

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 217

Hilkka Simola (toim.)

Veden satoa 2001

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen
XXV vesiviljelypäivät

Helsinki 2001

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisu-aika

Maaliskuu 2001

Tekijä(t)

Hilkka Simola (toim.)

*Julkaisun nimi***VEDEN SATOA 2001
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen XXV vesiviljelypäivät**

*Julkasun laji**Toimeksiantaja**Toimeksiantopäivämäärä*

Vesiviljelyn tulosityksikkö

Projektin nimi ja numero

Tiivistelmä

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, vesiviljely, järjesti Kemin kaupungin kulttuurikeskuksessa 20.-21.3.2001 XXV vesiviljelypäivät. Vastuullisena järjestäjänä toimi Taivalkosken kalantutkimus ja vesiviljely. Päiville osallistui 157 henkilöä, esitelmiä ja valmisteltuja puheenvuoroja pidettiin 21 kpl sisäinen koulutus mukaan lukien. Näistä on tässä julkaisussa mukana 17 kpl.

Tilaisuuden yleisen osan teemana oli luonnonravintopoikasten tuotanto ja istutustulokset. Ohjelma jakautui avauksen jälkeen neljään aiheeseen: 1) Luonnonravintolammikko tuotantoympäristönä, 2) Viljelymateriaalin alkuperä, 3) Vaihtoehtoiset menettelytavat ja lajit ja 4) Luonnonravintopoikasten laatu ja istutustulokset. Kustakin aiheesta pidettiin 3-6 alustusta.

Sisäisen koulutuksen aiheina olivat vesiviljelyn uudistettu strategia, taimen- ja harjusemokalastojen monimuotoisuus ja tuotehinnaston soveltaminen. Pidetyistä esitelmistä vain ensimmäinen julkaistaan tässä yhteydessä.

Asiasanat

Luonnonravintoviljely, luonnonravintopoikaset, mikrosatelliittimenetelmät, monimuotoisuus, istutustulokset

Sarjan nimi ja numero

Kala- ja riistaraportteja 217

ISBN

951-776-321-2

ISSN

1238-3325

Sivumäärä

s. 109

Kieli

Suomi

*Hinta**Luottamuksellisuus*

Julkinen

*Jakelu*Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Vesiviljelyn tulosityksikkö
PL 6
00721 Helsinki
Puh. 02057511 Faksi 0205751201*Kustantaja*Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 6
00721 Helsinki
Puh. 02057511 Faksi 0205 751 201

Sisällys

VESIVILJELYN STRATEGIA JA YMPÄRISTÖANALYYSI.....	1
Kai Westman, Unto Eskelinen, Petri Heinimaa, Otso Järvisalo, Pekka Kumm, Pentti Pasanen ja Markku Pursiainen	
TUOTANTOMÄÄRÄT JA NIIDEN VAIHTELUIDEN SYISTÄ RKTL:N INARIN LAMMIKOILLA.....	12
Petri Heinimaa	
LUONNONRAVINTOLAMMIKOIDEN TUOTANNON SÄÄTELY	25
Tapio Lovikka	
LUONNONRAVINTOVILJELYN VAIKUTUKSET ALAPUOLISEEN VESISTÖÖN.....	29
Petri Heinimaa	
VIRANOMAISEN NÄKÖKULMA LUONNONRAVINTOVILJELYN KUORMITUKSEEN	33
Urpo Myllymaa	
MÄDINTUOTANNON RISKIT	38
Pentti Pasanen	
VAELLUSSIIAN LAITOS- JA LUONNONMÄDISTÄ PERÄISIN OLEVIEN POIKASTEN VERTAILU LUONNONRAVINTOVILJELYSSÄ	43
Kari Nyberg	
SIKAKANTOJEN GENEETTISEN MONIMUOTOISUUDEN SELVITYS MIKROSATELLIITTIMENETELMÄLLÄ	51
Teija Aho	
”VASTAKUORIUTUNEIDEN POIKASTEN KÄYTTÖKOKEMUKSET KESKIPOHJANMAAN RANNIKOLLA”/ LYHENNELMÄ	64
Jukka Pirttijärvi	
KESÄNVANHOJEN JA VASTAKUORIUTUNEIDEN SIIANPOIKASTEN KÄYTTÖKOKEMUKSET OULUJOKISUUSSA	67
Kari Hanski	
KESÄNVANHAN KUHANPOIKASEN KOON VAIKUTUS ISTUTUSTULOKSEEN.....	69
Jukka Ruuhijärvi, Pekka Hyvärinen, Tauno Nurmio, Matti Salminen, Tapio Sutela ja Sami Vesala	
LUONNONRAVINTOSIIAN RAVITSEMUSTILAN MUUTOKSET VILJELYN ERI VAIHEISSA.....	74
Marja Pasternack	
LUONNONRAVINTOPOIKASTEN MERKITYS POHJOIS-SUOMEN SÄÄNNÖSTELTYJEN JÄRVIALTAIDEN KALAKANTOJEN HOIDOSSA.....	79
Erno Salonen ja Ahti Mutenia	

LUONNONRAVINTOPOIKASISTUTUSTEN TULOKSIA KEMI- JA IJOILLA SEKÄ PERÄMERELLÄ	93
Erkki Huttula	
LUONNONRAVINTOSIIKOJEN VAELLUKSET JA KALASTUS POHJANLAHDELLA	102
Erkki Jokikokko	
LUONNONRAVINTOSIIIAN KOON VAIKUTUS ISTUTUSTULOKSEEN	104
Outi Heikinheimo	
LUONNONRAVINTOISTUKASLAADUN TAVOITTEET	108
Olli Tuunainen	

Vesiviljelyn strategia ja ympäristöanalyysi

Kai Westman, Unto Eskelinen, Petri Heinimaa, Otso Järvisalo, Pekka Kummu, Pentti Pasanen ja Markku Pursiainen
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Vesiviljely

Vesiviljelyn tulosityksikön tavoitteita, toimintaa, tuotantotavoitteita ja organisaatiota on tarkasteltu viimeksi XVIII vesiviljelypäivillä Jyväskylässä vuonna 1994 (Westman 1994) ja strategiaa XIX päivillä Torniossa vuonna 1995 (Westman 1995). Näiden päivien jälkeen on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa suoritettu kansainvälinen arviointi vuonna 1998, joka osaltaan käynnisti varsin perusteellisen laitoksen ja tulosityksiköiden strategioiden uudistamishankkeen. Vesiviljelyn tulosityksikön strategia on prosessin aikana kehittynyt ja konkretisoitunut. Lähtökohtana on ollut erillinen ympäristöanalyysi, jossa on kartoitettu mm. toimintaympäristöä, vesiviljelyn yhteiskunnallista ja taloudellista kehitystä, vesiviljelytuotteiden ja asiantuntemuksen kysyntää, kilpailu- ja markkinatilannetta, toimintasektorin odotuksia ja tarpeita sekä tehty oman toiminnan analyysi. Strategian tavoitteiden ja painotusten ymmärtämiseksi on tämän kirjoituksen lopussa esitetty pääkohdat ympäristöanalyysistä. Tekeillä on yksityiskohtainen suunnitelma strategian toteuttamisen edellyttämistä toimenpiteistä.

Strategia 2005

Toiminta-ajatus

Viljelyn ja asiantuntemuksen avulla ylläpidetään alkuperäisiä kalakantoja ja niiden monimuotoisuutta, parannetaan kalastusmahdollisuuksia ja edistetään kalanviljelyelinkeinoa.

Visio

Arvostettu vesiviljelyn asiantuntija ja korkealaatuisten viljelyhyödykkeiden tuottaja.

Tehtävät

- Ylläpitää alkuperäisiä, uhanalaisia kalalajeja ja -kantoja ja niiden perinnöllistä monimuotoisuutta viljelyllä (elävät geenipankit), istutuksin ja maitipankin avulla
- Tuottaa alkuperältään ja viljelytaustaltaan tunnettua kalojen ja rapujen mätiä ja poikasia kalakantojen säilyttämistä, tutkimusta, valtion velvoitteita sekä yksityisen istutuspoikasten kysynnän tarpeita varten
- Huolehtia ruokakalat tuotannon tarvitseman eläinaineksen tuotanto-ominaisuuksien kehittämisestä ja saatavuuden varmistamisesta
- Kehittää vesiviljelyn menetelmiä, tuotteita ja viljelyteknologiaa elinkeinon toimintaedellytysten parantamiseksi.
- Hoitaa valtion sopimuskasvatusta kalastusmahdollisuuksien turvaamiseksi ja uhanalaisten kantojen säilyttämiseksi

Kriittiset menestystekijät

- Saavutetaan tulostavoitteet
- Turvataan alkuperäisten kalalajien ja –kantojen säilyminen viljelyssä monimuotoisina
- Liiketoiminta on kannattavaa
- Varmistetaan toiminnan ja tuotteiden laatu sertifioidulla laatujärjestelmällä (ISO-9001)
- Onnistutaan voimavarojen uudelleen suuntaamisessa ja rakenteiden uudistamisessa

Tavoitteet

- Tuottaa lisäarvoa tutkimuslaitokselle, valtiolle omistajana, asiakkaille ja henkilöstölle
- Hoitaa tehtävät tuloksellisesti ja kustannustehokkaasti sekä olla tehtäväalueillaan johtava Suomessa ja toimia myös kansainvälisesti

Toiminta

Toiminnan päälinjat

Huolehditaan tehokkaasti perustehtävistä

- Säilytetään kalakannat ja niiden monimuotoisuus
- Tuotetaan korkeatasoista viljelyn alkumateriaalia
- Laadukkaiden viljelytuotteiden ja viljelyteknologian kehittäminen

Voimavaroja ohjataan ajankohtaisiin kehittämistarpeisiin

- Asiantuntijapalvelut
- Eläinjalostus

Yhteiset arvot

Toiminta perustuu ammattitaitoon, työn arvostamiseen, luotettavuuteen sekä eettiseen ja vastuuntuntoiseen asenteeseen

- Vahvistetaan RKTL:n yhteisiin arvoihin pohjautuvaa sisäistä kulttuuria
- Kannustetaan aktiivisuutta, muutosalttiutta ja avoimuutta hyvän, motivoivan ja palkitsevan työilmapiirin kehittämiseksi

Asiakasohjautuvuus

Toiminnan lähtökohdانا ovat ajantasaiset tiedot asiakkaista ja heidän tarpeistansa

- Huolehditaan vuorovaikutuksesta asiakkaiden kanssa
- Kehitetään toimintaa vastaamaan kysyntää ja yhteiskunnan tarpeita

Laatu

Korkea laatu on kaiken toiminnan lähtökohta ja sen varmistamiseksi käytössä on sertifioitu laatujärjestelmä (ISO 9001)

- Säilytetään viljeltävissä luonnonkannoissa ja maitipankissa mahdollisimman laaja ja luonnonmukainen perinnöllinen muuntelu
- Noudatetaan hyväksytyjä eettisiä periaatteita kalojen hoidossa, käsittelyssä ja eläinjalostuksessa

Osaaminen ja yhteistyö

Huolehditaan henkilöstön osaamisen korkeasta tasosta ja jatkuvasta kehittämisestä. Oman osaamisen täydentämiseksi toimitaan yhteistyössä RKTL:n muiden yksiköiden kanssa

- Verkostoidutaan muiden asiantuntijatahojen kanssa ja käytetään alihankkijoita (ostopalvelut)
- Tuetaan urakehitystä ja tehtäväkiertoa
- Suunnataan osaamista kehittyville alueille koulutuksella ja uutta henkilöstöä otettaessa

Toiminnan tuloksellisuus

Kaikessa toiminnassa on keskeistä hyvä yhteiskunnallinen- ja asiakasvaikuttavuus

- Toteutetaan tehtävät taloudellisesti
- Sopeutetaan toiminta taloudellisessa ympäristössä tapahtuviin muutoksiin
- Parannetaan tuottavuutta menetelmiä kehittämällä

Tuote- ja menetelmäkehitys

Tuotteet ja menetelmät pidetään ajanmukaisina sekä asiakkaiden sidosryhmien tarpeita vastaavina. Oma-aloitteinen kehitystyö on jatkuvaa. Osallistutaan RKTL:n yhteisiin tuotekehitys- ja tuotteistamishankkeisiin

- Tuotteistetaan ja kaupallistetaan asiantuntemusta myytäväksi palveluiksi
- Kehitetään ja tuotteistetaan viljelytuotteiden ja palveluiden valikoimaa alan tarpeiden mukaan

Liiketoiminta

Tulosityksikkö on nettobudjetoitu ja kattaa osan menoistaan tulonhankinnalla

- Myyntitoiminnassa lähtökohtana on kannattavuus
- Laajennetaan liiketoiminnan tulopohjaa asiantuntijapalveluihin
- Haetaan uusia koti- ja vientimarkkinoita yhteistyössä RKTL:n muiden tulosityksiköiden kanssa

Voimavarat

Organisaatio

Pääorganisaationa ovat alueelliset osatulosityksiköt, jotka vastaavat toimialueensa luonnonkantojen säilytys- ja viljelytehtävistä ja joiden alaisuudessa kalanviljelylaitokset toimivat. Tarvittaessa muodostetaan erillisyksiköitä koko tulosityksikön toimintaa varten

- Muodostetaan erillisyksikkö viljelyn kehittämis- ja asiantuntijatehtäviin

Toimitilat

Viljelylaitos- ja luonnonravintoviljelykapasiteetti sopeutetaan kysynnän muutoksiin. Toimitilojen osalta tavoitteena on kustannusten alentaminen ja tilojen käyttöasteen nosto

- Lisätään yhteistyötä tilojen käytössä
- Huolehditaan käytössä pidettävien tuotantotilojen ajanmukaisesta kunnosta

Henkilöstö

Henkilöstön mitoituksessa, rakenteessa ja sijoittamisessa otetaan huomioon toiminnan sisällössä ja toimipaikkarakenteessa tapahtuvat muutokset

- Huolehditaan ammattitaidon ylläpidosta ja jatkuvasta kehittämisestä
- Tuetaan henkilöstön liikkuvuutta toimipaikkojen välillä
- Otetaan henkilöstön ikääntyminen huomioon toimenkuvissa
- Kannustetaan omaehtoista työssä jaksamista ja työtaitoja palvelevia järjestelyjä

Rahoitus

Henkilöstön mitoituksessa, rakenteessa ja sijoittamisessa otetaan huomioon toiminnan sisällössä ja toimipaikkarakenteessa tapahtuvat muutokset.

- Parannetaan valmiuksia hankkia rahoitusta eri lähteistä
- Pyritään turvaamaan tulorahoituksen säilyminen uusilla liiketoiminta-alueilla

VESIVILJELYN TEHTÄVÄT JA TUOTTEIDEN KÄYTTÖAVOITTEET



Ympäristöanalyysi

Luonnonedellytykset

Viimeaikainen kehitys

Vesistöjen laajamittainen rakentaminen ja muuttaminen on vähentynyt, eikä uusia arvokalakantoja ole tämän johdosta joutunut uhanalaisiksi. Toisaalta muutettujen vesistöjen kunnostamisella ei toistaiseksi ole voitu merkittävästi vähentää kalaistutusten tarvetta. Kalastuksen tehostunut säätely on parantanut Itämeren lohen lisääntymisedellytyksiä luonnossa. Tähänastinen kalastuksen säätely ei ole riittävä turvaamaan meri- ja sisävesialueen taimenten, järvilohen, Saimaan nieriän ja merialueen vaellussiikojen luonnon lisääntymistä.

Luonnonedellytykset viileän veden lajien viljelylle ovat olleet hyvät. Kalatautien ja viljelyn vahinkoeläinten aiheuttamat ongelmat eivät ole merkittävässä määrin haitanneet viljelyä. Tilanteen pahenemisesta on selviä merkkejä. Suomessa on tavattu yksi pahimmista lohikalajien virustaudeista (VHS) useassa paikassa etelärannikolla keuhkokuumeella 2000. Pystytäänkö taudin leviäminen pysäyttämään jää nähtäväksi. Suomessa on myös tavattu toinen lohikalajien virustauti (IPN). Laajat vesihomeongelmat alkoivat 1995–1997 eräillä RKTL:n ja yksityisillä laitoksilla ja niiden jatkuminen voi aiheuttaa lisääntyviä ongelmia. Itämeren lohen M74-ilmio on edelleen uhka luonnonlohien lisääntymiselle. Suomessa esiintyvät kalojen tarttuvuus bakteeritaudit (paistetauti, BKD) rajoittavat mädin ja poikasten siirtoja merialueelta sisävesiin ja myös eri vesistöalueiden välillä. *Gyrodactylus salaris* -loinen uhkaa Jäämereen laskevien jokien – tärkeimpänä Tenon lohikantoja. Hylkeiden määrä on kasvanut rajusti ja hylkeet ovat aiheuttaneet paikoin suuria tappioita ruokakalanviljelijöille. Keski-Euroopassa merkittäviä tappioita aiheuttava merimetso on leviämässä Suomen rannikolle.

Kalakantojen perinnöllistä monimuotoisuutta ja luonnonkantojen tilaa koskevia selvityksiä on tehty merkittävässä määrin. Sekä luonnon- että viljelykannoissa löytyy runsaasti geneettistä erilaistuneisuutta ja muuntelua. Tehdyt selvitykset antavat pohjan säilytysviljelyn ja kantojen suojelun suunnittelulle osana Suomen kansallisia ja kansainvälisiä monimuotoisuuteen liittyviä sopimuksia.

Toimintaympäristö lähitulevaisuudessa

RKTL:n omien laitosten viljelyedellytykset säilyvät jokseenkin nykyisinä. Lämpimien kesien aiheuttamat ongelmat, korkea veden lämpötila ja sen seurauksena aleneva happipitoisuus, ja tavanomaisten tautien ja loisten runsastuminen, ovat kehitystrendin mukaan lisääntymässä, mutta eivät aiheuttane ongelmia strategiajaksolla. Suurimman riskitekijän muodostavat vielä harvinaiset tai jopa uudet kalataudit. Kalatauteihin liittyy vaikeasti ennakoitavia riskejä mm. sen vuoksi, että EELA:n ylläpitämä vapaaehtoinen kalaterveystarkkailu ei ole täysin kattava. Nopeasti lisääntyvään rapujen viljelyyn ei ole järjestelmällistä terveystarkkailua. Tämän puute lisää mm. tuhoisan rapuruton leviämisen riskiä ja voi siten aiheuttaa jokiravun viljelyssä tappioita. Eräät pedot (mm. saukko) ovat edelleen yleistyessään yhä pahempi ongelma. Myös vedenlaatu voi paikoin heikentyä. Etenkin itäinen Suomenlahti on riskialue. Kielteiset muutokset heijastuvat RKTL:n toimintaan sekä lisääntyvänä suojautumistarpeena että markkinapotentiaalin supistumisena.

Uusien kalalajien ja -kantojen viljely tulee eri syistä ajankohtaiseksi. Samalla kuitenkin kantoja poistuu viljelystä luonnonkantojen vahvistuessa tai kun niiden istutustarve lakkaa muista syistä.

Yhteiskunnallinen suhtautuminen

Viimeaikainen kehitys

Lisääntynyt pyrkimys luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseen ja tähän liittyvät kansainväliset sitoumukset ovat sopusoinnussa RKTL:n vesiviljelyn tavoitteiden kanssa. Yleisen tietämyksen lisääntymisen myötä alkuperäisten ja paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneiden kantojen käyttö kalavesien hoidossa on lisääntynyt. Lohen elvytysohjelma (SAP) on edellyttänyt merkittävää poikastuotantoa myös valtion laitoksilla.

Kalavesien tuoton maksimointi on kalastuslakiin sisältyvä tavoite, johon arvokalakantojen hoito on perustunut. Istutushoidon osuus on kuitenkin vähentynyt ja tilalle on tullut kalastuksen säätely ja kalakannan lisääminen luontaisesti. Tämä yhdessä istutuksiin käytettävissä olevan rahoituksen vähenemisen kanssa on vähentänyt istukaspoikaskysyntää. Vaihtoehtoisten istutuslajien etsiminen perinteisen siian tilalle on lisännyt kuitenkin kuhan ja harjuksen kysyntää. Vaatimukset tutkimustiedon saamiselle ja soveltamiselle kalakantojen istutushoidon tuloksista ja vaikutuksista ovat lisääntyneet.

Suhtautuminen vesiviljelyyn on ollut kaksijakoista. Kala ravintona ja kalanviljely elinkeinona, syrjäseutujen merkittävänä työllistäjänä ja kalakantojen hoitokeinona on saanut tunnustusta. Viljelytuotannon arvo on kokonaisuudessaan (ruokakala ja istutus-tuotanto) noin 350 milj. mk. Kalanviljelyn kehittämistä on tuettu rakenneohjelmavaroin. Toisaalta alaan suhtaudutaan osin myös kielteisesti. Kritiikin taustalla ovat lähinnä pelot siitä, että vaikka viljely on luvanvaraista, se likaa vesiä ja istutuksilla vaarannetaan luonnonvaraisia kalakantoja. Tämä on mm. heijastunut toimintalupaehdojen jatkuvana kiristymisenä sekä yksityisillä että RKTL:n laitoksilla sekä istutuskieltesyytenä. Yksittäisiä merkkejä alaan kielteisesti suhtautuvien ryhmien lisääntyvästä toiminnasta on ollut nähtävissä (kirjoloihen ostoboikotit, laitosten häirintä).

Toimintaympäristö lähitulevaisuudessa

Asenneilmasto vaikuttaa alaan epäsuorasti. Mikäli ympäristönsuojelullisten arvojen merkitys edelleen korostuu voi tämä johtaa mm. kalanviljelylaitosten lupaehtojen tiukentumiseen. Laitosten toimintalupia on saatu muutetuksi tuotantoperusteisista (allastilavuus-, rehun käyttö ym. rajoitukset) kuormitusperusteisiksi, mikä on antanut mahdollisuuden vaikuttaa tuotanto-oikeuteen puhdistustehon kautta. Tämä on osaltaan edistänyt ympäristökuormitusta vähentävien ratkaisujen kehittämistä. Merkittäviä tutkimuspanostuksia on viime vuosina erityisesti suunnattu vesistökuormituksen vähentämiseen verkkoallasviljelyssä. Nähtäväksi jää missä määrin tämä näkyy lupaehtoissa ja viljelymyönteisemmän ilmapiirin luomisessa. Kansainvälisten sopimusten (mm. Rio) ja kansallisten päätösten edellyttämä alkuperäisten kalakantojen säilyttäminen valtion viljelylaitoksissa lisännee osaltaan viljelyn hyväksyttävyyttä.

Kalavesien hoito- ja käyttötavat muuttuvat kuitenkin siten, että kalaistutusten käyttö vähenee ja muut hoitomuodot (vesien entisöinti, pyynnin rajoittaminen ym.) lisääntyvät. Tähän vaikuttaa osaltaan myös monien luonnonkantojen elpymisen elvytysistutusten ja pyyntirajoitusten johdosta. Lohen elvytysohjelman (SAP) istutukset vähenevät tai jopa päättyvät eräissä kohteissa.

Markkinat

Viimeaikainen kehitys

Suomen ruokakalan tuotanto ajautui 1990-luvun puolivälissä pitkään hintakriisiin erityisesti Norjasta tuodun viljellyn lohen ja myös kirjoloihen ylitarjontatilanteen vuoksi minkä seurauksena kannattavuus romahti ja tuotanto laski noin 20 %. Vaikka hintataso on korjaantunut on yritysten taloudellinen asema keskimäärin heikko. Tuotanto on jäänyt pysyvästi entistä alemmalle tasolle noin 15 milj. kiloon vuodessa. Erilaisilla taloudellisilla tekijöillä mm. mahdollisuudella laitosten rakenteiden uudistamiseen EU:n rahoituksella ympäristöä vähemmän kuormittaviksi on ollut suuri merkitys alan toi-

mintaedellytysten parantamiseksi. Ala on syklinen, joten kirjolohen hintatason lasku lienee vain ajan kysymys.

Vuoden 1998 istutusten kokonaisarvoksi (laskennallinen, keskihintoihin perustuva) arvioitiin RKTL:n maa- ja metsätalousministeriölle joulukuussa 2000 valmistelemassa raportissa 88 milj. mk, joka jakautui seuraavasti: lohi 23, järvitaimen 16, meritaimen 13, siikamuodot 13 ja kuha 11 milj. mk. Näiden lajien osuus istutusten arvosta oli 86 % (76 milj. mk), joten muiden kalojen ja rapujen istutusten arvoksi jää 12 milj. mk.

Kalaveden omistajien kalaistutuksiin käytettävissä olevia varoja ja siten istukasmarkkinoita on supistanut maksuttoman kalastusoikeuden laajentaminen (viehekalastuslupa) ja istutusvelvoitteiden muuttaminen maksuvelvoitteiksi. Valtion kalastuksenhoitomaksun maksaneiden määrä on vähentynyt 1990-luvulla lähes 40 % ja reaalin maksutulo on pienentynyt 43,2 milj. mk:sta vuonna 1997 noin 31,2 milj. mk:aan vuoteen 2001 (TAE). Vapaarahoitteisen ja kalastuskorttivaroin rahoitettujen istutusten rahoituspohja on laskenut siten n. 27 %. Tämä on näkynyt poikaskysynnän pienentymisenä voimakkaimmin Etelä- ja Itä-Suomen sisävesillä, joissa velvoiteistutusten osuus on pieni.

