikoista kalavesien kestävään käyttöön Olavi Joensuu MH
15.40-16.00 Istutusten, kalastuksen ja emokalapyynnin yhteensovitus Markku Pursiainen RKTL
16.00-16.30 Yleiskeskustelu ja tilaisuuden päätös

Keskiviikko 3.2.1999

Kaiken takana on laatu - laatujärjestelmään siirtyminen

08.00-08.30	Kokemuksia Chilen kalanviljelystä	Vesa Määttä
08.30-09.00	RKTL:n uusi tietojärjestelmä	Matti Kaisla
09.00-09.20	Laatujärjestelmään siirtymisen tavoitteet	Kai Westman
09.20-10.00	Kokemukset laatujärjestelmästä Rehuraisiossa	Erik Norrgård
10.00-10.30	Kahvi	
10.30-10.50	Laatupolitiikka, organisaatio ja johtaminen	Pentti Pasanen
10.50-11.10	Ydintoiminnot ja laatu	Markku Pursiainen
11.10-11.30	Tukitoiminnot ja laatu	Jarmo Louhimo
11.30-11.50	Laadunvarmistustoiminnot	Otso Järvisalo
11.50-12.30	Keskustelu	

XXIII VESIVILJELYPÄIVIEN OSALLISTUJAT

Aho, Teija	Helsingin yliopisto
Ankkuriniemi, Matti	RKTL, Torniojoki
Anttonen, Eero	RKTL, Laukaa
Anttonen, Esko	RKTL, Laukaa
Arkko, Pasi	RKTL, Saimaa
Arttijeff-Kuosmanen, Leena	RKTL, Sarmijärvi
Aspi, Jouni	Oulun yliopisto
Clayhills, Tom	Suomen kalatalous ja ympäristöinstituutti
Eskelinen, Unto	RKTL, Laukaa
Gavrilov, Markku	RKTL, Saimaa
Guttorm, Marja	RKTL, Inari
Haantie, Jari	RKTL, Teno
Haataja, Raini	RKTL, Inari
Hannola, Pekka	Inarin kunta/kalatalousprojekti
Heinimaa, Petri	RKTL, Inari
Heinimaa, Sirkka	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
Heinonen, Eero	RKTL, Inari
Honkasalo, Liisa	RKTL, Helsinki
Huttula, Erkki	Lapin ympäristökeskus
Hyvönen, Markku	RKTL, Kainuu
Härkönen, Anssi	RKTL, Kainuu
Iivari, Hanna	RKTL, Inari
Iivari, Juha	RKTL, Torniojoki
Joensuu, Olavi	Metsähallitus
Jomppanen, Hans N.	Inarin kunta/kalatalousprojekti
Juntunen, Esa-Pekka	RKTL, Lautiosaari
Juola, Markku	Voimalohi Oy
Jäppinen, Raimo	RKTL, Laukaa
Järvisalo, Otso	RKTL, Tervo
Kaisla, Matti	RKTL, Helsinki
Kannel, Risto	RKTL, Kainuu
Karjalainen, Matti	RKTL, Taivalkoski
Karjalainen, Timo	RKTL, Taivalkoski
Kilpinen, Kari	Kalatalouden keskusliitto
Kirjarinta, Mikko	Inarin kunta/kalatalousprojekti
Koivisto, Kare	Lapin työvoima- ja elinkeinokeskus
Kolari, Irma	RKTL, Saimaa
Koljonen, Marja-Liisa	RKTL, Helsinki
Korvonen, Pasi	Suomen kalatalous ja ympäristöinstituutti
Koski, Perttu	Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos
Koskiniemi, Jarmo	RKTL, Helsinki
Kuitunen, Rauno	RKTL, Laukaa
Kummu, Pekka	RKTL, Helsinki
Kuusela, Jorma	RKTL, Teno
Kylmäaho, Matti	RKTL, Teno
Kärki, Pirkko	RKTL, Teno
Laaksonen, Tapio	RKTL, Kainuu
Leftijeff, Timo	Suomen Metsästäjä- ja Kalastajaliitto
Lerche, Olle	Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti
Leskinen, Jari	Lapin työvoima- ja elinkeinokeskus
Liedes, Risto	Voimalohi Oy
Liikamaa, Veijo	RKTL, Torniojoki