Kysynnän määrä ja rakenne lähitulevaisuudessa

Kalojen istutusten laskeva trendi jatkuu istutushoitoon suuntautuvien varojen voimakkaasti vähennyttyä. Vaikka väheneminen hidastuu, ei korvaavaa rahoitusta istutustoimintaan ole näköpiirissä, joten istutustoiminnan markkamääräinen taso jäänee ainakin lähivuosiksi aikaisempaa merkittävästi alhaisemmaksi.

Yleinen suuntaus kalavesien hoidossa istutuksista kalastuksen säätelyyn ja luonnon lisääntymisedellytysten parantamiseen vähentää osaltaan mädin ja poikasten kysyntää. Vesiviljelyn tuottamien istutuspoikasten kysyntään vaikuttaa voimakkaasti näkemys Tornionjoen lohi-istutusten lopettamisesta. Lohen elvytysohjelmassa (SAP) tapahtuneen myös kantojen vahvistumisen ja meripyynnin rajoitusten vuoksi merkittävä RKTL:n poikasistutusten supistuminen vuosikymmenen puolivälissä. Myös useat uitovesistöjen määräaikaiset istutusvelvoitteet umpeutuvat lähivuosina vähentäen taimeiden mädin ja poikasten kysyntää.

Istutuspoikasten kysynnän lasku vähentää myös mädin tuotantotarpeita. Yksityisen vesiviljelysektorin tuotantos suunnan kehitys yhä suurempiin istutuspoikasiin ja onkikokoisiin luonnonkaloihin on johtanut joiltakin osin lisääntyneeseen mädintuotantoon. Tämä rajakustannuksilla tuotettu mäti voi edullisuudellaan vähentää mädin kysyntää valtion laitoksilta. Toisaalta lisääntyvä huoli alkuperäisten lajien ja kantojen säilyttämisestä ja vaatimukset niiden käytöstä istutushoidossa sekä eräät muut tekijät saattavat lisätä RKTL:n mädin kysyntää, joten mädin tuotantotarpeiden osalta ei lähivuosina tapahtune merkittävää kokonaisuudosta.

Ruokakalan viljelyn kehitysnäkymiin vaikuttavat tällä hetkellä niin monet tekijät – erityisesti Norjan kilpailu, tuotantolupakysymykset, rahoitus, yhteiskunnalliset asenteet – että kehityksen suuntaa on vaikeata ennakoita. Tuotanto ei suunnittelukaudella paljoakaan muuttune, mutta ala keskittyy yritysten määrän vähentyessä kannattavimpien ostaessa vaikeuksissa olevia. Uudet, mahdolliset ruokakalan tuotantoon soveltuvat lajit – lähinnä siika ja nierä – eivät myönteisessäkään tapauksessa ehdi suunnittelukaudella mainittavaan kaupalliseen tuotantoon. RKTL:n jalostaman kirjolohen markkinaosuus lisääntyy, mutta taloudellisesti muutos ei ole merkittävä, koska mäti-markkinat ovat kokonaisuudessaan pienet.

Ulkomailla on kysyntää mm. RKTL:n valintajalostusosaamiselle ja lukuisten lajien viljelybiologiselle tiedolle. Ulkomaan kaupan rajoitusten poistussa tulee mädin vienti mahdolliseksi myös EU:n alueelle. Vientimarkkinoiden mahdollisesta volyymistä ei tällä hetkellä voida kuitenkaan esittää arvioita.

Ruokarapujen viljely on edelleen paljolti kokeiluvaiheessa. Viljelymenetelmät hallitaan, mutta rapujen elämänvaiheista (kuorenvaihto, kannibalismi) aiheutuvat tappiot heikentävät erityisesti intensiiviviljelyn kannattavuutta. Viljelyn laajentuminen edellyttää, että tuotantokustannukset saadaan kilpailukykyisiksi luonnosta pyydettyjen rapujen kanssa.

Toimintasektorin kehitysodotukset ja tarpeet

Maa- ja metsätalousministeriö asettaa tutkimuslaitokselle vuosittain tulostavoitteet, joista osa on vesiviljelyä koskevia aiheita. Vesiviljelyn tulosityksikköä koskevista tärkeimpiä ja laaja-alaisimpia ovat lohien kotiutusohjelmaan (SAP) liittyvät elvytystuetukset Perämeren jokiin, meritaimenkantojen sekä Saimaan järvilohen ja nieriäkantojen vahvistaminen istutuksin.

Tehtyjen selvitysten mukaan kalanviljelyelinkeino odottaa erityisesti, että valintajalostuksella kehitetään perinnöllisesti nykyistä parempia kirjolohikantoja, tuotetaan ruokakalanviljelyyn uusia lajeja ja tuotteita, kehitetään viljelymenetelmiä ja laite-tekniikkaa erityisesti meriviljelyssä sekä vesistökuormituksen alentamiseen soveltuvia menetelmiä, ja turvataan korkealaatuisen, tautivapaan mädin saanti jatkokasvatusta varten. Kalatautien torjunnassa odotetaan edistymistä mm. uusien rokotteiden avulla. Toimintaluovissa haluttaisiin alan kehitysmahdollisuuksien turvaamiseksi siirryttävän tuotantoperusteisista kuormitusperusteisiin lupiin. Sopimuskasvatusta toivottaisiin laajennettavan ja uusia lajeja (mm. järvitaimen) haluttaisiin mukaan.

Tehtyjen asiakaskyselyiden mukaan RKTL:n vesiviljelytuotteilta, mädiltä ja poikasilta, mm. kalaveden omistajat ja velvoitteiden hoitajat odottavat erityisesti korkealaatuisuutta, viljelytaustan tunnettavuutta ja tautivapautta.

Oman toiminnan analyysi

Vesiviljelyn tulosityksikön tehtävät perustuvat useissa komiteoissa ja työryhmissä 1970-luvulta lähtien esitettyihin ja kehitettyihin tehtävämäärittelyihin sekä osin myös tutkimuslaitokselle osoitettuihin kansallisiin ja kansainvälisiin sopimuksiin. Vesiviljelyn tulosityksikön keskeisiin tehtäviin ei esitetty tutkimuslaitoksen kansainvälisessä arvioinnissa muutoksia. Muutostarpeita ei ole myöskään esitetty tutkimuslaitoksen johtokunnan tai laitosta ohjaavan ministeriön taholta.

Vesiviljely-yksikön tehtäväksi on siten hyväksytty kalakantojen säilyttäminen ja viljelyn alkumateriaalin – mädin ja pikkupoikasten – tuottaminen jatkokasvatukseen mm. istutuksiin käytettävien kantojen alkuperää koskevien vaatimusten vuoksi. RKTL on ainoa organisaatio Suomessa, joka ylläpitää alkuperäisiä kalakantoja viljelyssä ja maitypankissa niiden säilymisen turvaamiseksi. Osallistuminen ruokakalan jalostukseen, vesiviljelyn kehittäminen, sopimuskasvatusta sekä eräiden valtion istutusvelvoitteiden hoito on myös katsottu valtion kalanviljelyn tehtäviksi. Istutuspoikasia tuotetaan lähinnä Inarin hoitovelvoitteen ja vaelluskalakantojen säilyttämisen ja elvyttämisen edellyttämässä määrin maa- ja metsätalousministeriön asettamien tulostavoitteiden mukaisesti.

RKTL:n vesiviljelyä on jatkuvasti suunnattu ja kehitetty lähinnä erilaisia yhteiskunnallisia tehtäviä ja tarpeita silmälläpitäen. Keskeiset tulostavoitteet on saavutettu. Tärkeimmät uhanalaiset alkuperäiset kalalajit ja -kannat (12 lajia, 58 kantaa) on otettu säilytysviljelyyn geneettiset näkökohdat huomioonottaen. Rion sopimuksen edellyttämä uhanalaisten kalakantojen laitossäilytys (*ex-situ* -suojelu) on koko Eurooppakin huomioonottaen ainutlaatuisen kattavasti toteutettu. Ilman viljelyä olisi ainakin Saimaan järvilohi ja nieriä, Iijoen ja Simojoen lohi sekä Tornionjoen ja Lestijoen meritaimen jo lopullisesti menetetty. Kantojen säilytykseen ei ole esitetty muutoksia. Sen sijaan on tarvetta jatkaa viljelyssä olevien kantojen geneettistä

tarvetta jatkaa viljelyssä olevien kantojen geneettistä kartoitusta jotta emokalastojen tila ja mahdolliset monimuotoisuuden laajentamistarpeet saadaan selville.

Maitipankkitoimintaan soveltuvat menetelmät on kehitetty ja toimintaa laajennetaan mm. osin viljelylle vaihtoehtoiseksi uhanalaisten kantojen säilytysmenetelmäksi. Tällä hetkellä maitipankkiin on talletettu kotimaisista kaloista 7 lajia ja 25 kantaa.

RKTL:n vesiviljelyn mädintuotannolla on tehty mahdolliseksi alkuperäisten kalakantojen istutuspoikasten tuottaminen ja oikeiden kalakantojen käyttö eri vesistöjen hoidossa. Mätiä tuotetaan 18 kalalajista ja 64 kannasta ja lisäksi luonnosta hankitaan mätiä 9 kannasta. Mädintuotannon volyymi on n. 6 300 litraa eli n. 140 milj. mätimunaa. Tuotannon kokonaismäärä on istutuspoikasten kysynnän ja mädinlaadun parantuessa laskemassa.

Sopimuskasvatus on kehittynyt hyvin toimivaksi istutuspoikasten tuotantomenetelmäksi. Ilman, että on jouduttu investoimaan valtion laitospäätteen lisäämiseen, on pystytty vesiviljely-yksikön mädistä yksityisissä laitoksissa tuotetuilla poikasilla ylläpitämään kalastettavia lohikantoja ja myös turvaamaan uhanalaisten arvokalakantojen säilymistä. Merkittäviä poikasistutusten muutostarpeita ei ole tällä hetkellä tiedossa lohta lukuun ottamatta, jonka istutuksiin on esitetty vähennyksiä.

Tulosityksikölle osoitetut valtion istutusvelvoitteet – tärkeimpänä Inarin velvoite – on pystytty toteuttamaan. Mainittavia muutoksia velvoitteen hoitoon ei ole MMM:n taholta esitetty.

Ruokakalanviljelyn kannattavuuden ja kilpailukyvyn parantamiseksi käynnistetty kirjolohon valintajalostusohjelma etenee suunnitelmien mukaan. Jalostetun mädin markkinointi on käynnistetty. Suomalainen vesiviljely voi jatkossa kilpailla kannattavasti vain erikoistumalla. Tässä muutosprosessissa tarvitaan myös sellaista asiantuntemusta, jota RKTL:n vesiviljelyllä yhteistyössä tutkimusyksiköiden kanssa on tarjota. Mikäli kirjolohon valintajalostuksella yhdessä kehittyvän viljelyteknologian kanssa onnistutaan merkittävästi nopeuttamaan viljelykiertoa, voi ruokakalan tuotannon kannattavuus parantua. Alan kova sisäinen kilpailu osaltaan kiihdyttää tuottoisempien viljelyratkaisujen kehittämistä mikä myös hyödyttää valtion kalanviljelyä.

Tutkimuslaitoksen muista tulosityksikoista poiketen vesiviljelyn tulosityksikön toiminnasta osa on sellaista mädin ja poikasten kaupallista tuotantoa, jota harjoitetaan myös elinkeinona. Tutkimuslaitoksen osuus istutuslajien mätimarkkinoista on lajista riippuen n. 30-80%. Mädinkysynnässä tapahtuu jatkuvasti laji- ja kantakohtaisia muutoksia, mutta kokonaisvolyymin ei odoteta lähivuosina merkittävästi muuttuvan. Jalostetun kirjolohon mädin kysynnän odotetaan asteittain lisääntyvän. Tutkimuslaitoksen osuus istutuspoikasten myyntimarkkinoissa on vähäinen, lajista riippuen n. 2–5 % kokonaismäärästä. Suuntautumalla vesiviljelyn tulosityksikön ydintehtävien hoitoon, lopettamalla kalojen yleishyödyllinen istuttaminen ja pidättäytymällä kilpailusta ruokakalan tuotannossa on pyritty välttämään ristiriitoja yksityisen viljelyn kanssa. Toiminnassa on sen sijaan panostettu tuotekehitykseen, tuotteiden erilaistamiseen, laatuun ja kansainvälisen myyntitoiminnan kasvattamiseen.

Tulorahoituksella on katettu edellytetty osuus toiminnan rahoitustarpeesta. Tämä on vaatinut asiakkaiden ja heidän tarpeidensa selvittämistä, tuotteiden laadun ja toimintavarmuuden parantamista, uusien tuotteiden kehittämistä ja viljelytuotteiden ja -palvelujen aktiivista markkinointia asiakaskunnan laajentamiseksi. Vuonna 1995 tehdyn asiakaskyselyn mukaan vastaajat ilmoittivat ostavansa valtion kalanviljelylaitosten tuotteita niiden korkealaatuisuuden, viljelytaustan tunnettavuuden sekä varmistetun kalaterveystilanteen vuoksi. Luotettavuus, toimitusvarmuus ja viljelyn neuvontapalvelu on myös koettu tärkeiksi tekijöiksi. Vesiviljely-yksikön vuonna 2000 sertifioitu (Det Norske Veritas) laatujärjestelmä (ISO 9001) auttaa asiakkaiden ja sidosryhmien palvelemista ja oman toiminnan kehittämistä.

Vesiviljelyn tulosityksikkö on yhteistyössä Palvelun tulosityksikön kanssa kehittänyt vesiviljelyn laskentajärjestelmää mm. tarkoituksessa, että yhteiskunnallisen viljelytuotannon ja kaupallisen tuotannon kustannukset saadaan eriteltyä. Tässä onkin onnistuttu ja mm. kustannusten kohdistamisessa havaitut puutteet on korjattu. Kustannusten alentamiseksi on vesiviljelyn tulosityksikkö viime vuosina myös toteuttanut erilaisia toiminnan ja kapasiteetin rationalisointitoimia, mm. on luovuttu kolmesta laitoksesta ja kymmenistä luonnonravintolammikoista sekä rationalisoitu toimintaa ruokinta-automaatiolla, lisäämällä laitosten synergiaa ym. toimilla. Myös työvoiman määrä on vähentynyt erityisesti työllistettyjen osalta.

Kalojen istutushoitoon käytettävissä olevien varojen vähentyminen on lisännyt kilpailua supistuvilla ns. vapaarahoitteisilla istutuspoikasten markkinoilla. Tämä on osaltaan heijastunut poikasten markkinahintoihin. RKTL:n viljelylaitoksilla on tutkimuslaitoksen toiminnan erityisluonteen ja kalliiden tilavuokrien vuoksi selvästi raskaampi kustannusrakenne kuin vastaavia tuotteita tekevillä yksityisillä laitoksilla. Nykyisellä kustannusrakenteella ei poikastuotantoa ole supistuvilla markkinoilla ja kiristyneen kilpailun painaessa hintoja alaspäin saatavissa kaikilta osin kannattavaksi. Tuotantoa sopeutetaan vallitsevan tilanteen mukaiseksi.

Vesiviljely-yksikön resurssit ovat monilta osin hyvät asetettujen tehtävien ja tavoitteiden saavuttamiseen. Kalanviljelylaitoksia (11 kpl) ja luonnonravintolammikoita (v. 2001 hallinnassa 50 kpl, 1 170 ha) on riittävästi ja ne sijaitsevat maan eri osissa mahdollistaen alueellisten tarpeiden huomioonottamisen, erilaistuneiden kantojen viljelyn niiden esiintymisalueilla ja asiakasläheisen palvelun. Laitokset ovat pääosin joko varsin uusia tai peruskorjattuja ja tarjoavat monipuolisen vesityksensä, allastuksensa ja muun varustuksensa takia hyvät mahdollisuudet korkealaatuisen viljelymateriaalin tuottamiseen, tutkimukseen ja viljelyn kehittämiseen. Henkilöstön määrä on kokonaisuudessaan riittävä nykyisiin tehtäviin, mutta jakautuminen eri laitoksiin ei kaikilta osin vastaa nykyisiä tehtäviä ja tarpeita. Koulutus pohja on painottunut viljely- ja biologiseen osaamiseen. Uudessa toimintaympäristössä on erityistä tarvetta kaupallisen ja tuotekehitysoasaamisen lisäämiseen. Tulosjohtaminen ja nettobudjetointi lisää mm. tuotantopanosten käyttöä, tulonhankintaa, rahoitusta, hinnoittelua, kustannusten muodostumisperusteita sekä toiminnan tunnuslukuja koskevan osaamisen tarvetta. Esimies- ja työnjohtokoulutuksen lisäämiseen on myös panostettava.

Vesiviljely-yksikön organisointi Helsingissä olevaksi kevyeksi keskusyksiköksi (3 henkilöä) ja viideksi alueellisesti toimivaksi varsin itsenäiseksi osatulosyksiköksi (64 vakinaista henkilöä) on osoittautunut onnistuneeksi, toimintaa tehostaneeksi ja henkilökuntaa motivoivaksi ratkaisuksi. Näköpiirissä ei ole tarvetta muuttaa toimialuejakkoon perustuvaa viiden osatulosyksikön organisaatiota, mutta tuotantokapasiteettia joudutaan mukauttamaan erityisesti lohen istutuspoikaskysynnän supistuessa. Tulosityksikön yhteisiä tehtäviä (mm. kehittämis- ja asiantuntijatehtävät) varten on tarvetta muodostaa erillisyyksiköitä.

Kirjallisuus

Westman, K. 1994: Vesiviljelyn tulosalueen tehtävät ja tavoitteet. Teoksessa: Lankinen, Y. & Pirhonen, J. (toim.), Valtion kalanviljelyn XVIII neuvottelupäivät 29.-30.3.1994, Jyväskylä. - Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 85: 13-25.

Westman, K. 1995: Vesiviljelyn strategia ja tulevaisuuden haasteet. - Teoksessa: Heinimaa, P. & Manninen, K. (toim.), Valtion kalanviljelyn XIX neuvottelupäivät, 2. päivä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen uusia toimintatapoja. Riistan- ja kalantutkimus. Kala- ja riistaraportteja 38: 1-14.

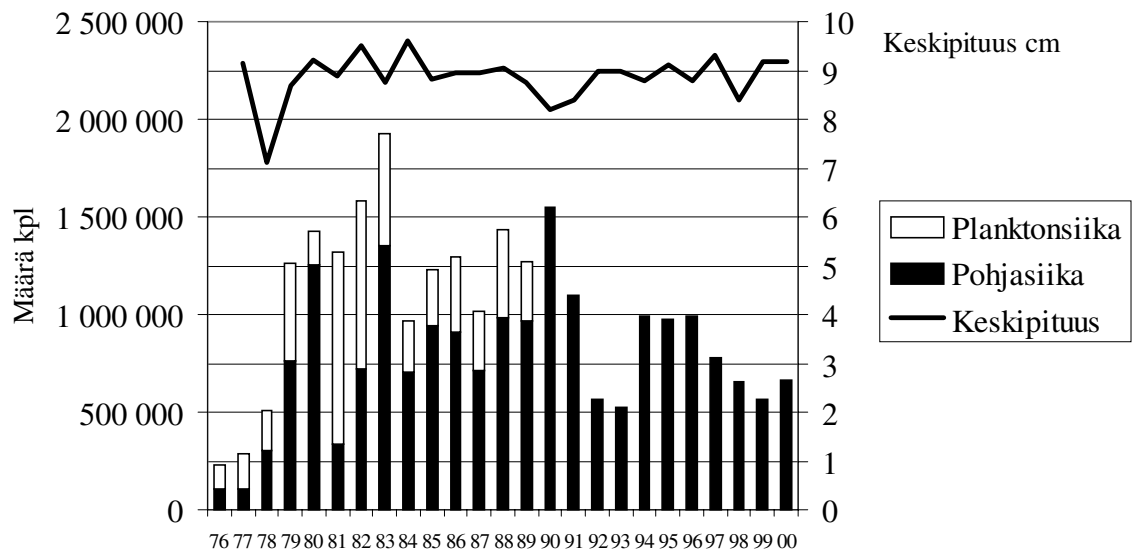
Tuotantomäärät ja niiden vaihteluiden syistä RKTL:n Inarin lammikoilla

Petri Heinimaa
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Inarin kalantutkimus ja vesiviljely

Yleistä

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella on ollut käytössään Inarissa kaikkiaan 18 luonnonravintolammikkoa yhteispinta-alaltaan 349 ha. Suomen valtio on rakentanut lammikot vesioikeuspäätösten velvoittamana Inarijärven säännöstelyn aiheuttamien vahinkojen kompensoimiseksi. Valtaosa lammikoista on varsin pieniä (13 kpl 2,9–18 ha) ja vain 5 kpl on yli 20 ha, suurimman ollessa rakentamisensa jälkeen 79 ha. Muutamia lammikoita on käytetty vain joitakin vuosia niiden huonon toimivuuden vuoksi. Viime vuosina käytössä onkin ollut 5–10 toimivinta lammikkoa.

Lammikoissa tuotettiin parhaimmillaan lähes 2 miljoonaa 1-kesäistä siianpoikasta, mutta 1990-luvulla tuotanto on vaihdellut 0,5–1 miljoonan välillä kysynnän vähentymisen vuoksi (kuva 1). Kaikkien lammikoiden poikasten vuosittainen keskipituus on vaihdellut 7,1–9,6 cm välillä.



Kuva 1. Inarin alueen luonnonravintolammikoiden 1-kesäisten siianpoikasten tuotanto ja kaikkien lammikoiden poikasten vuosittainen keskipituus.

Luonnonravintolammikoiden tuotannot ovat vaihdelleet laidasta laitaan lammikoiden ominaisuuksien, hoitokäytäntöjen ja luonnonolosuhteiden vuoksi. Joidenkin lammikoiden tuotanto on säilynyt vuosittain samalla tasolla, mutta toisissa voivat peräkkäiset vuodet olla hyvinkin poikkeavia tuloksiltaan. Tässä esityksessä pyritään valaisemaan niitä tekijöitä, jotka todennäköisimmin ovat näiden vaihteluiden aiheuttajina. Käsittelyyn on otettu vain lammikot, joissa on suurin tuotanto (Harrijärvi, Isojätkä, Nauramajänkä ja Tuolpujärvi).

Lammikot

Harrijärvi

Harrijärvi on vuonna 1977 luonnonjärvestä rakennettu luonnonravintolammikko. Lammikon pinta-ala on 26,9 ha ja tilavuus 391 000 m³ ylärajalla N43+167,45. Lammikon keskisyvyys on 1,5 m ja suurin syvyys 6 m. Valuma-alueen pinta-ala on 242 ha ja järvisyys 10 %. Lammikossa on viljelty vain pohjasiikaa. Poikaset otetaan kiinni pauneteilla.

Lammikkoon jää tyhjennyksen yhteydessä vettä noin 2,5 ha alueelle, minkä vuoksi siitä tyhjennyksen yhteydessä saadaan myös ylivuotiaita poikasia. Vanhempia pohjasiikoja on pyydystetty pois verkoilla, niiden kokonaismäärän rajoittamiseksi. Lammikosta on tapettu kalat rotenonilla viimeksi vuonna 1985. Viljelylle haitallisista lajeista lammikossa esiintyy mateita vaihtelevia määriä.

Isojänkä

Isojänkä on vuonna 1976 jängälle padottu luonnonravintolammikko. Lammikon pinta-ala on 15,1 ha ja tilavuus 157 500 m³ ylärajalla N43+173,00. Lammikon keskisyvyys on 1 m ja suurin syvyys 5 m. Valuma-alueen pinta-ala on 144 ha ja järvisyys 11 %. Lammikossa on viljelty pohjasiian ohella planktonsiikaa vuosina 1978-1980 ja 1985-1989. Poikaset otetaan kiinni pauneteilla.

Lammikkoon ei jää tyhjennyksen yhteydessä juurikaan vettä. Lammikossa ei esiinny viljelylle haitallisia kaloja. Jänkälammikkona sen pohjasta nousseista turpeista on ajoittain paljonkin haittaa lammikon hoidolle ja nykyisin lammikon pinta-alasta noin kaksikolmasosaa on vapaata vesialuetta. Lammikko sulaa ja täyttyy ensimmäisenä vertailtavista lammikoista toukokuussa.

Nauramajänkä

Nauramajänkä on vuonna 1979 jängälle padottu luonnonravintolammikko, johon kuuluu myös pieni luonnonjärvi (Höyhenjärvi). Lammikon pinta-ala on 78,8 ha ja tilavuus 708 000 m³ ylärajalla N43+270,20. Lammikon keskisyvyys on 0,9 m ja suurin syvyys 3,8 m. Valuma-alueen pinta-ala on 380 ha ja järvisyys 15,3 %. Lammikossa on viljelty pääasiassa pohjasiikaa, paitsi vuonna 1981, jolloin käytettiin planktonsiikaa. Poikaset otetaan kiinni pauneteilla.

Lammikon täyttö seuraavaa vuotta varten alkaa heti syksyllä tyhjennyksen jälkeen. Lammikosta on tapettu kalat rotenonilla lammikon alkuaikoina ja viimeksi vuonna 1986. Viljelylle haitallisista lajeja ei esiinny lammikossa. Lammikko sulaa ja täyttyy vertailtavista lammikoista viimeksi korkeimman sijaintinsa vuoksi. Jänkälammikkona sen pohjasta nousseet turpeet ovat pienentäneet lammikon viljelypinta-alaa nykyisin noin kolmasosaan alkuperäisestä.

Tuolpujärvi

Tuolpujärvi on vuonna 1975 luonnonjärvistä (Iso- ja Pikku-Tuolpujärvi) rakennettu luonnonravintolammikko. Lammikon pinta-ala on 54 ha ja tilavuus 826 000 m³ ylärajalla N43+134,40 (Pikku) ja 133,30 (Iso). Lammikon keskisyvyys on 1,5 m (Pikku 1,0 m ja Iso 1,8 m) ja suurin syvyys 4 m. Valuma-alueen pinta-ala on 480 ha ja järvisyys 12,5 %. Lammikossa on viljelty planktonsiikaa vuosina 1978-1989 ja pohjasiikaa vuodesta 1990 alkaen. Poikaset otetaan pääasiassa kiinni keräilylaitteella.

Lammikon täyttö seuraavaa vuotta varten alkaa heti syksyllä tyhjennyksen jälkeen, mutta kaikkina vuosina kevään sulamisvedet eivät riitä täyttämään lammikkoa. Lammikossa esiintyy jonkin verran piikkikaloja ja lammikosta on tapettu tyhjennyksen jälkeen kalat rotenonilla viimeisen kerran vuonna 1987.

Käsittelyt, tuotantomäärät ja kalojen tiedot

Vuosina 1978-2000 on luonnonravintolammikoita lannoitettu ja kalkittu niiden tuotannon parantamiseksi. Lannoitusmäärät on esitetty liitteen 1 kuvassa 1 lammikoittain ja vuosittain hehtaaria kohti (kg/ha). Lannoitemääristä on edelleen laskettu lannoitteen laadun mukaisesti kokonaisfosforin (liite 1 kuva 2) ja vesiliukoisen fosforin määrät (liite 1 kuva 3) hehtaaria kohti (kg/ha). Lannoitemäärät ovat alkuvuosista tasaantuneet vuonna 1984 saatujen taulukossa 1 esitettyjen suositusten mukaisiksi (Ahonen 1985 ja 1987).

Taulukko 1. Suositukset Inarin alueen luonnonravintolammikoiden hoitoa varten (Ahonen 1984, 1987).

	Jänkälammit	Luonnonjärvilammit
Lannoitus kg/ha	Superfosfaattia 20	Normaali Y-lannosta 40-50
Kalkitus kg/ha	600	500
Istutustiheys kpl/ha	12 000 – 14 000	12 000 – 14 000

Lannoitemäärät ovat viime vuosina olleet 2–29 kg/ha, kokonaisfosforina mitaten 0,1–2,3 kg/ha ja vesiliukoisena fosforina 0,1–1,7 kg/ha. Lannoittaminen aloitetaan lammikoiden jään sulamisen jälkeen ja sitä jatketaan heinäkuun loppuun. Lannoitteena on käytetty vuosien varrella hyvin erilaisia tuotemerkkejä rakeisista lannoitteista (14 erilaista laatua), vesiliuoksina levitettäviin (Monokaliumfosfaatti ja Ureafosfaatti Magnum P44) ja orgaanisiin lannoitteisiin (hevosenlanta, kalajauho, vanha kalanrehu ja tuhka). Rakeiset lannoitteet on lisätty lammikkoon ns. lannoitelautoilta, vesiliukoiset veneestä ja orgaaniset levittämällä ne lammikoille kevättalvella tai alkukesällä.

Kalkituksissa (liite 1 kuva 4) on käytetty dolomiittikalkkia, joka on levitetty tasaisesti lammikoiden alueelle kevättalvella. Vuonna 1990 siirryttiin dolomiittikalkki–fillerin käyttöön sen paremman liukenevuuden vuoksi ja lammikoiden kalkitusmääriä pienennettiin puoleen aiemmasta. Viime vuosina kalkitusmäärät ovat olleet 200–500 kg/ha eikä lammikoita ole enää kalkittu vuosittain. Lannoituksen yhteydessä on muutamissa lammikoissa lisätty rakeista kalkkia lannoitelautoille.

Luonnonravintolammikoihin on istutettu alkuvuosien jälkeen vastakuoriutuneita siian poikasia 5 500–16 700 kpl/ha, keskimäärin 11 800 kpl/ha (liite 1 kuva 5). Istutusmäärissä on pyritty ottamaan huomioon kunkin lammikon erityispiirteet ja osaltaan varmistamaan, että 1-kesäisen poikasen pituus syksyllä olisi yli 8 cm.

Luonnonravintolammikoiden 1-kesäisten siikojen tuotantomäärät vuosina 1978–2000 esitetty taulukossa 2 ja liitteen 1 kuvassa 6. Tuotantomäärät on mitattu punnitsemalla poikaset kuljetukseen siirron yhteydessä. Harrijärven keskimääräinen tuotantomäärä on ollut 209 000 kpl, Isojängän 110 000 kpl, Nauramajängän 338 000 kpl ja Tuolpujärven 209 000 kpl. Tuotantomäärät ovat pienentyneet viime vuosina. Isojängän tuotanto on ollut tasaisinta.

Taulukko 2. Harrijärven, Isojängän, Nauramajängän ja Tuolpujärven luonnonravintolammikoiden pinta-alat (ha) ja 1-kesäisten siianpoikasten tuotantomäärät (kpl) vuosittain.

	Harrijärvi	Isojängä	Nauramajängä	Tuolpujärvi
Pinta-ala ha	26,9	15,1	78,8	54
1978	1	86 500		122 800
1979	150 400	155 300	283 800	289 300
1980	303 990	69 465	504 400	111 770
1981			623 200	227 650
1982			465 870	359 150
1983			682 000	485 400
1984			329 300	254 800
1985	36 310	131 470	370 050	285 950
1986	205 800	125 230	298 060	93 390
1987	91 310	148 420	285 610	101 500
1988	123 700	152 600	408 900	247 200
1989	257 660	107 260	364 300	150 050
1990	324 500	90 600	363 900	302 400
1991	251 100	122 680	351 900	168 500
1992	173 110	77 290	219 950	
1993	247 660	62 220		64 990
1994	239 610	141 380	291 500	321 090
1995	279 890	138 290	430 000	123 450
1996	223 650	89 770	216 100	243 800
1997	261 300	102 580	113 180	216 600
1998	256 280	97 700	71 900	148 960
1999	192 720	118 260		143 560
2000	147 133	70 603	84 751	130 709

Luonnonravintolammikoiden tuotoissa on ollut suurta vaihtelua. Liitteessä 1 on esitetty luonnonravintolammikoiden tuottoprosentit kuvassa 7, hehtaarikohtainen kappaletuotto kuvassa 8 ja hehtaarikohtainen kilotuotto kuvassa 9. Tuottoprosentti on vaihdellut välillä 9–92 % ja se on ollut keskimäärin 49 % (Harrijärvi 56 %, Isojängä 68 %, Nauramajängä 40 % ja Tuolpujärvi 36 %). Hehtaarikohtainen kappaletuotto on vaihdellut välillä 900–12 000 kpl ja se on ollut keskimäärin 5 700 kpl. (Harrijärvi 7 800 kpl, Isojängä 7 300 kpl, Nauramajängä 4 500 kpl ja Tuolpujärvi 3 900 kpl). Viime vuosina kappaletuotto on ollut laskussa. Hehtaarikohtainen kilotuotto on vaihdellut välillä 4–55 kg ja se on ollut keskimäärin 24 kg. (Harrijärvi 32 kg, Isojängä 30 kg, Nauramajängä 20 kg ja Tuolpujärvi 18 kg). Myös kilotuotto on viime vuosina hieman pienentynyt.

Luonnonravintolammikoissa tuotettujen 1-kesäisten siianpoikasten koko on vuosina 1978–2000 ollut keskimäärin 8,8 cm ja 4,5 g. Lammikkokohtaiset vaihtelut ovat viime vuosina lisääntyneet, mikä näkyy erityisesti keskipainoissa (liite 1 kuva 10 ja 11). Poikasten keskikoko on viime vuosina ollut hieman suurempi kuin 1990-luvun vaihteissa. Siianpoikasten kuntokerroin syksyllä tyhjennyksen yhteydessä on ollut keskimäärin 0,63 (liite 1 kuva 12). Kuntokerroin vaihtelee lammikoiden välillä ja korkein havaittu arvo on ollut Harrijärvessä (0,81) ja matalin Tuolpujärvessä (0,52).

Tuotantomäärien vaihteluiden syyt

Luonnonravintolammikot ovat yksilöllisiä ja niiden tuotantokyky ja luonne muuttuvat lammikon tyypin ja iän mukaan. Mikäli lammikkoa ei tyhjenetä syksyisin kokonaan vedestä, saadaan siitä jatkossa parempi tuotanto (Lindqvist & Pärjälä 1982). Tällöin lammikon ravinnetaso pysyy tasaisempana ja planktonituotanto käynnistyy seuraavana keväänä nopeammin.

Lammikon rakenteelliset ominaisuudet vaikuttavat sen täyttymiseen, ylivaluntaan ja tyhjentämiseen, mitkä kaikki vaikuttavat lammikon tuotantomääriin ja hoitotarpeeseen. Nauramajängän lammikko on karuuntunut vuosien kuluessa, mikä selittää osaltaan tuotannon pienentymistä. Toisaalta lammikon avovesipinta-ala on pienentynyt alkuperäisestä noin kolmasosaan, koska turvelautat ovat nousseet pintaan. Myös Isonjängän tuotantopinta-ala on pienentynyt turpeen nousun vuoksi.

Inarin lammikoita on pidetty muutaman kerran kesannolla, mutta sillä ei ole saatu parannusta tuotantoon. Isojängällä mikään käsittely ei selitä yksistään tuotannon vaihteluita, mutta vaihtelu onkin ollut varsin vähäistä.

Sääolosuhteet

Lammikoiden tuotantoprofiilit voivat olla erilaiset samanakin kesänä (Lindqvist & Pärjälä 1982). Runsaat lumimäärät ja sateet lisäävät valuntaa ja ylivirtaamaa, minkä seurauksena ravinteiden määrä alenee lammikossa. Alkukesällä alhainen ilman lämpötila pitää myös lammikon veden lämpötilan alhaisena, mikä vaikuttaa heikentävästi lammikon tuotanto-ominaisuuksiin, poikasten kasvuun ja ehkä myös ravinnon saataavuuteen planktonin hitaan kehittymisen kautta (Lindqvist & Pärjälä 1982). Toisaalta liian korkea veden lämpötila aiheuttaa kasvun heikentymistä ja jopa kalojen kuoleman (Vehanen & Niemitalo 1989). Inarin lammikoilla kevään viivästyminen on tyypillisempää kuin kesäajan erityisen korkeat veden lämpötilat.

Poikaset kuoriutuvat myöhäisinä keväänä liian aikaisin suhteessa joidenkin lammikoiden sulamiseen. Myöhäiset keväät aiheuttavat myös kuoriutumisen venymisen pitkälle ajanjaksolle, jolloin suurimpiin lammikoihin joudutaan tekemää istutuksia pitkän ajan kuluessa, jotta tavoiteltu istutusmäärä saavutettaisiin. Kesän aikaisten vedenlämpötilasummien ja kasvukauden pituuden ei todettu korreloivan lammikoiden tuotantomäärien kanssa.

Sääolosuhteet vaikuttavat myös lammikoiden tyhjentämiseen ja poikasten kiinniottoon, missä voi olla vuosien välillä suuriakin eroja. Inarin alueen lammikot on pääsääntöisesti saatu tyhjennettyä ennen talven ja pakkasten tuloa.

Kalkitus

Inarin lammikoiden kalkituksessa on käytetty dolomiittikalkkia. Sopiva kalkkimäärä on arvioitava lammikkokohtaisesti ja voi vaihdella 50-75 kg/ha aina 200–5 000 kg/ha asti (Lindqvist & Pärjälä 1982). Voimakkaan kalkituksen positiiviset vaikutukset tulevat todella esille vasta 2–4 vuoden kuluttua (Haines 1981). Vehasen ja Niemitalon (1989) mukaan kalkituksella oli Taivalkosken lammikoilla vain vähäinen alkaliniteettiä kohottava vaikutus ja happamuus vaihteli laajalti eri lammikoilla kalkitusmääristä riippumatta. Kalkkia liukeni kasvatuskauden aikana jatkuvasti pohjaliejusta (Vehanen & Niemitalo 1989). Inarissa Tuolpujärvellä tuotantovuotta edeltäneen kolmen kalkituskerran kokonaismäärä selitti eniten tuotantovaihteluita.

Lannoitus

Lammikoiden lannoituksessa tulee ottaa huomioon vaihtelut niiden lämpötilaolosuhteissa eri kesinä sekä lammikoiden ylivirtaamat (Lindqvist & Pärjälä 1982). Minimiravinne voi muuttua kasvukauden aikana. Fosfori on minimiravinne kun sen pitoisuus on pienempi kuin 50 µg/l (Chiaudani & Vighi 1975, Forsberg 1976). Lannoite tulisi

levittää tasaisesti päivittäin tai viikoittain lammikkoon (Gerhard 1975). Jään päälle tehtynä lannoitus on ollut tehotonta (Vehanen & Niemitalo 1989).

Inarissa käytetty levitysmenetelmä, rakeisen lannoitteen liuotus lannoitelautoilla, aiheuttaa fosforipitoisuuden nopean nousun, jonka jälkeen pitoisuus laskee nopeasti (Vehanen & Niemitalo 1989). Tämän seurauksena perustuotanto vaihtelee. Suurehkot lannoitelisäykset voivat aiheuttaa pH:n kohoamisen haitallisen korkealle plankton-tuotannon nousun vuoksi (Vehanen & Niemitalo 1989). Runsaat sateet voivat toisaalta aiheuttaa nopean pH:n laskun. Lannoitemäärät ovat lammikkokohtaisia perustuen vedenlaatu-tietoihin ja lammikon hoitajan kokemuksiin lammikoiden käyttäytymisestä (Vehanen & Niemitalo 1989). Nestemäisen lannoitteen käyttö on helppoa ja sillä saadaan nopea vaikutus perustuotantoon, mutta edellyttää tiheävälisiä ja mielellään jatkuva lannoitusta lammikoilla.

Tuolpujärvellä vain tuotantovuotta edeltäneen vuoden lannoitteen kokonaisfosforimäärä korreloi positiivisesti tuotannon vaihteluihin. Nauramajängällä taas lannoitemäärä, kokonaisfosforin määrä ja vesiliukoisen fosforin määrä selittivät tuotannossa havaittuja vaihteluita. Samoin positiivisesti korreloivat tuotantovuotta edeltäneen vuoden kokonaisfosforin ja vesiliukoisen fosforin määrät. Inarin lammikoilla ei lannoituksella aina saavutettu tavoiteltua 50 µg/l kokonaisfosforipitoisuutta.

Happamuus

Kalatuotannon kannalta edullisena pH:na pidetään 6,5–8,5 (EIFAC 1969). Korkea pH haittaa lammikon tuotantoa tyypikierron kautta. Matala pH taas aiheuttaa haittaa poikasille edistämällä metallien, erityisesti raudan, liukenemistä veteen (Lindqvist & Pärjälä 1982). Ongelmia voivat aiheuttaa pH:n alhaisuus keväällä ja korkeus kesällä erityisesti alhaisen puskurikyvyn lammikoissa (Vehanen & Niemitalo 1989). Inarissa on muutamia kertoja havaittu planktonkukintojen yhteydessä korkeita pH-arvoja, mutta niiden vaikutuksista ei ole näyttöä.

Veden laatu

Vehasen & Niemitalon (1989) mukaan Taivalkosken alueen lammikot eroavat veden laadultaan toisistaan erityisesti sähkönjohtokyvyn ja alkaliniteetin osalta. Samassa lammikossa voi veden laatu vaihdella vuosittain merkitsevästi. Myös saman lammikon eri kohdista otetut vesinäytteet voivat vaihdella laadultaan vaikeuttaen johtopäätösten tekemistä. Poikasille suotuisia olosuhteita kuvaavat korkea kokonaisfosforipitoisuus, pH, alkaliniteetti ja sähkönjohtokyky (Vehanen & Niemitalo 1989). Kokonaisfosforin optimitasona lammikoissa pidetään 50-75 µg/l (Ahonen 1987). Veden laadun muuttujien keskinäiset korrelaatiot ovat voimakkaita. Täten yksittäisten muuttujien vaikutusta tarkasteltaessa tulee olla varovainen (Vehanen & Niemitalo 1989). Alkaliniteetti kuvaa veden puskurikykyä ja sen vaikutuksesta fosforin saatavuus paranee ja lammikon tuotto kasvaa (Vehanen & Niemitalo 1989). Alkaliniteetti on ollut optimitasoa alempi muissa Inarin lammikoissa paitsi Tuolpujärvässä.

Poikasten kasvu

Poikasten kasvussa on vuosien ja lammikoiden välillä suuria eroja. Inarissa keskimäärin puolet istutetuista poikasista kuolee syksyyn mennessä. Kuolleisuus on suurinta välittömästi istutuksen jälkeen. Syinä voivat olla kevään epäedulliset sääolot, selkärangattomien eläinten aiheuttama kuolleisuus ja nälkiintyminen (Vehanen & Niemitalo 1989). Vehasen (1989) mukaan istutustiheyden nosto kasvatti poikastiheyttä, mutta kalojen kasvu heikentyi siten, että lammikon kilotuotto ei juurikaan parantunut. Paras tuotto saavutetaan Inarin lammikoilla 10 000–14 000 kpl/ha istutustiheydellä, mikä on pienempi kuin muualla havaittu (Ahonen 1987). Istutustiheys ei vaikuttanut poikasen kokoon (Ahonen 1987).

Happi

Happea on yleensä riittävästi, koska tuulet sekoittavat matalien lammikoiden vesimassan kokonaan. Veteen happipitoisuus voi muodostua ongelmaksi lämpiminä syksyinä,

jolloin aktiivinen orgaanisen aineen hajotustoiminta voi kuluttaa hapen loppuun yöaikana (Vehanen & Niemitalo 1989). Muutamassa Inarin alueen lammikossa on syksyllä havaittu tavanomaista ”veltompia” poikasia, jotka ovat voineet kärsiä yöaikaisesta hapenvajauksesta.

Ravinto

Vehasen & Niemitalon (1989) mukaan siianpoikaset käyttävät 3-5 vrk istutuksesta ravintona vesikirppujen (*Cladocera*) juvenile-yksilöitä, hankajalkaisten (*Copepoda*) nauplius-toukkia sekä pieniä, todennäköisesti planktisia, surviaissääsken toukkia. Vehasen & Niemitalon (1989) mukaan Taivalkoskella eläinplanktonituotanto alkoi vesikirppujen ja hankajalkaisten osalta 10–15 vuorokautta lammikon täyttymisen jälkeen. Vuosien väliset vaihtelut olivat kuitenkin suuria. Poikasten valikoiva syöminen muuttaa eläinplanktonin laji- ja kokojakaumaa (Lindqvist & Pärjälä 1982).

Lammikkoon muualta siirretty planktonravinto kasvattaa poikasen kokoa varsinkin alkukesällä kun lammikossa ei ole vielä paljoa lammikon tuottamaa planktonia tarjolla (Lindqvist & Pärjälä 1982). Vehanen & Niemitalo (1989) ovat esittäneet siianpoikasten starttausta kuivarehulla ennen niiden siirtoa lammikkoon, mutta tätä vaihtoehtoa ei ole kokeiltu Inarissa.

Pieni poikanen kestää käsittelyä ja kuljetuksia heikommin kuin suurikokoinen. Lehtimäen (1984) mukaan pieni poikanen voi istutuksen jälkeen kuitenkin saavuttaa kasvussaan suuremman poikasen. Mitä suurempi istukas on, sitä parempi on istutuksesta saatava saalis (Vehanen & Niemitalo 1989). Inarin alueen lammikoilla tavoiteltu poikasen koko on yli 8 cm. Inarin alueen pohjasiiian luonnonpoikasten koko ensimmäisenä syksynä vaihtelee 6-11 cm välillä.

Pedot

Viljeltävän lajin vanhemmat ikäryhmät, muut haitalliset kalat ja petomaiset selkärangattomat eläimet voivat heikentää tuotantoa, mikäli niitä on suuria määriä. Inarin alueen lammikoissa oli vuonna 2000 poikkeuksellisen paljon suursukeltajia. Linnut (koskelot, kuikat, lokit ja tiirat) ovat aiheuttaneet jonkin verran vahinkoa, mikäli ne ovat päässeet pyyntilaitteisiin.

Johtopäätökset

Luonnonravintolammikot ovat yksilöllisiä ja niiden tuotantokyky ja luonne muuttuvat lammikon tyyppin ja iän mukaan. Isojängällä mikään käsittely ei selittänyt yksistään tuotannon vaihteluita. Harrijärvellä edellisen vuoden tuotantomäärä selitti parhaiten toimintavuoden tuotantomäärän vaihteluita. Tuolpujärvellä tuotantovuotta edeltäneen kolmen kalkituskerran kokonaismäärä ja edellisen vuoden lannoitteen kokonaisfosforimäärä selittivät eniten tuotantovaihteluita.

Nauramajängän lammikko on karuuntunut ja avovesipinta-ala pienentynyt vuosien kuluessa, mitkä selittivät eniten tuotannon pienentymistä. Myös tuotantovuoden ja edellisen vuoden lannoitemäärä, kokonaisfosforin määrä sekä vesiliukoisen fosforin määrä selittivät tuotannossa havaittuja vaihteluita.

Koska Inarin alueen lammikot tyhjenetään lähes kokonaan syksyllä poikasten kiinniton yhteydessä, viivästyttää se seuraavan vuoden planktonituotannon alkamista. Lammikoiden tyhjennyksessä voisi kokeilla toimintatapaa, jonka seurauksena lammikon kaikkea vettä ei juoksetettaisikaan pois syksyllä. Tätä vastaavaa toimintatapaa eli lammikon jättämistä kesannolle on kokeiltu Inarin lammikoilla muutaman kerran, mutta sillä ei saatu parannusta lammikoiden tuotantoon.

Sääolosuhteet vaikuttavat huomattavasti niin lammikoiden vuosittaiseen tuotantoon kuin kalojen keräilyynkin. Lammikoiden tuotantoprofiilit voivat kuitenkin olla erilai-

set samanakin kesänä, mikä edellyttää lammikoiden hyvää tuntemista ja veden laadun muutosten seuraamista.

Kalkitus selitti tuotantovaihteluita erityisesti Tuolpujärvässä. Peruskalkituksen säännöllisyyttä tulisi kuitenkin parantaa jatkossa kaikkien lammikoiden osalta. Lammikoiden alkaliniteetin tavoitteena tulisi olla yli 0,5 mmol/l. Lannoituksen yhteydessä lisätyn kalkin vaikutuksista ei ole saatu yksiselitteisiä tuloksia ja Harrijärvellä tulisikin kokeilua jatkaa.

Tuottavinta lannoitustapaa kullekin lammikolle tulisi selvittää edelleen. Orgaanisten lannoitteiden käyttöä tulee kokeilla edelleen, mieluiten lammikko kerralla edeten. Nestemäisen lannoitteen käytön helpottamiseksi tulisi kehittää jatkuvatoiminen halpa levitinlaite. Ennen lannoitteiden lisäämistä tulisi mitata veden happamuus ja välttää lannoitteiden lisäämistä, mikäli pH-arvo on yli 8,5. Luonnonravintolammikoiden kokonaisfosforipitoisuuksissa tulisi tavoitella tasoa 50 µg/l.

Inarin lammikoilla istutustiheytenä tulisi jatkossakin käyttää 10 000–14 000 kpl/ha, mikä näyttää tuottavan tavoitellun poikasen koon. Istutusmäärissä tulisi ottaa huomioon lammikon todellinen pinta-ala ja ylivalunnan vaikutukset poikastiheyteen. Lammikkoon istutettavan siianpoikasen alkuruokintaa laitoksessa tulisi kokeilla ja samalla selvittää parhaan tuloksen antavaa istutustiheyttä. Tämä parantaisi mahdollisuuksia odottaa haitallisen ylivalunnan loppumista ja lammikon eläinplankton tuotannon alkamista.

Elo-syyskuun yöaikaista happi- ja hiilidioksidipitoisuuksia tulisi selvittää aiemmin kriittisiksi havaituilla Harrijärven ja Tuolpujärven lammikoilla. Lammikoiden eläinplanktonlajiston rakenne tulisi selvittää kaikilla lammikoilla ja tarvittaessa pyrkiä muuttamaan sitä kalatuotantoa paremmin suosivaksi.

Poikasen koon merkitystä istutustulokseen pohjoisissa luonnonvesissä tulisi selvittää ja samalla arvioida kokonaiskustannuksiltaan taloudellisin istutuskoko ottaen huomioon kalan koko elinkaari. Inarin alueella tulee luonnonravintoviljelyssä jatkossakin pyrkiä yli 8 cm siianpoikasiin.

Vaikka lintujen aiheuttamia vahinkoja ei ole juurikaan havaittu, tulisi selvittää niiden aiheuttamia tappioita lammikoilla sekä pyynti- ja keräilylaitteissa.

Kirjallisuus

Ahonen, M. 1985: Kalkituksen, lannoituksen ja istutustiheyden vaikutukset Inarin luonnonravintolammikoiden siianpoikastuottoon vuosina 1976–1983. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos. Moniste. 15 s.