Louhimo, Jarmo
Loukusa, Erkki
Lovikka, Tapio
Luhta, Pirkko-Liisa
Lumme, Jaakko
Länsman, Maija
Löytynoja, Ari
Makkonen, Jarmo
Manni, Kimmo
Manninen, Kati
Merivirta, Marjo
Munne, Pentti
Mustonen, Juha
Mustonen, Seppo
Mustonen, Sisko
Mutenia, Ahti
Mänty, Heino
Määttä, Raimo
Määttä, Rainer
Määttä, Vesa
Nenonen Olli
Nevala, Olli-Pekka
Norrdahl, Olli
Norrgård, Erik
Ollila, Jorma
Paananen, Tuija
Partala, Kati
Partanen, Paavo
Parviainen, Raimo
Pasanen, Pentti
Penttilä, Helena
Peukkuri, Nina
Piironen, Jorma
Primmer, Craig
Pukkila, Heimo
Pulkinen, Kari
Pura, Martti
Pursiainen, Markku
Pylväs, Mika
Rahkonen, Riitta
Rannikko, Leena
Riihimäki, Jari
Rissanen, Ilkka
Romunen, Sirkku
Rytilahti, Juhani
Saari, Reijo
Sahavirta, Helena
Salminen, Matti
Salonen, Erno
Sarajärvi, Kari
Savikko, Ari
Savolainen, Marja
Seppänen, Markku
Siivikko, Lauri
Sikanen, Asko-Pekka

RKTL, Laukaa
RKTL, Taivalkoski
Voimalohi Oy
Metsähallitus
Oulun yliopisto
RKTL, Teno
Oulun yliopisto
RKTL, Saimaa
RKTL, Saimaa
RKTL, Helsinki
RKTL, Helsinki
Maa- ja metsätalousministeriö
RKTL, Kuusamo
RKTL, Kuusamo
RKTL, Kuusamo
RKTL, Inari
Ounasjoen kalastusalue
RKTL, Kuusamo
RKTL, Muonio
RKTL, Taivalkoski
Kemijoki Oy
RKTL, Muonio
RKTL, Rymättylä
Rehuraasio Oy
RKTL, Teno
RKTL, Tervo
RKTL, Helsinki
Muonionjoen kalastusalue
RKTL, Sarmijärvi
RKTL, Taivalkoski
Oulun yliopisto
Helsingin yliopisto
RKTL, Saimaa
Helsingin yliopisto
RKTL, Inari
RKTL, Torniojoki
Sodankylän kunta
RKTL, Saimaa
Voimalohi Oy
RKTL, Helsinki
Varsinais-Suomen työvoima- ja elinkeinokeskus
RKTL, Rymättylä
RKTL, Tervo
RKTL, Saimaa
RKTL, Lautiosaari
Kemijoki Oy
Kaleva
RKTL, Helsinki
RKTL, Inari
Metsähallitus
RKTL, Torniojoki
Imatran Voima
Metsähallitus
Inarin kunta/kalatalousprojekti
Savonlinnan ammatti-instituutti

Simola, Hilikka
Soivio, Antti
Suuronen, Petri
Säkkinen, Erkki
Särkijärvi, Esko
Söderholm-Tana, Lena
Toivonen, Aarne
Tuisku, Tuomo
Tuunainen, Olli
Vaajala, Markku
Vallin, Marja
Westman, Kai
Virkkunen, Asko
Vittaniemi, Juha
Vääräniemi Pekka
Ylimaunu, Juha

RKTL, Taivalkoski
RKTL, Helsinki
RKTL, Helsinki
RKTL, Taivalkoski
RKTL, Muonio
RKTL, Helsinki
RKTL, Kainuu
Savonlinnan ammatti-instituutti
Lapin työvoima- ja elinkeinokeskus
RKTL, Rymättylä
RKTL, Sarmijärvi
RKTL, Helsinki
RKTL, Taivalkoski
Länsi-Lapin ammattioppilaitos
Pekka Vääräniemi Oy
Lapin ympäristökeskus