Ahonen, M. 1987: Kalkituksen, lannoituksen ja istutustiheyden vaikutukset Inarin luonnonravintolammikoiden siianpoikastuottoon vuosina 1976–1983. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, monistettuja julkaisuja 70: 23–45.

Chiaudani, G. & Vighi, M. 1975: Dynamic of nutrient limitations in six small lakes. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 1 319–1 324.

EIFAC 1969: Water quality criteria for European freshwater fish – extreme pH values and inland fisheries. Water Res. 3: 593–611.

Forsberg, C. 1976: Nitrogen and phosphorus as algal growth-limiting nutrients in waste-receiving waters – Devik, O. (toim.): Harvesting Polluted Waters, Plenum Press, New York.. s. 27–36.

Gerhard, D.Z. 1975: Nutrient limitation in a small oligotrophic lake in New Hampshire. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 1 013–1 022.

Haines, T.A. 1981: Acidic precipitation and its consequences for aquatic ecosystems: a review. – Transactions of the American Fisheries Society 110: 669–707.

Lehtimäki, V. 1984: Siikaistukkaiden koon vaikutuksesta istutuksen onnistumiseen. – Suomen kalastuslehti 91: 168–171.

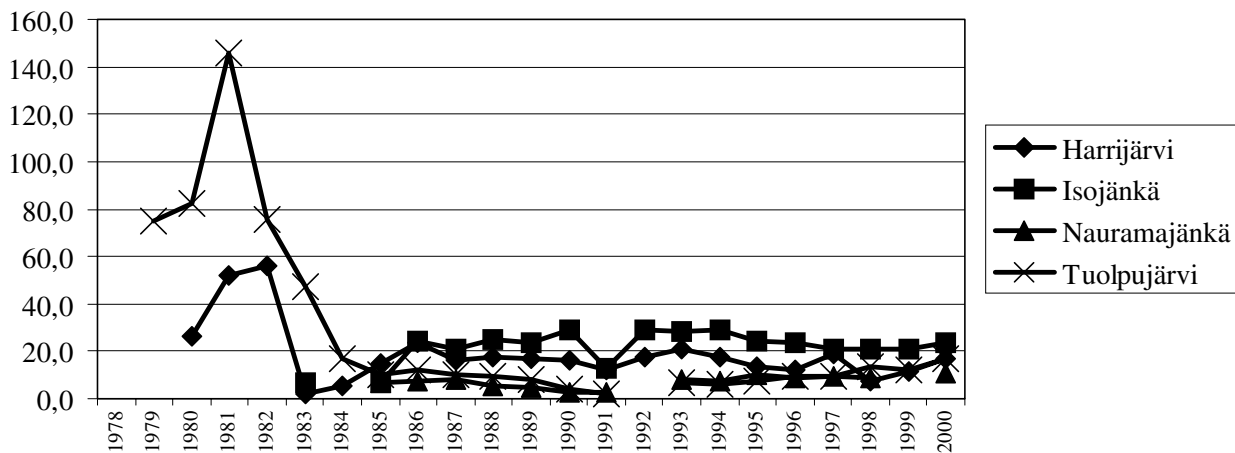
Lindqvist, O.V. & Pärjälä, E. 1982: Tutkimus luonnonravintolammikoista ja niiden poikastuotannosta Inarissa. – Kuopion korkeakoulu, Soveltavan eläintieteen laitos. Moniste. 120 s.

Vehanen, T. 1989: Metsähallituksen Pohjanmaan piirikunnan siianpoikasten (*Coregonus lavaretus* coll.) viljelyyn käytettyjen luonnonravintolammikoiden tuotannosta ja tuottoon vaikuttavista tekijöistä vuosina 1977–1987. Oulun yliopisto, Eläintieteen laitos. Pro gradu–tutkielma. 89 s.

Vehanen, T. & Niemitalo, V. 1989: Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen siianpoikasten viljelyyn käytettyjen luonnonravintolammikoiden tuotosta ja tuottoon vaikuttavista tekijöistä. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos. Moniste. 66 s.

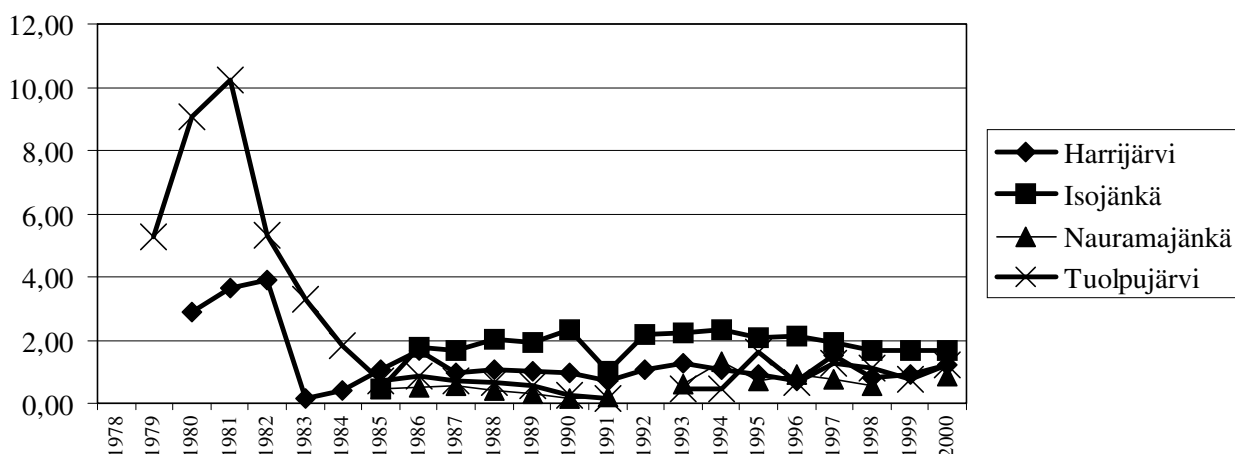
LIITE 1 / KUVA 1.

LANNOITUS KG/HA



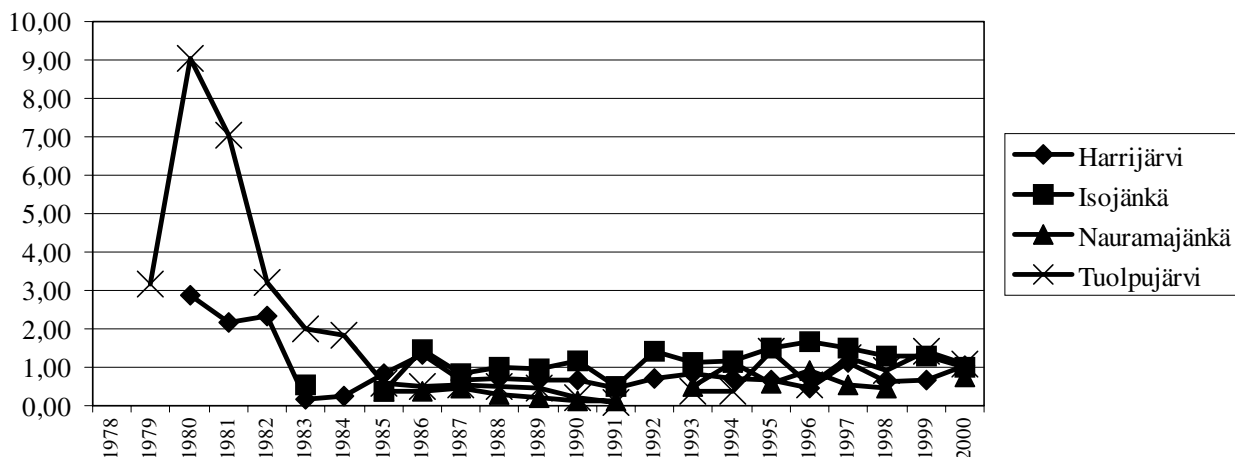
LIITE 1 / KUVA 2.

LANNOITUS KOKONAISFOSFORI KG/HA



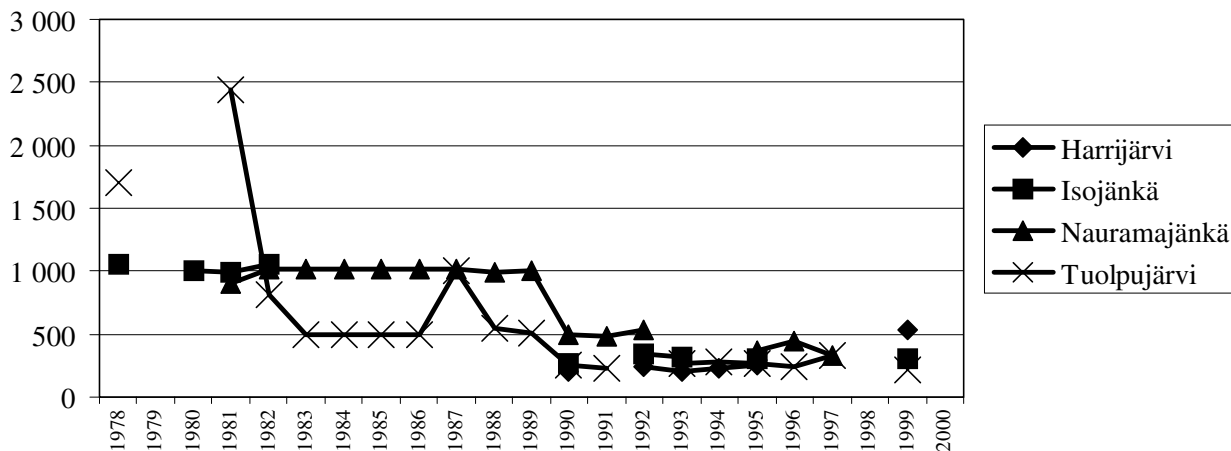
LIITE 1 / KUVA 3.

LANNOITUS VESILIUKOINEN FOSFORI KG/HA



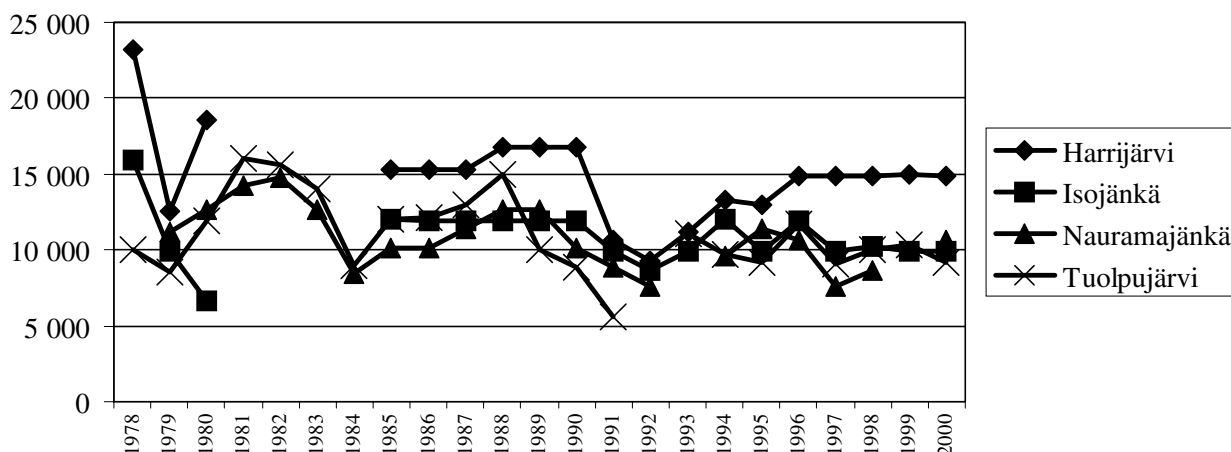
LIITE 1 / KUVA 4.

KALKITUS KG/HA



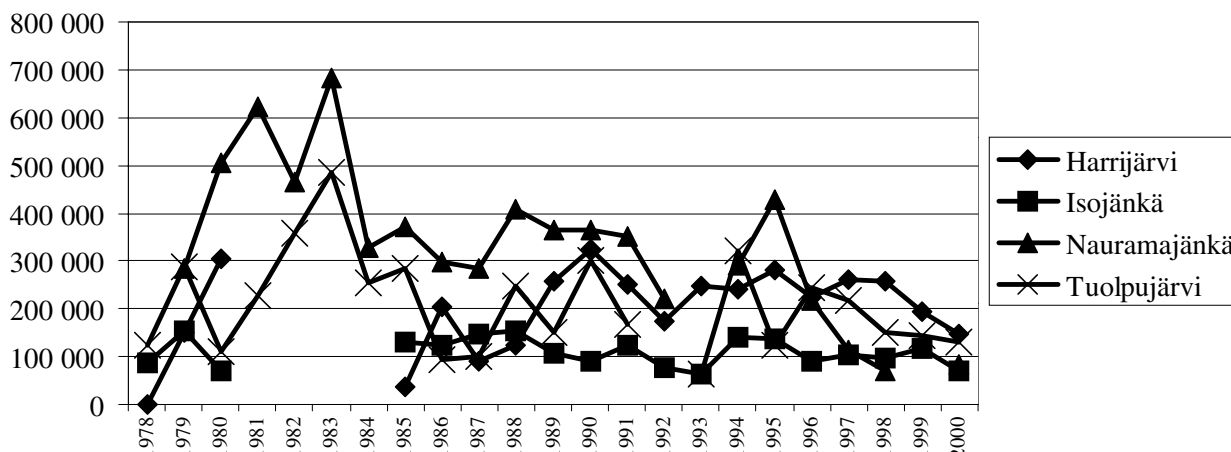
LIITE 1 / KUVA 5.

ISTUTUSTIHEYS KPL/HA



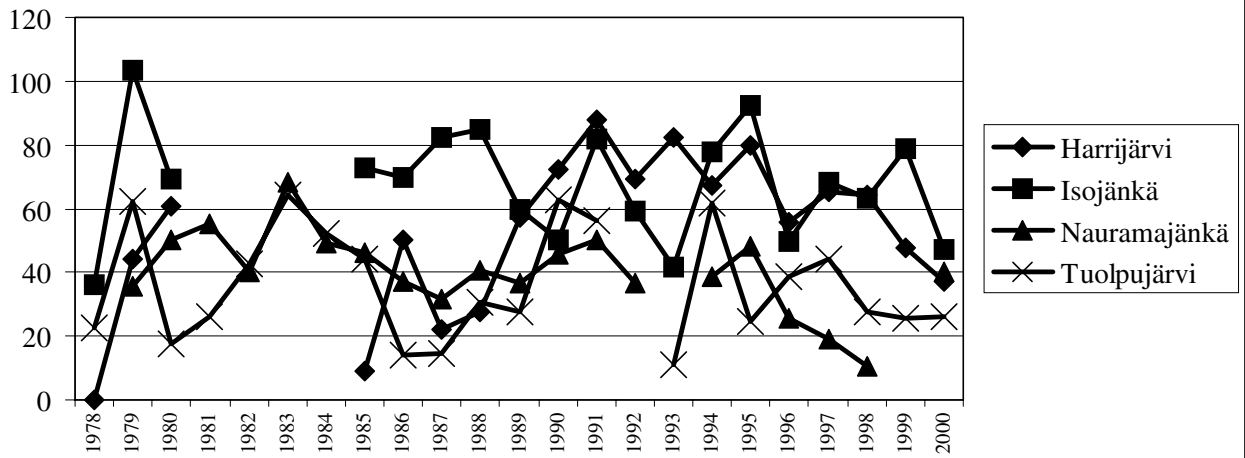
LIITE 1 / KUVA 6.

TUOTANTOMÄÄRÄ KPL



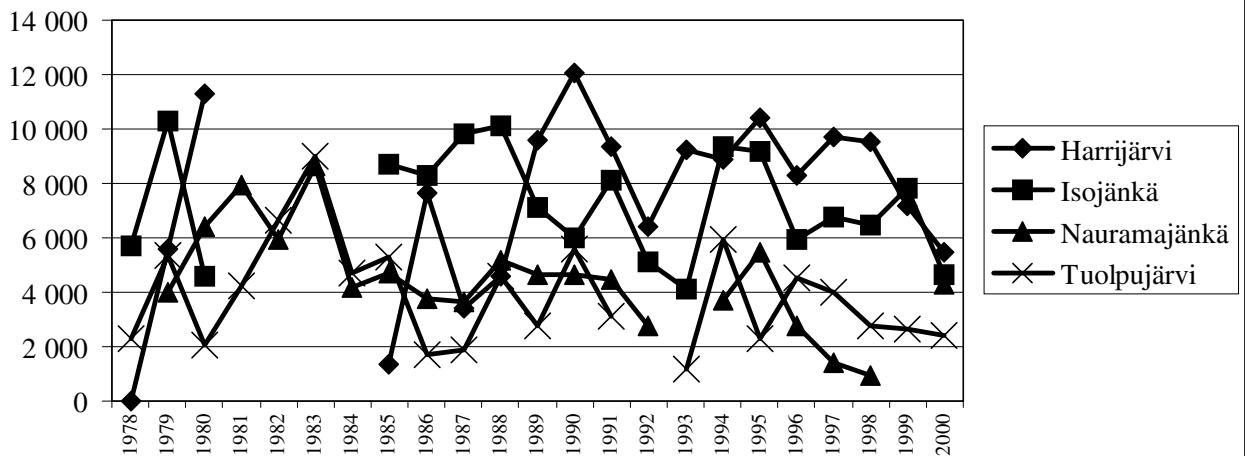
LIITE 1 / KUVA 7.

TUOTTOPROSENTTI



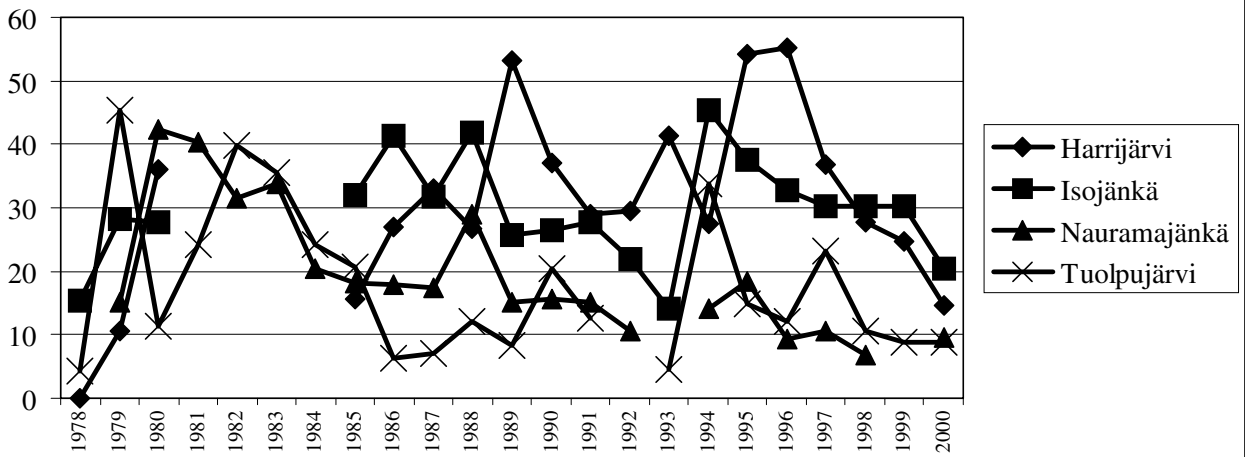
LIITE 1 / KUVA 8.

TUOTTO KPL/HA



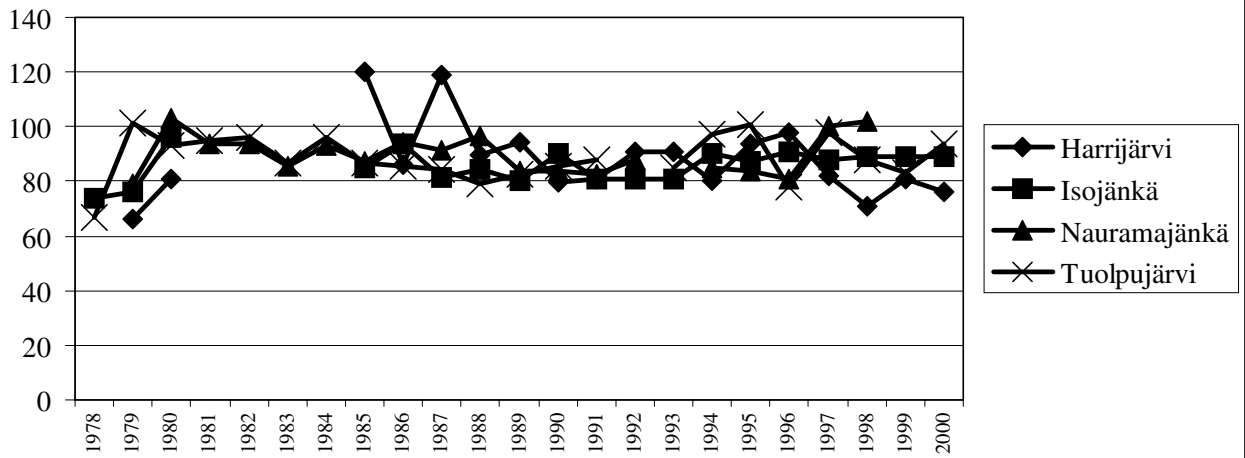
LIITE 1 / KUVA 9.

TUOTTO KG/HA



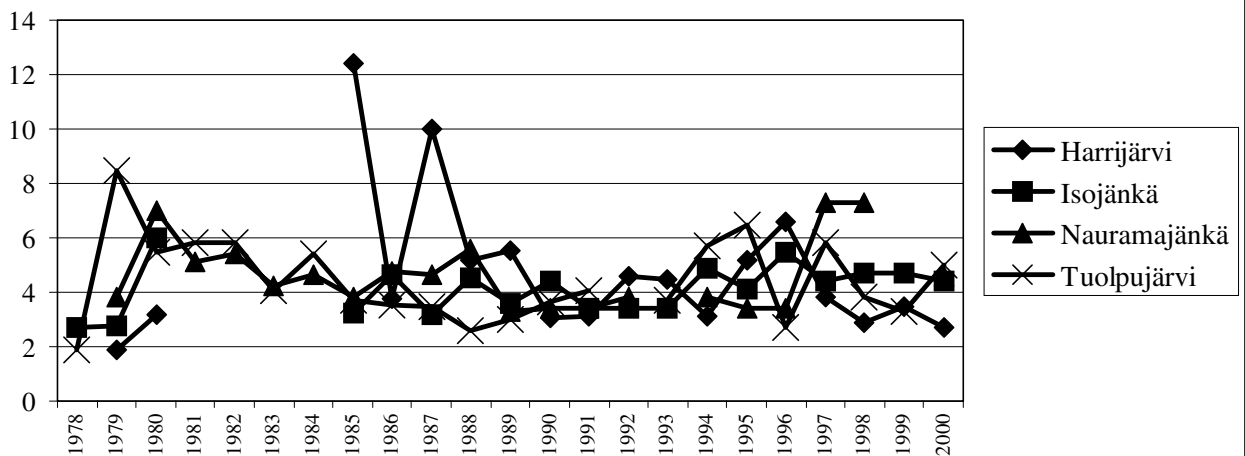
LIITE 1 / KUVA 10.

KESKIPIITUUS MM



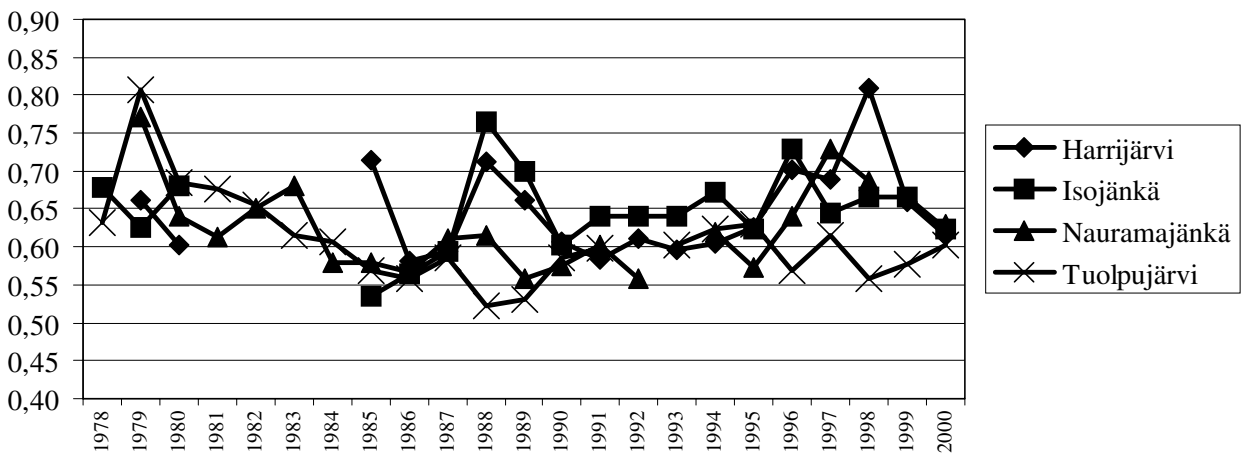
LIITE 1 / KUVA 11.

KESKIPAINO G



LIITE 1 / KUVA 12.

KUNTOKERROIN



Luonnonravintolammikoiden tuotannon säätely

Tapio Lovikka
Voimalohi Oy, Valtakatu 4 A, 96100 Rovaniemi

Luonnonravintoviljelyn tuotannollinen tarkastelu ja tuotantoon vaikuttavien tekijöiden arviointi on ongelmallista, koska luonnonravintolammikot ovat ominaisuuksiltaan yksilöllisiä. Lisäksi arviointia vaikeuttaa se, että lammikoista saatavat poikasmäärät eivät välttämättä kuvaa todellista tuotantoa. Lammikoihin voi jäädä olosuhteista riippuen merkittäviäkin poikasmääriä, joiden luotettava arviointi ei ole mahdollista. Myöhemmin esitettävät tuotantomäärät kuvaavatkin vähimmäistuotantotasoa eri siikamuotojen (pääosin vaellussiika) viljelyssä. Tilastollisesti merkittävien riippuvuuksien osoittaminen suurestakaan aineistosta ei yleensä onnistu. Luonnonravintoviljely saattaa näyttää ensisilmäyksellä yksinkertaiselta yhden kalalajin elinympäristönä. Sitä se ei kuitenkaan käytännössä ole.

Tuotannon vaihtelut

Kemijoen alueella keskimääräinen lr-lammikoiden tuotto on ollut v. 1983-2000 noin 4300 yks./ha ja 24,0 kg/ha, siikalammikoita on ollut vuosittain 5-9 kpl 670-860 ha (kuva 1). Poikasten keskikoko on ollut 5,5 g/yks. Keskimääräiseen tuotantoon verrattuna yksilömäärien vaihtelu on ollut - 25 %...+29 % ja massan vaihtelu -28 %... + 21 %. Poikasten keskipainon vaihtelu on ollut suurempi, -34 %...+60 % vuosikeskiarvoista laskettuna.

Lammikkokohtaisesti tuotannon ja poikasten yksilökoon vaihtelut ovat huomattavasti suurempia. Keskimääräisesti luonnonravintoviljelyssä on päästy kokotavoitteisiin (9-10 cm / 4-5 g istukas). Esimerkiksi neljän suuren luonnonravintolammikon tuotannon vuotuiset vaihtelut koko niiden tuotantojakson 1983(-85) - 2000 keskiarvoihin verrattuna ovat toteutuneet seuraavasti:

	yks./ha	kg/ha	keskipaino
Sattajärvi	- 66 %...+ 50 %	- 44 %...+ 137 %	- 38 %...+ 87 %
Matalajärvi	- 71 %...+ 71 %	- 65 %...+ 74 %	- 50 %...+ 62 %
Ristijärvi	- 39 %...+ 71 %	- 62 %...+ 52 %	- 55 %...+ 55 %
Maunujärvi	- 68 %...+ 108 %	- 67 %...+ 112 %	- 46 %...+ 110 %

Tuotannon säätelymahdollisuuksia

Tärkeimmät luonnonravintoviljelyn säätelymahdollisuudet ovat vastakuoriutuneiden poikasten istutustiheys sekä lannoitus ja kalkitus.

Tuotannon onnistumisen perusedellytys on lr-lammikon tekninen toimivuus erilaisissa olosuhteissa. Keväisin lumen sulamisvedet ja kesäaikainen sadanta on kyettävä hoitamaan hallitusti. Lammikon sulkeminen vähänkin väärään aikaan voi aiheuttaa sen jäämisen vajaaksi, jolloin menetetään tärkeää tuotantopinta-alaa. Toisaalta jouduttaessa juoksuttamaan vettä kasvatuskauden alussa on poikasten alas valumista veden mukana vaikea estää. Koska vastakuoriutuneet poikaset on istutettava parin päivän kuluessa kuoriutumisesta, lammikon säännöstely on kyettävä hoitamaan lyhyessä ajassa. Kevään is-

tutusajankohtaa on voitu säädellä mädin kylmähaudonnalla, mikä onkin joidenkin lammikoiden osalta välttämätöntä tuotannon varmistamiseksi.

Istukkaiden kokotavoitteiden saavuttamisessa keskeinen merkitys on vastakuoriutuneiden poikasten henkiin jäännillä. Lammikoittain kesänvanhojen takaisinsaanti vastakuoriutuneiden poikasten istutuksista on vaihdellut 15 %... 80 % (kuva 2). Henkiin jäävien poikasten määrä vaikuttaa ratkaisevasti poikasten kasvuun ja toteutuvaan kokoon. Vaikka viljelyä suunniteltaessa pyritään ottamaan huomioon kohtuullinen riskierroin, voi tuotettujen istukkaiden keskikoko vaihdella laajoissa rajoissa. Henkiin jäantiin vaikuttaa huomattavasti vk-istutuksen jälkeiset sääolot, lammikoiden ravintotilanne ja istutettavien poikasten laatu. Käytännön kokemuksen perusteella poikasten henkiin jäänti on runsainta, kun vesi lämpiää hitaasti ja tasaisesti ensimmäisten viikkojen aikana. Jos lämpötila nousee nopeasti heti istutuksen jälkeen, kuolleisuus on keskimääräistä suurempaa. Vk-poikasten istutusten jälkeen tuotantokauden aikana poikastiheyttä lammi-koissa ei ole käytännössä mahdollista merkittävästi säädellä. Tarvittavat toimenpiteet olisi suoritettava tuotantokauden alkupuolella, jolloin mahdollista kasvun taantumaa on vielä vaikea havaita.

Luonnonravintolammikoiden tuotantotasoa laskee vähitellen lammikoiden ikääntyessä. Sen vuoksi niiden tuotanto-olosuhteita joudutaan parantamaan kalkituksella ja lannoituksella. Jatkuvasti tiukkenevien ympäristönormien vuoksi erityisesti lannoituksiin joudutaan kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Miten lannoitus tulisi hoitaa parhaalla mahdollisella tavalla yhteen sovittamalla tuotannolliset tavoitteet ja ympäristövaikutukset? Omassa toiminnassamme tavoitteena on ollut lammikoiden tuotannon säilyttäminen 20-30 kg/ha tasolla. Tuottoa voitaneen kohottaa merkittävästi korkeammallekin tasolle tehokkaalla lannoituksella, mikä ei kuitenkaan ympäristönsuojelullisista syistä ole yleensä mahdollista. Toisaalta lammikon liiallinen rehevyys voi olla myös tuotannon riskitekijä, koska korkea perustuotantotasoa voi aiheuttaa veden happitaloudessa ongelmia elokuulla öiden pimentyessä.

Koska poikasten kasvuaika on lyhyt, noin 100 vrk, on ravinteiden kierto tuotantoketjussa oltava nopeaa. Epäorgaanisen lannoituksen käyttö on ajoitettava tuotantokauden alkupuolelle, jotta ravinteet ehtisivät mukaan tuotantokiertoon. Liian pitkään jatkuva lannoitus aiheuttaa vesien-suojelullisia ongelmia. Toisaalta lannoituksen vaikutuksen lakkaaminen liian aikaisin lämpimän veden aikana vaikuttaa epäedullisesti poikasten kuntoon syksyllä.

Kokeiluna on käytetty myös orgaanista lannoitusta. Kalantuotanto perustuu tällöin osittain orgaanisen aineksen hajottamisprosessin aikaansaamaan eliötuotantoon. Orgaanisen lannoituksen käyttö on yleensä parantanut lammikoiden tuotantotasoa huomattavasti. Orgaanisen aineen hidas hajoaminen vaikuttaa tuotantoon myös seuraavina tuotantokausina. Orgaanisen lannoituksen käyttömahdollisuuksia ja menetelmiä tulisi tutkia yhteistyössä tuottajien ja ympäristöviranomaisten kanssa, koska sen avulla mitä ilmeisimmin voidaan vähentää fosforilannoitteen kokonaismäärää.

Lähes selvittämätön osa tuotannon kehittämisessä on mahdollisten hivenaineiden merkitys viljelytuloksen kannalta. Lammikon tuotto ei selity aina fosfori-/typpitilanteella tai lammikon happamuustasolla. Tuotannon minimitekijä voi olla jokin perustuotannolle välttämättömän hivenaine, jolloin tuotantotasoa ei voida parantaa oleellisesti lannoituksella. Mahdollisimman tasapainoisen lannoite-/hivenainelisäyksen avulla voidaan lannoituksen määrä pitää mahdollisimman pienenä. Toisaalta planktoneliöstön lajiston muutos voi olla vaikuttava ja tuotannon vaihteluita selittävä. Sen vuoksi lammikoiden kalojen ravinnonkäyttöä tulisi myös seurata ja kehittää siihen toimivat menetelmät.

Keräily osa tuotantoa

Luonnonravintopoikaset keräillään valtaosin lammikon tyhjentämävaiheessa erityisin keräily-laittein. Poikasten keräily rajoittuu lyhyeen ajanjaksoon syksyllä. Veden läm-

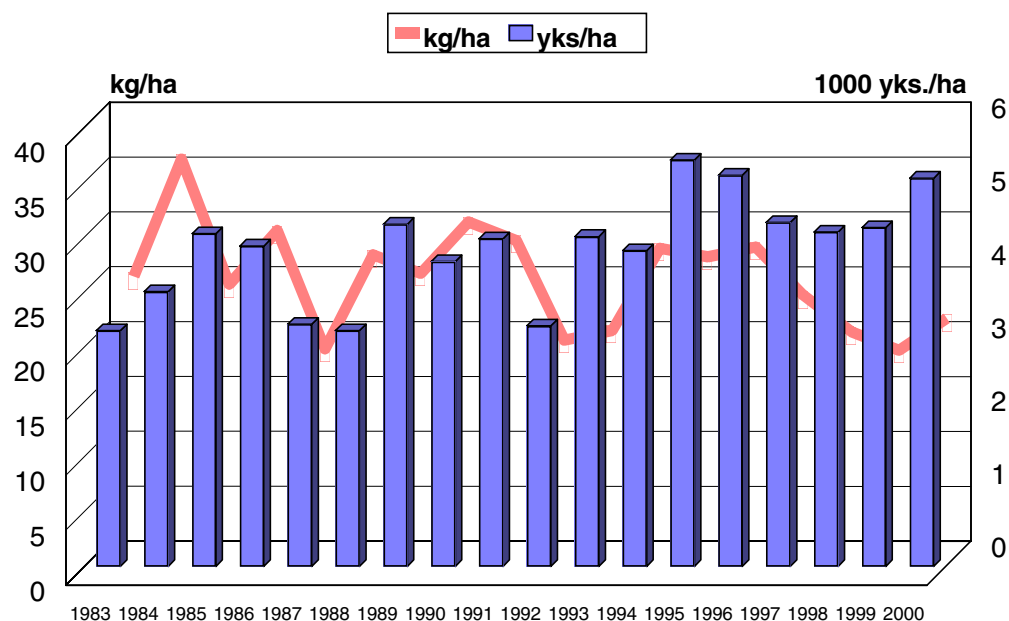
pötilän ollessa yli 10-12 °C siikojen käsittely on ongelmallista suompeitteen irtoamisherkkyuden vuoksi. Siianpoikasten laskeutuminen lammikosta ei ole kuitenkaan suoraviivaista. Esim. Satta- ja Matalajärvellä (kuva 3) siiat alkavat tulla lammikosta, kun vedestä on juoksettu yli 80-90 %. Korkea veden lämpötila tyhjennysaikana hidastaa poikasten laskeutumista.

Muita tuotannon rajoittajia

Muita tuotantoon oleellisesti vaikuttavia tekijöitä ovat mm. muu kalasto, joista kokemustemme perusteella hauki, kymmenpiikki ja lammikkoon jääneet edellisen vuoden poikaset ovat pahimpia.

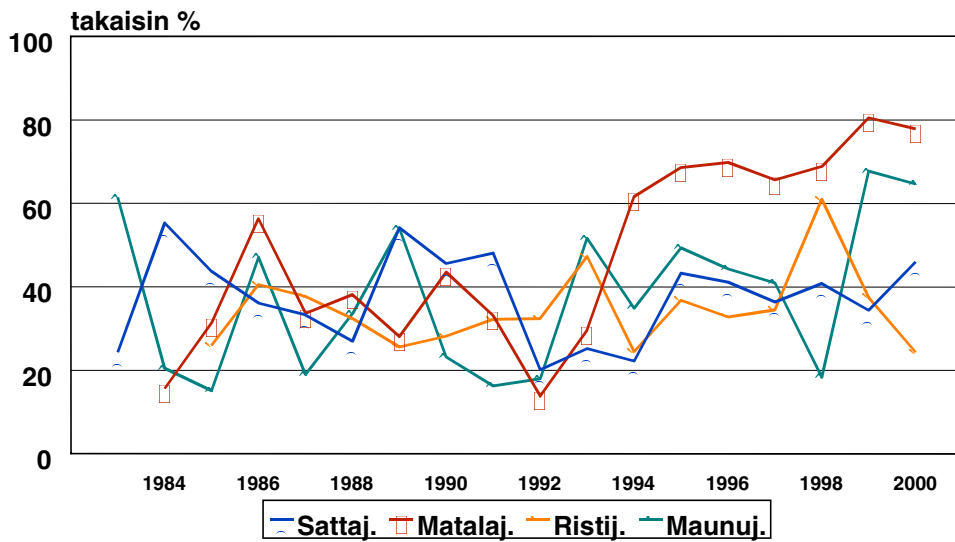
Haukiongelmat ovat liittyneet poikkeuksellisiin kevään virtaamaolosuhteisiin. Edellisen vuoden poikaset voivat aiheuttaa pahimmillaan merkittäviä tappioita syömällä alkukesän aikana vasta-istutettuja poikasia. Ne voivat tulla toimeen talven yli hämmästyttävän huonoissa olosuhteissa.

Koskelot ovat löytäneet syysmuutollaan eräät lammikot jo 1980-luvulta lähtien. Ilman jatkuvaa tyhjennysvaiheessa tapahtuvaa vartiointia ne voivat aiheuttaa viljelijälle erittäin suuria tappioita.

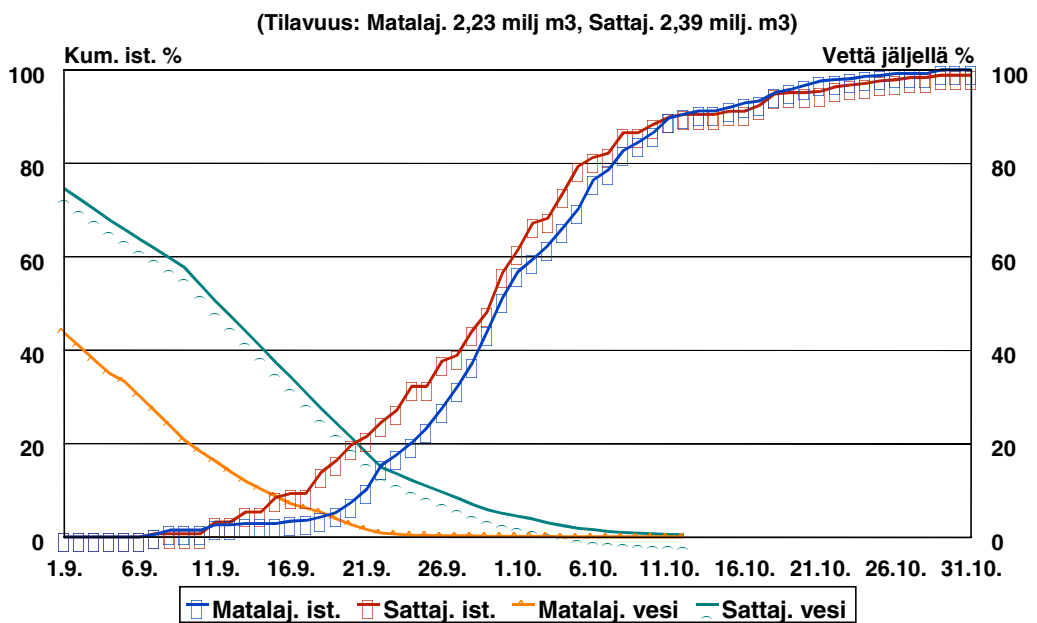


Kokonaistuotanto 1983-2000 60 milj. yks. / 323 tn

Luonnonravintolammikoiden keskimääräinen siikojen tuotto Kemijoella 1983-2000.



Istukkaiden takaisinsaanti-% vk-istutusmäärästä 1983-2000.



Matalaj. yht. 7,17 milj. yks, Sattaj. yht. 6,16 milj. yks.

Lr-lammikoiden tyhjentäminen keskimäärin 1996-2000.

Luonnonravintoviljelyn vaikutukset alapuoliseen vesistöön

Petri Heinimaa
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Inarin kalantutkimus ja vesiviljely

Yleistä

Kalojen luonnonravintoviljelyllä tarkoitetaan kalankasvatusta, jossa lammikkoon istutetut kalanpoikaset käyttävät ravinnokseen lammikon itsensä tuottamaa tai siihen kulkeutuvaa elävää ravintoa. Luonnonravintolammikon poikastuotannon lisäämiseksi lammikoita voidaan lannoittaa ja kalkita sekä joissakin tapauksissa myös antaa lisäruokintaa. Kaikki nämä toiminnot lisäävät lammikon tyhjennysveden ravinnepitoisuutta.

Vuosina 1987 ja 1988 selvitettiin Inarissa Jaakoppijärven, Tomminkämpälammen ja Tuolpujärven luonnonravintolammikoiden tyhjennysten vaikutusta alapuolisiin järviin (Niemitalo 1989). Tässä esitetään keskeisimmät tulokset em. selvityksestä.

Lammikot

Jaakoppijärvi

Jaakoppijärvi on vuonna 1976 luonnonjärvestä rakennettu luonnonravintolammikko, jonka pinta-ala on 21,4 ha ja tilavuus 211 400 m³ ylärajallaan N43+211,00. Lammikon keskisyvyys on 1,2 m ja suurin syvyys 1,4 m. Lammikossa on liejupohja. Jaakoppijärven valuma-alue on 377 ha. Lammikon tyhjennysvedet laskevat 200 m pitkän tyhjennyskanavan kautta Ruohojärveen (kaltevuus keskimäärin 1,9 %). Kanavan pohja on karkeaa soraa. Lammikon lannoite- ja poikastuotantotiedot on esitetty taulukossa 1.

Jaakoppijärven alapuolisen Ruohojärven keskisyvyys on 1,69 m, pinta-ala 73,5 ha ja tilavuus noin 1,24 miljoonaa m³. Jaakoppijärven ja Ruohojärven tilavuuksien suhde on 1:6.

Taulukko 1. Jaakoppijärven hehtaariohittaiset lannoitusmäärät, kalkitusmäärät ja poikastuotto sekä lisäruokinta ja viljelylajit vuosina 1980-1988

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Lannoitus kok-P kg/ha	-	1,5	3,3	0,7	-	0,2	-	-	1,3
Lisäruokinta kg	-	1360	-	-	-	540	635	-	655
Kalkitus kg/ha	-	-	-	-	-	500	514	514	420
Poikastuotto kg/ha	17,0	11,0	29,0	0,5	24,4	7,2	3,4	13,0	22,1
Viljelylaji	Siika	Siika	Siika	Nieriä	Siika	Taimen	Taimen	Siika	Siika

Tomminkämpälampi

Tomminkämpälampi on vuonna 1976 luonnonjärvestä rakennettu lammikko, jonka pinta-ala on 8,8 ha ja tilavuus 101 500 m³ ylärajallaan N43+225,00. Lammikon keskisyvyys on 1,5 m ja suurin syvyys 2,5 m. Lammikossa on liejupohja. Tomminkämpälammen valuma-alue on 89 ha. Lammikon tyhjennysvedet laskevat 1 720 m pitkän tyhjennyskanavan kautta Kortamojärveen (putous keskimäärin 0,9 %). Kanavan pohja on turvetta ja hienoa hiekkaa. Lammikon lannoite- ja poikatuotantotiedot on esitetty taulukossa 2.

Tomminkämpälammen alapuolisen Kortamojärven keskisyvyys on 1,94 m, pinta-ala 73,5 ha ja tilavuus noin 1,43 miljoonaa m³. Tomminkämpälammen ja Kortamojärven tilavuuksien suhde on 1:14.

Taulukko 2. Tomminkämpälammen hehtaariohittaiset lannoitusmäärät, kalkitusmäärät ja poikastuotto sekä lisäruokinta ja viljelylajit vuosina 1980-1988.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Lannoitus kok-P kg/ha	5,7	6,5	-	3,6	-	-	-	-	0,3
Lisäruokinta kg	-	-	-	-	-	-	-	-	930
Kalkitus kg/ha	1000	506	-	575	575	506	506	506	690
Poikastuotto kg/ha	60,0	26,5	-	50,8	-	2,5	2,2	7,0	23,1
Viljelylaji	Siika	Siika	Nieriä	Siika	Taimen	Taimen	Taimen	Siika	Siika

Tuolpujärvi

Tuolpujärvi on vuonna 1976 kahdesta luonnonjärvestä (Pikku- ja Iso-Tuolpujärvi) rakennettu lammikko, jonka pinta-ala on 54 ha ja tilavuus 826 000 m³ ylärajoilla N43+134,40 (Pikku) ja N43+133,30 (Iso). Lammikoiden keskisyvytydet ovat 1,0 m (Pikku) ja 1,8 m (Iso). Lammikoissa on liejupohja. Tuolpujärven valuma-alue on 480 ha. Pikku-Tuolpujärvi laskee Iso-Tuolpujärveen, josta tyhjennysvedet laskevat 1 000 m pitkän tyhjennyskanavan kautta Kuortakkijärveen, joka laskee edelleen Inarijärveen. Lammikon hehtaariohittaiset lannoite-, kalkitus- ja poikastuotantotiedot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tuolpujärven hehtaariohittaiset lannoitusmäärät, kalkitusmäärät ja poikastuotto sekä lisäruokinta ja viljelylajit vuosina 1980-1988.

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Lannoitus kok-P kg/ha	5,7	6,5	-	3,6	-	-	-	-	0,3
Lisäruokinta kg	-	-	-	-	-	-	-	-	930
Kalkitus kg/ha	1000	506	-	575	575	506	506	506	690
Poikastuotto kg/ha	60,0	26,5	-	50,8	-	2,5	2,2	7,0	23,1
Viljelylaji	Siika	Siika	Siika	Siika	Siika	Siika	Siika	Siika	Siika

Näytteet

Luonnonravintolammikoiden kuormitusvaikutusten tutkimiseksi näytteitä otettiin lammikoiden vedestä, lammikoiden munkeista, tyhjennyskanavien loppuosasta ja alapuolisista järvistä. Luonnonravintolammikot tyhjennettiin 18.9.-1.10.1987 ja 9.9.-19.9.1988. Vesinäytteitä otettiin ennen tyhjennyksen aloittamista, tyhjentyänsä aikana ja sen päätyttyä. Tomminkämpälammesta, Jaakoppi-, Kortamo- ja Ruohojärvestä otettiin myös kasviplanktonnäytteet. Vesinäytteistä määrätettiin pH, sähkönjohtavuus,

alkaliniteetti, happipitoisuus, kiintoainepitoisuus, klorofylli-pitoisuus, fosforipitoisuus, nitraattityppi, ammoniumtyppi, sameus ja kokonais-kovuus.

Tulokset

Lammikoiden käsittelyt (lannoitus, kalkitus) ja käytetty viljelylaji ovat vaihdelleet eri vuosina huomattavasti. Vesianalyysitulosten perusteella lammikoiden korkeimmat fosforin ja typen pitoisuudet ajoittuvat useimmissa tapauksissa vuosille, jolloin lammikoiden lannoitusmäärät ovat olleet suurimmat. Vuosien 1980-1983 suhteellisen runsailla lannoituksilla ei kuitenkaan ole ollut useita vuosia kestävästä pitkäaikaisvaikutusta ja mm. fosforipitoisuudet ovat laskeneet nopeasti suhteellisen alhaiselle (10-20 µg/l) tasolle.

Tomminkämpälammen hoito on ollut selvästi Jaakkopijärveä intensiivisempää ja hehtaarikohtaiset kalkitus- ja kokonaisfosforimäärät ovat olleet noin kolminkertaisia. Tomminkämpälampi onkin fosfori- ja sähkönjohtavuuden perusteella ravinteikkaampi kuin Jaakkopijärvi.

Lammikoiden alapuoliset järvet poikkeavat toisistaan sekä syvyysjakaumaltaan että muodoltaan. Ruohojärvi on lammikon tyhjennyskanavan purkukohdalta matala ja muodoltaan pyöreähkö, Kortamojärvi on puolestaan syvä ja muodoltaan pitkänomainen. Järvien pohjan muodon vuoksi tyhjennysten vaikutusten seuranta oli Kortamojärvellä helpompaa kuin Ruohojärvellä. Vuonna 1987 Kortamojärvellä voitiin seurata Tomminkämpälammen poistokanavasta purkautuvan viileämmän veden leviämistä Kortamojärven alusveteen. Kortamojärven näytteissä ei kuitenkaan voitu havaita muutoksia fosforimäärissä.

Fosfori oli näytteenoton perusteella pääosin kiintoaineeseen sitoutunutta. Myös Ahtelan (1988) tutkimuksissa Suomussalmella sijaitsevilla luonnonravinto-lammikoilla purkuvesien fosfori oli pääosin sitoutuneena kiintoaineeseen. Lammikoiden lannoitus kesällä 1988 ei näkynyt selvästi lammikoiden tyhjennyksen aiheuttamassa ravinnekuormituksessa toisin kuin Ahtelan (1988) tutkimuksissa, joissa lammikon lannoitus lisäsi myös purkuvesien fosforipitoisuuksia. Pääosa lammikoihin lisätystä fosforista sedimentoitui lammikon pohjalietteeseen niin Niemitalon (19889) kuin Ahtelankin (1988) tutkimuksissa. Jaakkopijärveltä poistui purkuvesien mukana noin 10 % lammikkoon lisätystä fosforista. Tomminkämpälammelta purkuvesien mukana poistunut fosforimäärä oli vuonna 1988 suurempi kuin lammikkoon lisätty fosforimäärä. Osaltaan tämä aiheutui alhaisesta lannoitustasosta (0,3 kg P/ha) tuona vuonna, minkä vuoksi sedimentistä irronneen fosforin osuus oli suuri.

Kiintoaineen ja kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin maksimikuormitus ajoittui lammikoiden tyhjennyksen loppuvaiheeseen, tosin Tomminkämpälammella oli havaittavissa selvää tyhjennyskanavan syöpmistä tyhjennyksen alun maksimivirtaaman aikana. Kiintoaine ja siihen sitoutunut fosfori sedimentoitui nopeasti eikä suhteellisen intensiivisellä näytteenotolla (ei jatkuvatoimista näytteenotinta) voitu osoittaa tyhjennyksen aiheuttavan välittömiä muutoksia vastaanottavan vesistön ravinnetasossa.

Luonnonravintolammikoiden tyhjennysten ei havaittu aiheuttavan muutoksia alapuolisten järvien veden laatuun lukuun ottamatta tyhjennyskanavan purkupaikan läheisen alueen lievää sähkönjohtavuuden ja alkaliniteetin arvojen kohoamista. Purkuvesien vaikutusten havaitseminen voi osaltaan peittyä säätekijöiden (sade, tuuli), syystäyskierron ja luonnonhuuhtoutuman vuoksi. Tuolpujärven purkuvedet näkyvät Kuortakkijärvessä selvemmin kuin muiden lammikoiden purkuvedet niiden alapuolisissa järvisä. Näytteenotto ei Kuortakkijärvellä kuitenkaan ollut yhtä laajaa kuin muilla järvilla, joten niiden perusteella ei voida tehdä tarkempia arvioita purkuvesien vaikutuksesta.

Palomäki (1982) on havainnut rakentamisvaiheessa lammikoiden alapuolisissa järvisä purkupaikan lähellä samentumista ja kiintoainepitoisuuksien kohoamista ja joissain tapauksissa purkupaikan selvää madaltumista.

Johtopäätökset

Vuosien 1980-1983 suhteellisen runsailla lannoituksilla ei ollut lammikoissa useita vuosia kestävästä pitkäaikaisvaikutuksesta ja mm. fosforipitoisuudet ovat laskeneet nopeasti suhteellisen alhaiselle (10-20 µg/l) tasolle.

Vaikka vuonna 1987 Kortamojärvellä voitiin seurata Tomminkämpälämmen poistokanavasta purkautuvan viileämmän veden leviämistä Kortamojärven alusveteen ei Kortamojärven näytteissä voitu havaita muutoksia fosforin määrissä.

Pääosa lammikoihin lisätystä fosforista sedimentoituu lammikon pohjalietteeseen. Lammikoiden tyhjennysvesien mukana poistuva fosfori on lähes kokonaan kiintoaineeseen sitoutunutta.

Kiintoaineen ja kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin maksimikuormitus ajoittui lammikoiden tyhjennyksen loppuvaiheeseen. Tomminkämpälämmellä havaittiin selvää tyhjennyskanavan syöpyä tyhjennyksen alun maksimivirtaaman aikana.

Purkuvesien mukana alapuoliseen järveen ajautunut kiintoaine sedimentoitui nopeasti. Luonnonravintolammikoiden tyhjennysten ei havaittu aiheuttavan muutoksia alapuolisten järvien veden laatuun lukuun ottamatta tyhjennyskanavan purkupaikan läheisen alueen lievää sähkönjohtavuuden ja alkaliniteetin arvojen kohoamista.

Mikäli lammikoiden rakentamisvaihetta ei oteta huomioon, ovat niiden tyhjennyksistä aiheutuvat haitat alapuolisissa vesistöissä näkyvissä vasta pitkällä aikavälillä. Lammikkoviljelyn pitkän aikavälin vaikutuksia ohjaa vastaanottavan vesistön veden laatu. Pohjasedimentin kyky sitoa ravinteita on erittäin suuri, mikäli sedimentin pintaosien ja pohjan läheisen vesikerroksen happitilanne pysyy hyvänä.

Tilanteissa, joissa järven alusvedessä on laajemmin hapenpuutetta voivat sedimentteihin sitoutuneet ravinteet liueta takaisin kiertoon.

Luonnonravintolammikoiden purkuvesien kiintoaine- ja fosforikuormitusta voidaan pienentää poistokanavaan rakennetulla laskeutusaltaalla. Allas tulisi tyhjentää vuosittain, jotta sen laskeutuskyky olisi mahdollisimman hyvä.

Kirjallisuus

Ahtela, I. 1988: Luonnonravintolammikoiden kalkituksen ja lannoituksen vaikutuksista. – Pro gradu-työ. Helsingin Yliopisto. Limnologian laitos. 105 s.

Niemitalo, V. 1989: Inarin kalanviljelylaitoksen Tomminkämpänlammien, Jaakoppijärven ja Tuolpujärvien luonnonravintolammikoiden tyhjennysten vaikutuksista alapuolisten järvien veden laatuun. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos. Moniste. 47 s.

Palomäki, A. 1982: Kainuun luonnonravintolammikoiden veden laadusta, eläinplanktonista sekä vaikutuksista alapuoliseen vesistöön. – Vesihallituksen monistesarja. 130: 1-24.

Viranomaisen näkökulma luonnonravintoviljelyn kuormitukseen

Urpo Myllymaa
Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto

Uusittu ympäristölupajärjestelmä

Ympäristönsuojelu- ja vesilainsäädäntöuudistuksen keskeinen sisältö on yhtenäinen ympäristölupajärjestelmä. Uudistettu lainsäädäntö antaa aiempaa paremmat mahdollisuudet tarkastella ympäristöhaittoja kokonaisuutena. Lupaharkinnassa arvioidaan samalla kertaa kaikki toiminnan ympäristövaikutukset. Ympäristönsuojelulaki toteuttaa niin sanottua yhden luukun periaatetta. Sama viranomainen ratkaisee ympäristölupa-asian kokonaisuudessaan. Lupahallintoa uudistettaessa vesioikeudet on lakkautettu ja uusiksi lupaviranomaisiksi on perustettu kolme ympäristölupavirastoa.

Intressivertailua ei tehdä ympäristönsuojelulain mukaisissa asioissa. Päästöjen vähentämisessä edellytetään käytettävän parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) ja ympäristön kannalta parasta käytäntöä (BEP). Pyritään kustannustehokkaihin ja energiaa säästäviin ympäristönsuojelutoimenpiteisiin.

Luvan tarve perustuu toisaalta toiminnan luonteeseen, toisaalta arvioituihin ympäristövaikutuksiin. Toiminnan olennainen muuttaminen edellyttää myös luvan hakemista. Vesien pilaantumista koskeva ympäristölupahakemus ja vesitalousasia sekä käyttöoikeus käsitellään yhdessä ja ratkaistaan samalla päätöksellä. Aiemmin annettuja lupia ja niihin verrattavia päätöksiä noudatetaan pääasiallisesti edelleen. Valvonnassa sovelletaan kuitenkin uutta lakia.

Edellä kuvattu ympäristönsuojelulainsäädännön säätäminen on tehnyt välttämättömäksi vesilain tarkistamisen, koska pilaantumista koskevat säädökset on sisällytetty ympäristönsuojelulakiin ja lupaviranomainen on muuttunut tuomioistuimesta hallintoviranomaiseksi. Vesilaki on jäänyt vesitalousasioiden yleislaiksi.

Ympäristönsuojelulain 31 §:ssä määritellään lupaviranomaisen toimivalta. Ympäristölupavirasto käsittelee muun muassa sellaiset ympäristölupa-asiat, joihin liittyy vesitaloushankkeena vesilain 2 - 9 luvun mukainen asia. Uudistuksen eräs lähtökohta on ollut säilyttää vesiympäristöä koskeva päätöksenteko kokonaisuutena. Vesitaloushanketta koskeva lupa ja ympäristölupa on siten eräissä tapauksissa ratkaistava samanaikaisesti, jos molemmat luvat ovat tarpeen.

Vesitaloushankkeiden pilaamisvaikutukset otetaan huomioon vesilain mukaisen lupa-asian käsittelyssä. Vesilain 1 luvun 15 §:ssä esitetty luvanhakuvelvollisuus koskee toimintoja, joiden vaikutus ei ole päästöluonteista. Tällaista pilaantumista voi aiheutua esimerkiksi vesistön sietokyvyn heikkenemisestä uoman sulkemisen tai säännöstellyn aiheuttaman eroosion vuoksi. Päästöihin verrattavaa on vesilain 1 luvun 19 §:ssä tarkoitettu pilaantumista, joka johtuu esimerkiksi likaavien aineiden irtoamisesta ruoppauksissa ja muissa vesistöissä sekä niiden pääsystä vesistöön ojituksessa ja kuivatusalueiden vesien johtamisessa. Vaikka edellä mainitut haitat käsitellään vesilain mukaisessa päätöksenteossa, siihen sovelletaan ympäristönsuojelulain aineellista sisältöä.

Vesilaista on kumottu riita- ja rikosasioiden käsittelyä koskevat säännökset, eikä niitä ole myöskään ympäristönsuojelulainsäädännössä, koska hallinnollinen viranomainen ei voi niitä ratkaista. Ympäristölupavirasto voi kuitenkin ratkaista sellaiset hakemusasioiksi katsottavat riita-asiat, joihin liittyy laajempi asianosaisuuspiiri, esimerkiksi järven vedenpinnan lasku tai nosto.

Vesi- ja ympäristösuojelulaissa on erilaiset menettelysäännökset. Yhteiskäsittelyssä sovelletaan kummankin lain säännöksiä, mutta menettelysäännökset ovat vesilain mukaiset muun muassa kuulemisen ja katselmustoimituksen osalta. Ympäristönsuojelulaista ja tarkistetusta vesilaista puuttuu ns. puhevaltaleikkuri. Ympäristöjärjestöille ja asukasyhdistyksille on annettu muutoksenhaku- ja vireillepano-oikeus. Lupapäätöksistä valitetaan Vaasan hallinto-oikeuteen ja sen päätöksistä korkeimpaan hallinto-oikeuteen ilman valituslupaa.

Korvaukset

Päästöjä koskevan lupajärjestelmän muuttamisen vuoksi on tehty muutoksia ympäristövahinkojen korvausjärjestelmään. Kaikkiin ympäristövahinkojen korvauserusteisiin sovelletaan ympäristövahinkojen korvaamisesta annetun lain aineellisia säännöksiä (YSL 66 §). Vesilain korvausjärjestelmä (VL 11 luku) ei enää koske pilaamisasioita. Kun vesilain mukaisissa asioissa on noudatettu täyden vastuun periaatetta, ympäristövahinkolain mukaan myös vesiasioissa tunnetaan sietovelvollisuus.

Korvausten määrääminen voidaan eriyttää lupa-asian käsittelystä, vaikka se ei olekaan pääsääntö. Vesien pilaantumisesta johtuvat vahingot voidaan käsitellä lupa-asian yhteydessä lupaviranomaisessa, kun taas muista vahingoista, esimerkiksi ilman pilaamisesta, on vahingonkärsijän haettava korvausta käräjäoikeudessa. Myös ns. vanhoista vahingoista vesiasioissa on haettava kanteella korvausta käräjäoikeudessa silloin, kun lupa-asia ei ole vireillä lupaviranomaisessa.

Luonnonravintolammikoiden lupakäsittely

Ympäristönsuojelulain mukainen luvan tarve määritellään 28 §:ssä. Tarve perustuu toisaalta toiminnan luonteeseen ja toisaalta sen ennakoituun vaikutukseen ympäristössä. Lupa tarvitaan myös toiminnan olennaiseen muuttamiseen. Ympäristölupa tarvitaan muun muassa toimintaan, josta saattaa aiheutua vesistön tai vesilaissa tarkoitettujen pienten uomien pilaantumista sekä toimintaan, joka aiheuttaa naapurussuhdelain mukaista kohtuutonta rasitusta. Ympäristönsuojeluasetuksen 1 §:ssä luvanvaraiseksi säädetään vähintään 20 hehtaarin suuruinen luonnonravintolammikko tai lammikkoryhmä. Ympäristölupa tarvitaan asetuksen 1 §:n 2 momentin nojalla sitä vähäisempään toimintaan, jos toiminta sijoitetaan tärkeälle tai muulle vedenhankintakäyttöön soveltuvalla pohjavesialueella ja toiminnasta voi aiheutua pohjaveden pilaantumisen vaaraa.

Vesilain mukainen lupakynnys määräytyy vesilain 1 luvun perusteella. Luonnonravintolammikon ympäristölupahakemus on tyypillinen yhteiskäsittelyssä ratkaistava asia, jossa on otettava huomioon sekä vesitaloudellinen että pilaamisnäkökohta. Vesilain säästöksiä sovelletaan vesistön sulkemiseen, muuhun vesistörakentamiseen, säännöstelyyn sekä mahdolliseen veden johtamiseen vesistöstä tai pohjaveden ottamiseen.

Luonnonravintolammikoita koskevissa asioissa pääasiallinen lupaviranomainen on ympäristölupavirasto. Alle 20 hehtaarin suuruisen luonnonravintolammikon tai lammikkoryhmän lupa-asian, silloin kun toiminnasta voi aiheutua vesistön pilaantumista, käsittelee alueellinen ympäristökeskus, jos vesilain mukaista lupaa ei tarvita.

Lupahakemuksessa tulee olla sekä vesi- että ympäristönsuojeluasetuksessa säädetyt tiedot ja selvitykset. Luonnonravintolammikoiden rakenne ja perustamistapa voi vaihdella. Vesilain 8 luvun 1 §:n mukainen säännöstelylupa tarvitaan, kun on kysymys vesistön osan, esimerkiksi lammen tai järvenlahden patoamisesta luonnonravintolammikoksi, koska toimintaan liittyy voimakas vedenkorkeuden säätely. Nykyisen vesilainsäädännön (VL 10 luvun 10a §) nojalla säännöstelyluvan ehdot tulee määrätä tarkistettaviksi määräajoin, ellei sitä ole pidettävä ilmeisen tarpeettomana.

Säännöstelymääräykset voidaan siten joustavasti liittää ympäristönsuojelulain nojalla annettaviin määräyksiin. Aikaisemman lainsäädännön nojalla annetut säännöstelyluvut on myönnetty olemaan voimassa pysyvästi. Vesilain 8 luvun 10b §:n nojalla voidaan kuitenkin erityisistä syistä puuttua myös aikaisemmin voimassa olleiden säännösten nojalla annettuun lupaan perustuvaan säännöstelyyn, mutta se tapahtuu eri käsittelyssä.

Luonnonravintolammikko voi olla perustettu myös vesistön ulkopuolelle esimerkiksi patoamalla notkelma altaaksi. Tällöin ei säännöstelyä koskevaa säädöstä sovelleta, ellei vettä johdeta vesistöstä toiseen. Tällöin sovelletaan vesilain 1 luvun 17 §:ää, joka koskee ns. pienen uoman muuttamista, joka ei ole ilman ympäristölupaviraston lupaa sallittua toteuttaa alapuolella asuvan vahingoksi, ellei tämä ole siihen suostunut. Lupa voidaan myöntää noudattaen soveltuvin osin rakentamissäädöksiä. Vesilain 1 luvun 17 a §:ssä on säädös erityisesti suojeltavista luonnontilaisista pienvesistä ja lähteistä.

Rakentamisen edellytyksistä säädetään vesilain 2 luvun 5 §:ssä, jossa on säädös luvan myöntämisen ehdottomista esteistä. Vesilain mukaisessa päätöksenteossa tehdään edelleen 6 §:n 2 momentin tarkoittama intressivertailu, jossa hankkeesta saatavaa hyötyä verrataan siitä aiheutuvaan vahinkoon, haittaan tai muuhun edunmenetykseen. Intressivertailua ei 6 §:n 1 momentin perusteella tehdä, jos rakentaminen ei sanottavasti loukkaa yleistä tai yksityistä etua. On otettava huomioon myös kaavoitustilanne ja kaavamääräykset.

Ympäristönsuojelulain mukaisessa päätöksenteossa ei intressivertailua tehdä. Hankkeeseen on sovellettava ennalta ehkäisyn ja haittojen minimoinnin periaatetta, varovaisuus- ja huolellisuusperiaatetta, parhaan käyttökelpoisen tekniikan periaatetta, ympäristön kannalta parhaan käytännön periaatetta ja aiheuttamisperiaatetta. Luvan myöntäminen edellyttää, ettei toiminnasta aiheudu yksinään tai muiden toimintojen kanssa

- 1) terveyshaittaa,
- 2) merkittävää muuta ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa,
- 3) §:ssä 7 - 9 tarkoitettua maaperän, pohjaveden tai merensuojelulaissa tarkoitettua meriveden pilaantumista,
- 4) erityisten luonnonolosuhteiden huonontumista taikka vedenhankinnan tai yleiseltä kannalta tärkeän muun käyttömahdollisuuden vaarantumista tai
- 5) eräistä naapuruussuhteista annetun lain 17 §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta rasisitusta.

Toimintaa ei saa sijoittaa asemakaavan vastaisesti ja ympäristönsuojelulain 6 §:n mukaisesti toiminta on sijoitettava siten, ettei siitä aiheudu pilaantumista tai sen vaaraa ja että pilaantumista voidaan ehkäistä.

Ilmoitusmenettely

Ympäristönsuojelulaki edellyttää, että uuden lain mukaan ympäristölupaa tarvitsevista toiminnoista on helmikuun loppuun mennessä tullut tehdä ilmoitus alueelliselle ympäristökeskukselle. Jos toimintaan on myönnetty aikaisemmin joko vesilain tai ympäristömenettelylain mukainen lupa, ilmoitus on tehtävä vuoden 2002 helmikuun loppuun mennessä.

Tiedossa oleville ilmoitusvelvollisille toiminnan harjoittajille on lähetetty ilmoituslomakkeet. Tiedot viedään ilmoituksesta ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Jos toiminta ei vastaa uuden lainsäädännön vaatimuksia, voidaan toiminnanharjoittaja

velvoittaa hakemaan ympäristönsuojelulain mukaista lupaa. Muussa tapauksessa lupaa on haettava, jos toimintaa muutetaan. Ilmoitusta ei tarvitse tehdä, jos vanhan lainsäädännön mukaan lupa on tarkistettava määräajassa. Tällöin toimintaan haetaan uuden lain mukainen lupa.

Lupapäätös

Lupa-asian valmistelua varten hakijan on esitettävä riittävät tiedot, jotka ilmenevät ympäristönsuojelu- ja vesiasetuksesta. Lupaviranomainen tiedottaa hakemuksesta asianosaisille ja niille, joiden oikeutta tai etua asia saattaa koskea. Muille kuin asianosaisille on varattava tilaisuus ilmaista mielipiteensä. Viranomaisilta on pyydettävä lausunto asiasta. Lupaviranomainen voi pyytää myös muita tarpeellisia lausuntoja. Hankkeen tiedot ja lupa-asian käsittelyn vaiheet selostetaan päätöksen kertoelmaosassa.

Lupa luonnonravintolammikon rakentamiseen ja käyttöön voidaan myöntää vain, jos sekä vesilain että ympäristönsuojelulain mukaiset edellytykset täyttyvät. Lupapäätös voidaan rakentaa ympäristöministeriön työryhmän laatiman ohjeen pohjalta ottaen huomioon, että kysymys on niin sanotusta sekahankkeesta.

Lupapäätöksessä ratkaistaan, voidaanko lupa myöntää ja millä ehdoilla. Päätöksessä annetaan vastaus asiassa tehtyihin yksilöityihin vaatimuksiin ja annettuihin lausuntoihin. Vesilain mukaiset lupamääräykset koskevat rakentamista, säännöstelyä ja veden ottoa, mukaan lukien niistä aiheutuva vesistön tai pienen uoman pilaantuminen. Ympäristönsuojelulain mukaiset määräykset koskevat pilaantumisen ehkäisemistä, kuten päästöjä vesiin ja ilmaan, melua ja ääntä, jätteitä ja niiden käsittelemistä, häiriö- ja muita poikkeuksellisia tilanteita, toiminnan lopettamista sekä muita toimia, joilla ehkäistään, vähennetään tai selvitetään pilaantumista, sen vaaraa tai pilaantumista aiheuttavia haittoja. Lisäksi annetaan tarpeelliset tarkkailu- ja raportointimääräykset sekä määräykset erilaisista toimenpidevelvoitteista, kalatalousmaksuista ja korvauksista.

Ratkaisu perustellaan sekä vesilain että ympäristönsuojelulain nojalla. Myös lupamääräykset perustellaan. Päätöksen lopussa on maininta luvan voimassaolosta ja lupamääräysten tarkistamisesta, päätöksen täytäntöönpanosta, sovelletuista säännöksistä, käsittelymaksusta ja sen määräytymisestä sekä muutoksenhausta.

Kuormitushaittojen vähentäminen

Ympäristöministeriössä on laadittu 23.11.2000 päivätty kalanviljelyn ympäristönsuojeluohje, joka on tarkoitettu ympäristökeskusten käyttöön kalanviljelyn lupa-, valvonta- ja muissa hallinnollisissa asioissa. Lupaviranomainen ei ole sidottu ohjeen noudattamiseen, mutta ottaa luonnollisesti tarvittaessa huomioon ohjeen periaatteet samoin kuin muutkin valvontaviranomaisen esittämät näkökohdat. Valvontaviranomaisten tulee lausunnossaan ympäristölupavirastolle esittää tapauskohtaisesti vaatimuksensa selkeästi ja yksilöidysti.

Ohjeessa kiinnitetään huomiota luonnonravintolammikoiden paikan valintaan niin, ettei niistä aiheudu vesistön pilaantumista, vesiluonnon muuttumista tai veden vähyyttä alapuolella. Rakentamisessa on otettava huomioon patoturvallisuus ja muutenkin padon kestävyysvaikutukset tekijät. Lammikkoa täytettäessä on jätettävä tilaa äkillisiä vedenpinnan nousuja varten.

Tyhjennysvaiheessa tulee mahdollisuuksien mukaan pyrkiä vähentämään vesistöön joutuvaa kuormitusta muun muassa tyhjennyksen ajoituksen, lasketusaltaiden ja koskeikkopuhdistamoiden avulla. Tyhjennyksestä tulee ilmoittaa valvontaviranomaiselle.

Tyhjennysuomien tarpeetonta perkausta tulee välttää. Riittävän loivaluiskainen uoma voidaan pitää kunnossa poistamalla pohjalle kertynyt liete. Kaivaminen ajoitetaan

vähäisen virtaaman aikaan. Lammikoiden pohjia ei muokata eikä huuhdella. Pohjalle kertynyt muta, lieju tai turve poistetaan kuivatyönä, mikäli se on mahdollista.

Ilman lupaa lammikkoa ei saa lannoittaa eikä kaloja ruokkia lisäravinnolla. Karjanlannan käyttö on ohjeen mukaan kielletty hygieenisten haittojen vuoksi. Lammikkoa on hoidettava huolellisesti ja kalataudeista on ilmoitettava asianomaisille viranomaisille.

Toiminnasta on pidettävä päiväkirjaa. Päästöjä ja vesistövaikutuksia on tarkkailtava. Vesistökuormitusta on pyrittävä vähentämään ja sitä koskeva suunnitelma on esitettävä määräaikaan mennessä ympäristökeskukselle tai luvan tarkistamis-hakemuksen yhteydessä lupaviranomaiselle.

Haettaessa uutta lupaa on esitettävä tarpeelliset suunnitelmat päästöjen ja vesistövaikutusten vähentämiseksi, yhteenveto tarkkailutuloksista, selvitys aiheutuneista vahingoista, esitys vahinkojen kompensoinnista tai korvaamisesta sekä muut tarpeelliset selvitykset.

Mädintuotannon riskit

Pentti Pasanen
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Johdanto

Arvokalakantojen säilyminen ja mädin saanti kalavesien istutushoitoa varten on varmistettu viljelemällä emokaloja kalanviljelylaitoksissa. Istukkaiden kasvattamiseen tarvittava mäti tuotetaan lypsämällä laitoksissa kasvatettuja emokaloja. Mätiä hankitaan myös luonnonvesistä pyydystetyistä kaloista silloin kun sukukypsiä yksilöitä on riittävästi saatavissa. Luonnosta hankittua mätiä käytetään sekä emokalastojen täydentämiseen ja uusimiseen että suoraan poikastuotannon lähtömateriaalina. Mädin tuotanto ei ole ongelmatonta, vaan siihen sisältyy riskejä, jotka voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

- Perinnöllisyyteen liittyvät riskit
- Kalaterveysriskit
- Mädin saatavuusriskit

Riista ja kalatalouden tutkimuslaitos vastaa lukuisten luonnonkalakantojen mädin tuotannosta joko emokalanviljelyä tai luonnonmädin hankintaa käyttäen. Tässä kirjoituksessa tarkastellaan mädin hankintaa ja tuotantoon liittyviä riskejä ja miten niihin on varauduttu.

Perinnöllisyyteen liittyvien riskien huomioon ottaminen mädintuotannossa

Perinnöllinen monimuotoisuus on eliöiden perintötekijöihin tallennettua informaatiota, joka mahdollistaa niiden elinkyvyn säilymisen sekä sopeutumiskyvyn muuttuviin olosuhteisiin. Luonnonkalakantojen säilytys- ja mädintuotantoviljelyssä tavoitteena on säilyttää alkuperäkannan perinnölliset ominaisuudet mahdollisimman muuttumattomina. Sekä emokalanviljelyyn että luonnonmädin hankintaan perustuvassa mädintuotannossa tärkeimmät laatutekijät ovat kannan alkuperä ja perinnöllinen edustavuus.

Kannan alkuperä

Kalakantojen istutushoidossa tulisi pääsääntöisesti käyttää kunkin vesistön omia kalakantoja aina kun se on mahdollista, jotta vältetään alkuperäisten ja paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneiden kantojen sekoittuminen vierailta kannoilla. Vieraiden saman lajin kantojen käyttö istutuksiin aiheuttaa sekoittumisriskin. Eri kannat voivat risteytyä keskenään, jos luonnon lisääntymiseen on mahdollisuus. Myöskään mädin hankintapyynnissä eri kantoja ei voida ulkonäön perusteella erottaa toisistaan. Välinpitämättömyys istutuksiin käytettävistä kannoista saattaa johtaa alkuperäisten kalakantojen tuhoutumiseen.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksella (RKTL) on viljelyssä yhteensä 13 lajista 62 eri vesistöalueen alkuperäistä kalakantaa, joiden alkuperä, viljelyhistoria ja geneettinen laatu tunnetaan. Viljelykantojen alkuperä- ja perustamistiedot on koottu viljelykantarekisteriin (Makkonen ym. 2000). Viljelykantojen geneettistä laatua seurataan jatkuvasti uusimmilla tieteellisillä tutkimusmenetelmillä.

Perinnöllinen edustavuus

Sekä luontaisesti lisääntyviin että viljelyn varaisiin kalakantoihin kohdistuu erilaisia ulkoisia valintapaineita, jotka pyrkivät muuttamaan kannan alkuperäistä geneettistä rakennetta. Luonnon valinta pyrkii karsimaan kulloisiinkin olosuhteisiin sopeutumattomia ja suosimaan hyvin sopeutuvia ominaisuuksia.

Normaalin luonnonvalinnan lisäksi kalakantoihin kohdistuu niiden luontaisilla elinalueilla keinotekoista valintaa, joista merkittävin on kalastusvalinta. Valikoivien pyydysten, kuten verkkojen käytöllä voidaan populaatiosta karsia kaloja koon perusteella, jolloin nopeakasvuisten yksilöiden osuus populaatiosta saattaa pitkällä aikavälillä vähetä. Valinta voi vaelluskaloilla kohdistua myös ajallisesti vain osaan kannasta. Tällöin pyydystetään esimerkiksi myöhään kudulle pyrkiviä yksilöitä, jolloin sukua pääsevät jatkamaan vain varhaiset nousijat. Näiden osuus seuraavissa sukupolvissa lisääntyy, jos nousuajankohta on tiukasti perinnöllisesti ohjattu ominaisuus.

Emokalojen pyynti on ratkaisevassa asemassa perustettaessa uutta emokalastoa. Pyyntin kohteena on oltava kattavasti koko luonnossa elävä kalapopulaatio. Tähän sisältyvät eri aikoina kudulle pyrkivät yksilöt, kaikki eri ikäluokat, kaikki eri lisääntymisfenotyyppit (esimerkiksi lohella parrikoiraat, kossit ja usean merivuoden koiraat). Usein kutupyynnin kohteena oleva kanta on niin pieni, että riittävän edustavan emokalaston perustaminen vaatii useiden vuosien peräkkäisen pyynnin.

Mädinhankinta saattaa kohdistua vain helpoiten pyydystettävään populaation osaan. Esimerkiksi merialueen vaellussiiialla mädin hankinta on helpointa silloin kun pääosa populaatiosta nousee jokiin, jolloin varhain ja myöhään kutualueille pyrkivät populaation osat karsiutuvat ja pitkällä aikavälillä niiden osuus populaatiosta saattaa vähetä. Uusia emokalaparvia perustettaessa on tavoitteena saada mahdollisimman edustava otos koko kannasta. Vaelluskaloilla kiinnitetään erityishuomiota siihen, että perustajapopulaatioon saadaan eri aikoina kutualueille vaeltavia kaloja.

Emokalaston perustaminen

Emokalaston perustamiseen turvaudutaan kun kalakannan säilyminen ja mädin saanti halutaan varmistaa. Tavoitteena on saada populaation geneettinen monimuotoisuus säilymään mahdollisimman muuttumattomana ja täydellisenä. Perustamisen vaiheet ovat:

- Emokalojen pyynti
- Emokalojen säilytys
- Hedelmöitys
- Haudonta
- Poikaskasvatus
- Emokalankasvatus

Kuhunkin viljelyn vaiheeseen liittyy lukuisia mahdollisuuksia vaikuttaa kannan perinnölliseen rakenteeseen joko tahallisesti tai tahattomasti.

Emokalapyynnin jälkeen kalojen säilyttäminen elävinä lypsyy saakka on ratkaisevassa asemassa kun halutaan edustavasti ottaa talteen kalakannan perinnöllinen monimuotoisuus. Esimerkiksi Perämeren lohi- ja meritaimenkannat ja Tornionjoen kesänousuisen vaellussiika vaativat emokalojen keräämistä pitkin kesää ja säilyttämistä syksyyn lypsyä varten. Kesän korkeissa veden lämpötiloissa vesihomeen, loisten ja tautien aiheuttama kuolleisuus on kyettävä pitämään hallinnassa, jotta myös varhain kutualueille vaeltavat yksilöt ovat edustettuna perustettavassa emokalastossa. Perämeren luonnonemojen keräilyyn, säilyttämiseen ja hoitoon RKTL käyttää Lautiosaaren kalanviljelylaitosta Keminmaassa. Kiinteissä säilytysaltaissa emokalojen kylvetykset, lääkitykset ja tarkkailu on mahdollista tehdä asianmukaisesti.

Viljelyolosuhteet poikkeavat kalojen luonnon ympäristöstä monin tavoin. Keinotekoisessa ympäristössä vallitsevat eri valintatekijät kuin luonnon ympäristössä. Tämän johdosta laitosympäristöön hyvin sopeutuvat yksilöt runsastuvat ja viljelykannan geneettinen rakenne saattaa useita sukupolvia jatkuvan laitosviljelyn seurauksena etääntyä vastaavan luonnonkannan rakenteesta. Tätä kehitystä voidaan vastustaa pitämällä laitospopulaatiot suurina, minimoimalla kalojen kuolleisuus viljelyn eri vaiheissa sekä uusimalla tai täydentämällä laitosemokalastoja luonnonkannoista.

Alkuperäispopulaation geneettisen muuntelun määrä pyritään säilyttämään viljelyn edetessä monin eri tavoin. Perustajapopulaation tilasta riippuen valitaan mahdollisimman tehokas hedelmöitystapa, haudonnassa tasataan kunkin perheen yksilömäärät ja viljelyn edetessä poikasvaiheeseen ei yksilöitä karsita minkään ominaisuuden suhteen. Uhanalaisissa ja pienissä populaatioissa voidaan turvautua poikasten yksilömerkintään, jolloin emokalavaiheessa voidaan käyttää perinnölliset ominaisuudet parhaiten säilyttäviä hedelmöitysmenetelmiä ja ehkäistä sisäsiitos. Geneettinen huolto on RKTL:n vesiviljelyn laadunhallinnan yksi tärkeimmistä alueista ja sitä koskevat yksityiskohtaiset ohjeet on sisällytetty vesiviljely-yksikön ISO-9001 – standardin mukaiseen sertifioituun laatujärjestelmään.

Kalatautiriskeihin varautuminen mädintuotannossa

Mädin hankintaan ja siirtämiseen vesistöjen ja kalanviljelylaitosten välillä liittyy kalatautien siirtymismahdollisuus. Suurin ja hallitsemattomin riski on merellisen viljelymateriaalin siirtäminen merialueelta sisävesiin. Voimassa olevat eläinlääkintöviranomaisten kalatautien leviämistä ehkäisevät määräykset kieltävät elävien kalojen ja mädin siirrot merialueelta sisävesiin. Lisäksi on voimassa rajoituksia, jotka suojaavat eräitä sisävesialueita paisetaudilta (*Aeromonas salmonicida subsp. Salmonicida*) ja *Gyrodactylus salaris* -loiselta. Siirtoja rajoitusalueille voi tehdä vain viranomaisen poikkeusluvalla, elintarvike- ja eläinlääkintöosaston asettamin erityisehdoin. Suomen tarttuvia kalatauteja koskevat säädökset on 1998 lähtien harmonisoitu EU:n kalatautidirektiivin kanssa .

Kalatautien leviämisen ehkäisemisen kansalliset tavoitteet

Suomen kalatautien vastustustyössä on viime vuosina keskitytty VHS- (Kirjoloihen verenvuotoseptikemia) ja IHN- (Infectious Haematopoietic Necrosis) vapaan vyöhykkeen vahvistamiseen ja tähän tähtäävän kartoitusohjelman tekoon (KOSKI 1998). VHS- ja IHN-vapaaseen vyöhykkeeseen kuulumisen mahdollistaa elävän kalan viennin vapautumisen EU:n ko. taudeista vapaille alueille. VHS-virustautia on löydetty Itämeressä Ahvenanmaalla, Saaristomerellä ja Suomenlahdella sijaitsevilta

kalanviljelylaitoksilta sekä luonnon silakasta ja turskasta. IHN-virustauti on levinnyt Pohjois-Amerikasta Eurooppaan 1980-luvun lopulla.

Suomi on jättänyt Euroopan Yhteisöjen Komissiolle hakemuksen lisävakuuksien saamisesta tarttuvan haimakuoliotaudin (IPN), bakteeriperäisen munuaistaudin (BKD) ja paisetaudin vastustamiseksi siirtorajoituksin osassa vesistöjään. Hakemuksessa esitetään IPN:n ja BKD:n osalta siirtokieltoa elävälle kalalle merialueelta manner-Suomen sisävesistöihin. Käytäntö olisi nykyisen kaltainen, jolloin mätisiirrot (ja maitisiirrot) olisivat mahdollisia sen jälkeen kun gameettien emokalat on tutkimuksissa todettu vapaiksi mainituista tartunnoista. Tutkimukset kestävät kauan, vähintään 12 viikkoa näytteenotosta, joten siirrot on käytännössä tehtävä mädin kehityttyä silmäpisteasteelle. On luultavaa, että nykyisen kaltainen viranomaisvastustus kalatautien osalta jatkuu toistaiseksi. Jos viranomaisvastustus IPN:n ja BKD:n osalta loppuu, korostaa se entisestään arvokalojemme turvaamisesta vastaavan valtion kalanviljelyn omaa roolia tautivastustuksessa.

Mätisiirrot mereltä sisävesiin

Mätisiirtoja mereltä sisämaahan tehdään sisämaassa viljeltävien emokalaparvien täydentämiseksi ja uudistamiseksi sekä merialueen vaellussiikojen kasvattamiseksi sisämaan luonnonravintolammikoissa. RKTL käyttää Lautiosaaren kalanviljelylaitosta Perämeren alueen emokalaparvien uudistamiseen sekä merialueelta hankitun vaellussiian mädin hautomiseen sisämaan luonnonravintoviljelyn tarpeisiin. Emoparvien uudistamiseksi lypsetty mäti siirretään haudottavaksi lähdeveteen tai vastaavaan tautivapaaseen vesitykseen. Lypsetyt emokalat tutkitaan kalatautien varalta. Terveeksi todettujen emokalojen mäti siirretään silmäpistevaiheessa sisämaan emokalalaitoksiin uuden emoparven kasvattamista varten.

Perämereltä hankittavan mädin lisäksi yksityiset luonnonravintoviljelijät hankkivat vaellussiian mätiiä Suomenlahdelta, Saaristomereltä ja Selkämereltä viljeltäväksi luonnonravintolammikoissa eri puolilla Pohjois-Suomea. Tautitutkimusten jälkeen näiden emokalojen mäti voidaan vastaavalla tavalla siirtää sisämaahan viljeltäväksi.

Kalaterveydestä huolehtiminen viljelylaitoksissa

Emokalalaitokset toimittavat viljelymateriaalia jatkoviljelyyn eri vesistöalueille ja lukuisiin kalanviljelylaitoksiin. Siksi emokalalaitosten kalaterveydestä huolehditaan erityisen tarkasti. RKTL:n kaikki kalanviljelylaitokset kuuluvat kalaterveysviranomaisten kalaterveystarkkailun piiriin. Tärkeimmät emokalalaitokset on varustettu eristysosastoilla, jotta emokalaparvien uudistamiseksi luonnonvesistä hankittava mäti voidaan tuoda viljelyyn tautiturvallisesti. Kalaterveys on yksi vesiviljely-yksikön kriittisistä laatutekijöistä ja siksi sitä koskeva ohjeistus on osa vesiviljelyn ISO-9001 –standardin mukaista sertifioitua laatujärjestelmää.

Mädin saatavuuden varmistaminen

Mädin häiriötön saatavuus on edellytyksenä onnistuneelle kalavesien istutushoidolle. Kalaistutukset perustuvat usein vesioikeudellisiin velvoitepäätöksiin, joissa on vaihtelevan tarkkoja määräyksiä istutusten arvosta, kalamääristä, kalojen koosta sekä käytettävistä lajeista ja kannoista. Istutuspoikastuotantoa voidaan vain harvoissa tapauksissa perustaa pelkästään luonnosta hankittavan mädin varaan. Luonnonmädinhankinnan käyttöä rajoittavat mädin saatavuuden vaihtelut, jotka johtuvat kantojen luontaisista runsauden- sekä kalastuspaineen ja ympäristöolosuhteiden vaihteluista. Lisäksi kalataudeilta suojautuminen ja samassa

tarkoituksessa määrätyt viranomaisten siirto rajoitukset estävät eräissä tapauksissa luonnosta hankittavan mädin käytön viljelyyn.

Eräiden kantojen mätiä tuotetaan sekä luonnonmädin hankinnalla että emokalanviljelyllä. Esimerkiksi Kemi- ja Iijoen vaellussiikavelvoitteisiin käytetään kumpaakin mädintuotantotapaa rinnan. Emokalanviljelyllä mädillä varmistetaan mädin saatavuus luonnonkantojen vaihdellessa sekä turvataan mädin saatavuus myös kalatautilitilanteen huonontuessa.

Eräät luonnonkannat ovat niin heikkoja että viljelyä ei voi siihen perustaa, mutta emokalastot on mahdollista uusia ja tai täydentää luonnonmädin hankintaa käyttäen. Tällainen tilanne on esimerkiksi Tornionjoen kesällä jokeen nousevalla vaellussiialla.

Eräitten kantojen luonnonmädintuotantoa ei ole lainkaan olemassa. Esimerkiksi Iijoen meritaimenen emokalastoa ei ole voitu luonnosta uudistaa sen jälkeen kun kanta 70-luvun alussa perustettiin. Huolimatta useita sukupolvia jatkuneesta emokalanviljelystä kanta on tehtyjen geneettisten analyysien mukaan suhteellisen laajapohjainen.

Emokalanviljelyssä tuotantohäiriöt ovat mahdollisia erilaisista viljelyn riskeistä johtuen. Siksi tärkeimpien emokalastojen viljely on varmistettu varakantaviljelyllä. Varakantaviljely on korvattu vain poikasvaiheeseen saakka kasvatettavilla varakannoilla sellaisissa tapauksissa, joissa kannan häiriötön mädintuotanto ei ole tarpeen tai kun kanta on häiriötilanteessa korvattavissa väliaikaisesti toisella kannalla. Joissakin tapauksissa ainakin osa tuotantohäiriön seurauksena puuttumaan jäävästä mädistä on mahdollista hankkia luonnonmädin hankinnalla.

Uhanalaisten kalakantojen viljelyssä kyse ei ole pelkästään mädintuotannosta viljelyyn vaan myös korvaamattoman luonnon monimuotoisuuden säilyttämisestä. Tällöin perintötekijäaineksen säilyminen varmistetaan pakastamalla maitia nestetyyppeen. Maitipankkiin on taltioitu tällä hetkellä 27 kannan maitia ja maidin pakastaminen jatkuu RKTL:n vesiviljely-yksikössä laaditun ohjelman mukaan.

Kirjallisuus

Koski, P. 1998. Lautiosaaren kalanviljelylaitoksen saneerauksessa huomioitavia kalatautinäkökohtia. Muistio 3 s.

Makkonen, J., Westman K., Pursiainen M., Heinimaa P., Eskelinen U., Pasanen P. ja Kummu P. 2000. Viljelykantarekisteri. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelylaitoksissa ja maitipankissa säilytyksessä olevat kalalajit ja -kannat. RKTL. Kala- ja riistaraportteja 200. 48 s.

Piironen, J. 1996. Uhanalaisten emoviljelyn strategiat. Teoksessa: Makkonen, J ja Pursiainen, M. (toim.) 1996. Istutuspoikasten elinkaari – mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia 1996, 49-55.

Piironen, J. 1999. Geneettisen tiedon käyttö valtion kalanviljelyssä – teoriasta käytäntöön. Teoksessa: Heinimaa, P. ja Manninen K. (toim.). Vesiviljelyn kalakantojen hoidon monimuotoisuus istutushoidossa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen XXIII vesiviljelypäivät. – Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 147, 32-35.

Vaellussiian laitos- ja luonnonmädistä peräisin olevien poikasten vertailu luonnonravintoviljelyssä

Kari Nyberg,
Helsingin yliopisto, Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos

Johdanto

Voimalohi OY (VLO) kasvattaa huomattavan osan vuosittain Perämereen velvoiteistutuksina laitettavista vaellussiianpoikasista. Jotta joka syksy saataisiin istutettua velvoitteita vastaava määrä siianpoikasia, osa poikasista on tuotettava luonnon vesistä hankitun mädin lisäksi kalanviljelylaitoksille perustettujen emokalaparvien mädistä. Vastakuoriutuneet siianpoikaset kasvatetaan seuraavan kesän aikana istutuskokoisiksi usein varsin suurissa luonnonravintolammikoissa eli järvissä, joista vesi voidaan tyhjentää.

Vuosien kuluessa on väitetty, että kasvatettujen laitosemokalojen mädistä haudotut poikaset olisivat ominaisuuksiltaan (esim. kasvu) heikompia verrattaessa niitä villien luonnonvalinnan läpikäyneiden emokalojen poikasiin. Vaikka käytännön viljely-rutiineissa ei ole havaittu eroja näiden kahden ryhmän poikasten kasvussa tai kuolevuudessa, VLO ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) Taivalkosken riistan ja kalantutkimus halusivat varmistua tästä yhteistyössä Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelun laitoksen kanssa toteutetulla erillisellä merkintä-takaisinpyyntikokeella. Lisäksi on väitetty, että nykyisin luonnonravintolammikoissa kasvatettavien siianpoikasten tiheydet ovat liian suuret, ja että poikaset näännyvät kesän aikana nälkään ravinnon puutteessa. Tämän väitteen paikkaansa pitävyyttä tutkittiin tehdyillä poikasten pituus- ja painomittauksilla, joiden avulla voitiin tarkkailla myös poikasten kunnan kehitystä koko kasvukauden ajan.

Luonnonravintolammikoissa viljeltyjen saman lajin eri kantaa olevien vastakuoriutuneiden kalanpoikasten kasvueroja on mahdotonta selvittää ilman poikasten merkitsemistä, koska ryhmien poikasia ei voida varmasti erottaa toisistaan. Vastakuoriutuneita kalanpoikasia ei ole mahdollista merkitä niiden myöhempää tunnistamista varten perinteisillä merkintämenetelmillä (mm. kiinteiden merkkien kiinnitys poikasiin tai polttomerkintä) poikasten pienen koon ja suuren käsittelyherkkyyden vuoksi. Merkkaamalla radioaktiivisella strontiumkloridileimalla (Nyberg 1997) osa toisesta luonnonravintolammikoihin istutettavasta vastakuoriutuneiden vaellussiianpoikasten ryhmästä tutkittiin mahdollisia sekä luonnonvesistä pyydettyjen että kalanviljelylaitoksella kasvatettujen emosiikojen mädistä haudottujen poikasryhmien kasvueroja.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusjärvet, koejärjestely ja istutetut poikasmäärät

Matalajärvi (pinta-ala 224 ha) sijaitsee noin 35 km Rovaniemestä länteen Tengeliön vesistöalueella ja Sattajärvi (pinta-ala 200 ha) noin 45 km Rovaniemestä itään Vanttausjärven vesistöalueella. Molemmat järvet ovat VLO:n hallinnassa olevia luonnonravintolammikoita ja niissä kasvatetaan vastakuoriutuneita siianpoikasia kesän ajan. Lammikoiden keskisyvyys on 1 - 2 m ja ne tyhjennetään lähes kokonaan poikasten keräilyn yhteydessä. Poikaset istutetaan vuosittain Kemijokisuulle.

Lammikoissa ei ole siikojen lisäksi muita kaloja satunnaisia poikkeuksia lukuun ottamatta.

Kemijoen Lautiosaaren hautomosta oli määrä siirtää keväällä 1999 Matalajärveen noin 2,1 miljoonaa (9 375 kpl/ha) ja Sattajärveen noin 3,1 miljoonaa (15 500 kpl/ha) vastakuoriutunutta siianpoikasta. Siianpoikasten istutustiheydet luonnonravintolammikoissa perustuvat vuosien aikana muodostuneeseen kokemukseen kunkin lammikon tuotantokyvystä (kg/ha) sekä tätä kautta myös VLO:n siianpoikasten istukkaille tavoitteeksi asettamaan kokoon (9,0 - 9,5 cm). Siksi käytetyt poikastiheydet eivät ole suorassa suhteessa esim. lammikon pinta-alaan. Vuosittain lammikoista saatujen istukkaiden määrä voi vaihdella huomattavasti mm. kasvukauden aikaisista sääolosuhteista ja poikasten kevään henkiinjäämisestä riippuen, mutta viimeisen 15 vuoden aikajaksolla istukkaiden kokonaistavoitteessa on pysytty keskimäärin kohtalaisen hyvin (Tapio Lovikka; henk.koht. tiedonanto).

Kumpaankin järveen istutettavista poikasista puolet oli peräisin luonnosta pyydettyjen emokalojen mädistä ja puolet kalanviljelylaitoksella kasvatettujen emosiikojen mädistä. Näin menetellen poikasryhmät olivat toistensa suhteen tasavertaisessa asemassa. Jotta siianpoikasten kuoriutuminen ja istutukset olisi saatu ajoitettua mahdollisimman lähelle toisiaan, viljeltyjen emosiikojen mäti siirrettiin Ohtaajan hautomosta Lautiosaaren kalanviljelylaitokselle. Tällä toimenpiteellä vältettiin laitosvesien mahdollisesti eriaikainen lämpeneminen ja varmistuttiin siitä, että molemmat poikasryhmät kuoriutuisivat samaan aikaan. Kuoriutuvien poikasten käsittely ja mittaukset yhdenmukaistettiin siten, että sama henkilö suoritti toimenpiteet jokaisella kerralla.

Sattajärveen istutettavat radioaktiivisella merkillä leimatut poikaset olivat peräisin luonnon emokalojen mädistä. Matalajärveen istutettavat merkityt poikaset haudottiin kasvatettujen emosiikojen mädistä. Kumpaankin järveen istutettavista siianpoikasista leimattiin noin 10 prosenttia eli Matalajärveen istutettiin noin 210 000 kpl ja Sattajärveen noin 310 000 kpl leimattua siianpoikasta muiden istutusten yhteydessä (taulukko 1).

Taulukko 1. Sattajärveen ja Matalajärveen keväällä 1999 tehdyt vastakuoriutuneiden vaellussiianpoikasten istutusmäärät (kpl) sekä istutustiheydet (kpl/ha)

mädin alkuperä	istutusmäärä (kpl)	istutustiheys (kpl/ha)	istutuspaikka	leimaus (K/E)
viljelty	201 300	899	Matalajärvi	K
viljelty	799 100	3 567	Matalajärvi	E
luonnon	1 001 000	4 469	Matalajärvi	E
yht.	2 001 400	8 935		
luonnon	297 500	1 488	Sattajärvi	K
luonnon	1 199 000	5 995	Sattajärvi	E
viljelty	1 500 600	7 503	Sattajärvi	E
yht.	2 997 100	14 986		

Vastakuoriutuneiden vaellussiian poikasten leimaukset ja istutukset

Siianpoikasia leimattiin 33 - 37 tunnin ajan $^{85}\text{SrCl}_2$ -liuoksessa altaissa, joiden leimausainetilavuus oli 25 l (Sr-85 -aktiivisuus 49,0 - 54,2 $\mu\text{Ci/l}$ (1 813 - 2 005 kBq/l)). Leimauksen aikana poikasten kuolleisuus oli vähäistä (10 - 30 kpl/allas) yhtä poikkeusta lukuun ottamatta (kuolleita poikasia noin 5 500 kpl). Tämä johtui ilmastuslaitteiston toimintahäiriöstä. Poikaset haavittiin leimausliuoksesta puhtaaseen veteen. Ne pakattiin kuljetusta varten happipakkauksiin ja istutettiin kahden tunnin kuluessa pakkauksesta tutkimusjärviin. Leimaamattomista siianpoikasryhmistä otettiin näytteitä (50 kpl/ryhmä) alkutilanteen pituus- ja painomittauksia varten. Poikasia otettiin näytteeksi myös radioaktiivisuusmittauksia varten, jotta niiden leimaantumisen voitiin varmistaa.

Siianpoikasten pyynnit ja jatkokäsittelyt

Sattajärvestä ja Matalajärvestä otettiin kasvukauden 1999 aikana siianpoikasnäytteitä yhteensä kuusi kertaa. Näytteeksi oli määrä ottaa jokaisella kerralla 300 - 400 poikasta. Pyyntivälineenä käytettiin paunettia. Poikspaunetilla pyydytyt siianpoikaset säilöttiin muovipurkkeihin etanoli-formaliiniliuoksella ja ne lähetettiin välittömästi Helsingin yliopiston limnologian ja ympäristönsuojelutieteiden laitokselle jatkokäsittelyjä varten.

Poikasten kokonaispituudet mitattiin yhden millimetrin tarkkuudella. Lisäksi ne punnittiin heinäkuun alkuun saakka yhden milligramman tarkkuudella ja tästä eteen päin 10 mg:n tarkkuudella. Pituus- ja painotietojen perusteella laskettiin joka pyyntierän leimattujen ja ei-leimattujen poikasten keskimääräiset Fultonin kuntokertoimet (Bagenal & Tesch 1978). Luonnonravintolammikoiden tyhjennysten jälkeen tehtiin arvioita niiden kummankin ryhmän poikasten eloonjäännistä (esim. Youngs & Robson 1978).

Siianpoikasten yksilökohtaiset radioaktiivisuudet määritettiin Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan laitekeskuksen Wizard 3" -gammamittauslaitteistolla. Näytteen mittausaika oli 1 200 sekuntia. Koska radioaktiivisuusmittauksilla oli tarkoitus ainoastaan erottaa leimatut siianpoikaset leimaamattomista, mitausten tulokseksi riitti tieto, onko mitatussa poikasessa ollut merkkiainetta. Tämän vuoksi mittauksissa ei otettu huomioon esim. merkkiaineen fysikaalisesta puoliintumisesta johtuvaa korjausta.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Siianpoikasten radioaktiivisuusmittaukset

Poikasten mittaustulosten tulkinnassa ei esiintynyt suuria vaikeuksia ennen elokuun alkua, koska poikasten alkuaktiivisuus kokeen alussa oli riittävän korkea (poikasten keskimääräinen aktiivisuus 19.5. oli 183 cpm/poikanen). Kuukauden päästä kesäkuun puolella välissä poikasten radioaktiivisuus oli noin kymmenesosa alkuperäisestä (18 cpm/poikanen). Leimatut siianpoikaset voitiin erottaa luonnonpoikasista vielä yli neljän kuukauden kuluttua (28.9) istutuksista. Tällöinkin niiden keskimääräisiksi radioaktiivisuuksiksi määritettiin kummassakin järvestä noin 6 cpm/poikanen. Yksilöiden välisten suurten pulssimäärien erojen vuoksi heikoimmin leimaantuneiden yksilöiden erottaminen leimaamattomien joukosta alkoi kuitenkin olla jo varsin tulkinnanvaraista. Koska joidenkin leimattujen poikasten pulssimäärät jäivät vain niukasti raja-arvon alle, on hyvin todennäköistä, että osa niistä tulkittiin ei-leimatuiksi

poikasiksi. Siksi seuraavissa kappaleissa esitetyjä tutkimustuloksia voidaan pitää minimiarvoina leimattujen siianpoikasten lukumäärien suhteen.

Siianpoikasten pyynnit

Sattajärvestä otettiin kasvukaudella 1999 kuudella kalastuskerralla näytteeksi yhteensä 2 460 siianpoikasta, joista 73 kpl oli leimattuja (luonnonkanta) ja 2 387 kpl leimaamattomia (viljelty + luonnonkanta). Matalajärvestä otettiin näytteeksi 2 238 poikasta, joista 229 kpl oli leimattuja (viljelty kanta) ja 2 009 kpl leimaamattomia (viljelty + luonnonkanta).

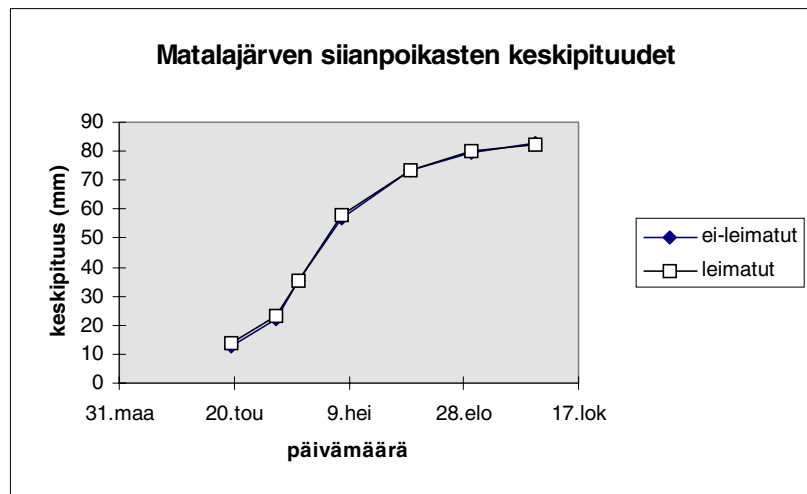
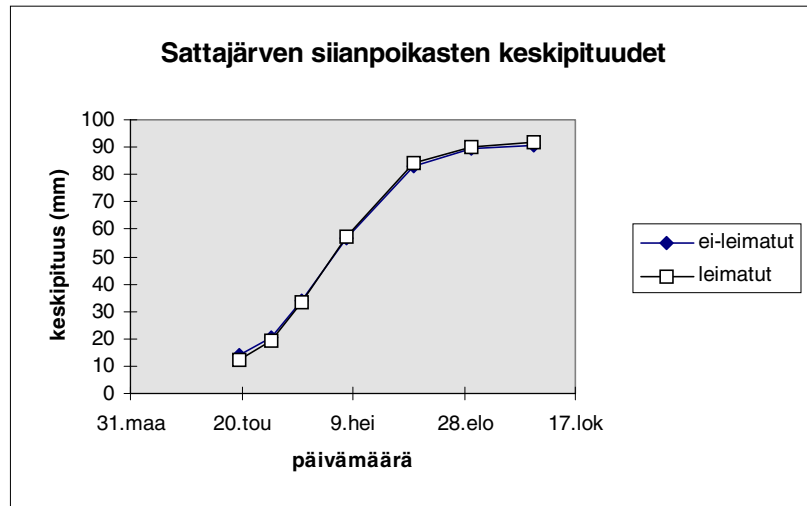
Vaikka leimattuja poikasia oli istutettaessa noin 10 % poikasten kokonaismäärästä, niiden osuus Sattajärven kokonaissaaliissa oli koko tutkimusjakson aikana korkeintaan 4,0 % ja keskimäärin 3,2 %. Matalajärven saaliissa leimattujen poikasten osuus kokonaissaaliissa pysyi koko tutkimusjakson ajan alkuperäisessä 10 %:ssa (keskimäärin 10,1 %) eivätkä yksittäisten saaliidenkaan leimattujen poikasten osuudet vaihdelleet kovin paljon (8,8 -11,9 %). Leimattujen siianpoikasten pieni osuus Sattajärven saaliissa viittaa siihen, että joko poikaset levittyivät epätasaisesti koko järven alueelle tai niistä suuri osa kuoli heti istutusten jälkeen.

Sattajärven ja Matalajärven siianpoikasryhmien kasvut

Jotta siianpoikasten kasvukauden aikaista kehitystä olisi voitu tutkia yksityiskohtaisesti, poikasten keskimääräiset pituusmittaus- ja punnitustulokset sekä niiden pohjalta lasketut keskimääräiset kuntokertoimet koottiin pyyntikerroittain järviakohtaisesti ja esitettiin erikseen leimattujen ja ei-leimattujen ryhmien osalta (kuvat 1.1. - 1.3.).

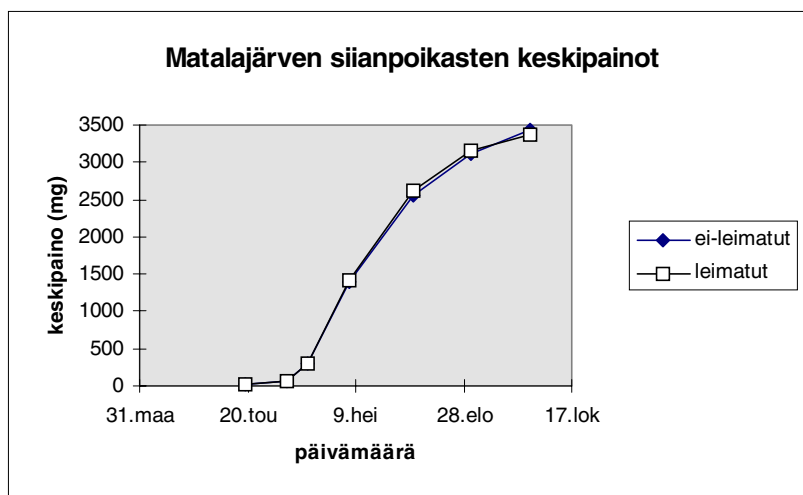
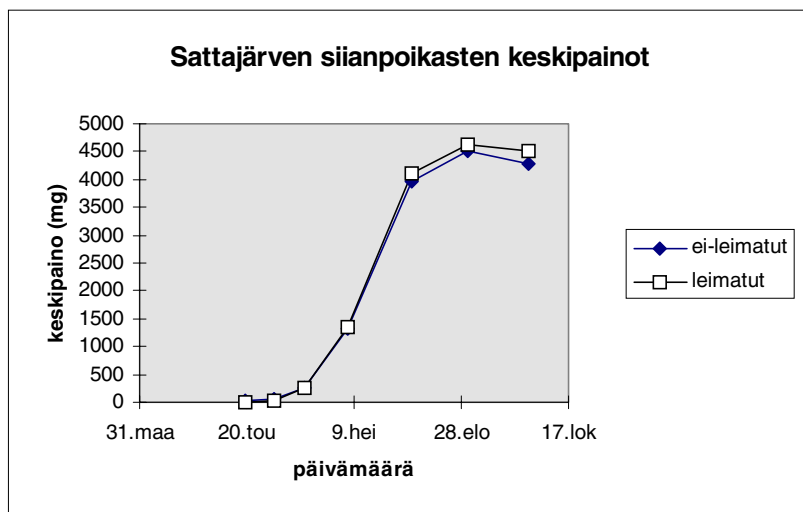
Järvikohtaisia leimattujen ja ei-leimattujen siianpoikasten keskimääräisiä pituuksia, painoja ja kuntokertoimia ei testattu tilastollisesti, mutta silmämääräisesti tarkastellen on selvää, ettei ryhmien välillä ole näiden muuttujien osalta eroja (kuvat 1.1. - 1.3.). Kummassakin järvessä luonnonmädistä haudottujen poikasten ryhmän keskipituus oli kokeen alussa noin kaksi millimetriä suurempi verrattuna viljeltyjen + luonnon emojen mädistä haudottujen poikasten ryhmään. Kuitenkin pienemmät poikaset ottivat kesäkuun alkuun mennessä kasvu- ja painon kiinni eikä pituuseroja enää tämän jälkeen syntynyt lisää (kuva 1.1.).

Siianpoikasryhmien keskipainot pysyivät kummassakin järvessä elokuun alkuun saakka lähes yhtä suurina, mutta tämän jälkeen Sattajärvestä leimattujen poikasten (luonnonpoikaset) keskipainot olivat suuremmat kuin ei-leimattujen (viljelty + luonnon) poikasten. Nämä havaitut erot ryhmien välillä eivät välttämättä kuvaa todellisuutta, koska aineistossa oli mukana leimattuja poikasia vain muutamia kymmeniä, kun ei-leimattuja poikasia oli yli 2 000 kpl. Jos leimattujen poikasten voimakkaimmat eli useimmiten myös painavimmat yksilöt jäivät henkiin, niiden osuus ylikorostui (kuva 1.2.). Etenkin Sattajärven kohdalla havaitaan, että joko järven ravintoeläintuotanto on ollut elokuun alkupäiviltä asti riittämätön pitääkseen yllä tehokasta siianpoikastuotantoa tai sitten vesi on ollut joko liian lämmintä tai laadultaan heikkoa tarjotakseen poikasille edulliset kasvuolosuhteet. Matalajärven siianpoikasten keskipainoille ei aineiston perusteella ole tapahtunut samanlaista notkahdusta.

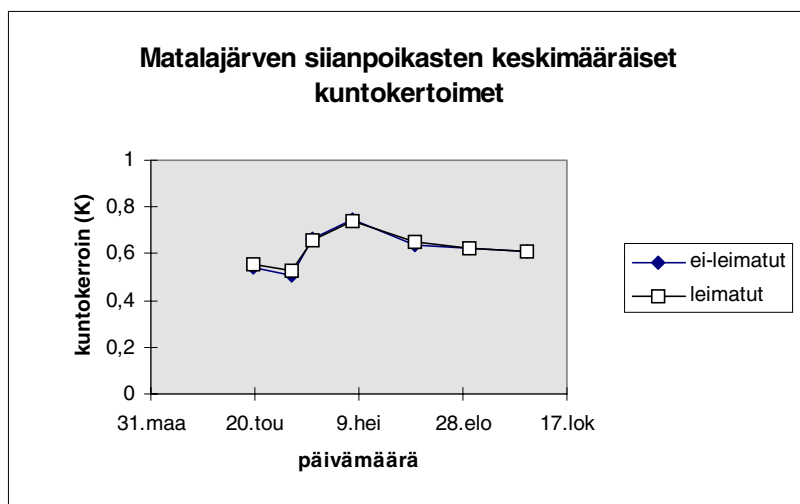
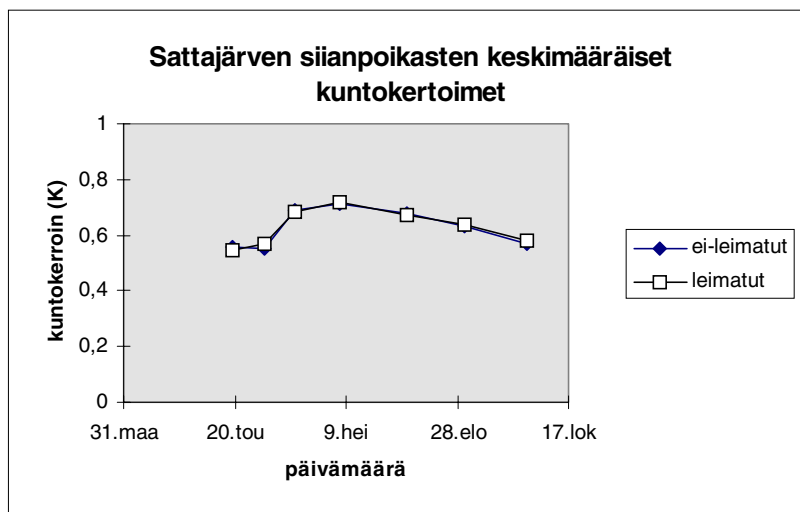


Kuva 1.1. Sattajärven ja Matalajärven siianpoikasnäytteiden keskipituudet (mm) kasvukaudella 1999.

Siianpoikasten keskipituudet ja -painot kasvoivat aina elokuun alkuun saakka varsin nopeasti (kuvat 1.1. ja 1.2.), mutta pituuksien ja painojen avulla laskettujen keskimääräisten kuntokertoimien korkeimmat arvot havaittiin jo heinäkuun alussa (kuva 1.3.). Vaikka poikasten keskipituudet kasvoivat koko ajan, niiden keskipaino ei lisääntynyt enää suhteessa pituuteen järvien ravintovarojen muuttuessa koko ajan niukemmaksi ja/tai veden laadun muuttuessa huonommaksi. Toisin sanoen poikasten kunto heikkeni heinäkuun alun jälkeen koko ajan syksyä kohti. Sekä Matalajärvessä että Sattajärvessä keskimääräisten kuntokertoimien kehitys oli kummassakin poikasryhmässä lähes identtinen, joten luonnon mädistä ja viljeltyjen emokalojen mädistä haudottujen poikasten välillä ei voitu havaita selviä eroja.



Kuva 1.2. Sattajärven ja Matalajärven siianpoikasnäytteiden keskipainot (mg) kasvukaudella 1999.



Kuva 1.3. Sattajärven ja Matalajärven siianpoikasnäytteiden keskimääräiset kuntokertoimet kasvukaudella 1999.

Sattajärven ja Matalajärven siianpoikasryhmien kuolevuusarviot

Sattajärvestä saatiin kasvukaudella 1999 1 034 000 siianpoikasta. Matalajärvestä saatu vastaava määrä oli 1 610 000 siianpoikasta (T. Lovikka, henk.koht. tiedonantoon perustuva arvio). Poikasmäärät edustavat vähimmäismääriä, koska molempiin lammikoihin on jäänyt poikasia, joiden määriä ei voida arvioida tarkasti. Kun nämä määrät kerrottiin jokaisen näytteenotokerran leimattujen ja ei-leimattujen poikasten keskimääräisillä osuuksilla (ks. kappale 3.2.), saatiin kummankin ryhmän kokonaismäärille (N_{pyy}) arviot (taulukko 2).

Taulukko 2. Sattajärven ja Matalajärven siianpoikasryhmien istutusmäärät (N_{ist}), pyydyt kokonaismäärät (N_{pyy}), saanto- eli eloonjäätiprosentit (S%) sekä kuolevuusprosentit (Z%) ja kokonaiskuolevuus (Z).

	Matalajärvi	Matalajärvi	Sattajärvi	Sattajärvi
ryhmä	leimatut (viljellyt)	ei leimatut (luonn. + vilj.)	leimatut (luonnon)	ei leimatut (luonn. + vilj.)
N ist (kpl)	201 300	1 800 100	297 500	2 699 600
N pyy (kpl)	162 600	1 447 293	33 087	1 000 874
saanto (S%)	80,7	80,4	11,1	37,1
kuolevuus (Z%)	19,3	19,6	88,9	62,9
kokonaiskuolevuus (Z)	0,21	0,22	2,20	0,99

Matalajärven siianpoikasten kuolleisuus oli tutkimusjakson aikana kummassakin ryhmässä selvästi pienempi kuin Sattajärvessä. Vaikka Matalajärveen keväällä istutettu poikasmäärä oli 33% pienempi kuin Sattajärveen istutettu määrä, Matalajärvestä saatiin 36 % enemmän poikasia kuin Sattajärvestä (taulukko 2).

Johtopäätökset

Luonnosta pyydytyistä vaellussiikaemoista tuotettujen poikasten ei todettu olevan tutkituilta ominaisuuksiltaan erilaisia kuin kalanviljelylaitoksella kasvatettujen emosiikojen poikaset. Poikasryhmiä vertailtaessa niiden keskimääräisissä pituuksissa, painoissa sekä kuntokertoimissa ei havaittu kasvukauden aikana oleellisia muutoksia. Myöskään kuolevuuden osalta poikasryhmät eivät eronneet toisistaan toisessa tutkimusjärjessä (Matalajärvi), kun taas Sattajärvessä leimattujen luonnonpoikasten kuolevuus arvioitiin olevan selvästi suurempaa kuin ei-leimattujen viljeltyjen ja luonnon poikasten yhteisessä ryhmässä.

Tutkimustuloksiin vaikuttivat siianpoikasryhmien erilaisia ominaisuuksia enemmän tutkimusjärvien ympäristöolosuhteet. Vuosisadan lämpimimmän kesän loputtua Matalajärvestä saatiin takaisin 80% sinne istutetuista kaloista, jotka vielä tämän lisäksi kasvoivat suhteellisen kookkaiksi. Sen sijaan Sattajärveen istutetuista siianpoikasista vieläkin kookkaammiksi kasvaneista poikasista menetettiin reilusti yli puolet. Lämpimässä vedessä siianpoikaset kasvavat nopeasti ja tällöin saattaa olla mahdollista, että järven käytettävissä olevat ravintovarot kulutetaan helposti loppuun. Olettamusta tosin ei voitu osoittaa, koska ravintovarojen määrää ei selvitetty tämän tutkimuksen yhteydessä.

Kirjallisuus

Bagenal, T.B. & Tesch F.W. 1978: Age and growth. Teoksessa: Bagenal, T. (ed.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell, Oxford, p. 101-136.

Youngs, W.D. & Robson, D. S. 1978: Estimation of population number and mortality rates. Teoksessa: Bagenal, T. (ed.): Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell, Oxford, p. 137-164.

Nyberg, K. 1997. Vastakuoriutuneiden vaellussiianpoikasten (*Coregonus lavaretus* (L.)) merkintä radioaktiivisella strontium-85:lla. Lisensiaatintutkimus. Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, 67 s.

Siikakantojen geneettisen monimuotoisuuden selvitys mikrosatelliittimenetelmällä

Teija Aho
Department of Animal Ecology
Evolutionary Biology Centre
Uppsala Universitet

Aineisto ja menetelmät

Näyttemäärä

Tässä tutkimuksessa on mukana kaikkiaan 25 siikakantaa. Näistä viisi on kantoja, joista on analysoitu sekä luonnosta pyydettyjä kaloja että laitosemoparvi (Oulujoen, Iijoen, Kalajoen ja Kymijoen vaellussiiat sekä peledsiika). Iijoen luonnonkannasta on analysoitu sekä kesä- että syyskutuinen kanta. Kahdeksasta kannasta on analysoitu vain luonnonkaloja (Kemijoen, Kemijärven, Tornionjoen kesäkutuiset, Tornionjoen syyskutuiset, Ounasjoen ja Simojoen vaellussiiat sekä Simpeleenjärven ja Vuohijärven järvisiiat) ja 11 kannasta vain laituskaloja (Kemijoen yläosan, Kokemäenjoen, Kuusinkijoen, Livojoen ja Luirjoen vaellussiiat, Rautalammin vesistön, Sotkamon vesistön, Koitajoen ja Pielisjoen planktonsiiat sekä Kallunkijärven ja Ivalojoen pohjasiiat).

Siikakantojen monimuotoisuustaso on selvitetty analysoimalla kuusi muuntelevaa mikrosatelliittigeenipaikkaa kustakin kannasta. Yhdessä lokuksessa havaittiin kuitenkin nk. nolla-alleeli, eli monistumaton geenimuoto, joka voi vääristää tuloksia. Tämä geenipaikka on näinollen poistettu analyysistä. Analysoitujen yksilöiden määräksi on pyritty saamaan 50, mutta käytännössä kaikki yksilöt harvoin toimivat kaikkien geenipaikkojen osalta. Mikäli yksilömäärä jonkin geenipaikan osalta on alhaisempi kuin 50, aineisto on korjattu vastaamaan tavoiteyksilömäärää Ewensin korjausmenetelmää käyttäen. Tulokset ovat näinollen suoraan vertailukelpoisia muiden kantojen kesken, analysoidusta yksilömäärästä riippumatta.

Tulokset on jaoteltu kahteen ryhmään siten, että vaellussiiat ja muut siikamuodot käsitellään erikseen.

Monimuotoisuus

Monimuotoisuusindekseinä on käytetty havaittua geenimuotojen määrää, havaittua heterotsygotia-astetta (erilaiset geenimuodot omaavien yksilöiden suhteellinen osuus) sekä odotettua heterotsygotia-astetta (geenidiversiteetti). Geenidiversiteetti vastaa odotettua heterotsygotia-astetta vastaavassa satunnaisesti lisääntyvässä populaatiossa. Mikäli kannan sisällä yksilöt lisääntyvät satunnaisesti eikä esimerkiksi sukusiitosta tai yksilömäärän romahduksia esiinny, ovat havaittu heterotsygotia-aste ja geenidiversiteetti yhtä suuria). Taulukossa 1 on esitetty viiden geenipaikan yli lasketut keskiarvot.

Efekttiivinen populaatiokoko, eli lisääntyvien yksilöiden määrä on laskettu Hillin metodia käyttäen. Tämä metodi edellyttää, että populaatioiden välillä ei ole muuttoliikettä, ts. että populaatiot ovat toisistaan eristyneitä. Mikäli muuttoliikettä (tai kantojenvälisiä istutuksia) esiintyy, arvio efektiivisestä populaatiokoosta saattaa olla liian suuri. Tässä laskettuja arvoja ei tule pitää absoluuttisesti täysin oikeina, vaan

ohjelman laskema N_e riippuu siitä, mistä, miten ja milloin kyseisen kannan näyte on otettu. Mikäli näytteenotto on suoritettu esimerkiksi yhdeltä paikalta, se ei todennäköisesti kuvaa koko kannan tilannetta. Sama pätee tietysti muihinkin tässä esitettyihin monimuotoisuusindekseihin.

Kantojen väliset erot

Kantojen välisten erojen analyysi perustuu eroihin geenimuotojen taajuuksissa sekä määrissä. Taulukoissa 2, 3 ja 5 oleva numeroarvo eli F_{ST} -arvo kertoo kantojen välisen erilaisuuden (montako prosenttia kokonaismuuntelusta esiintyy kantojen välillä verrattuna kantojen sisäiseen geneettiseen muunteluun, esim $F_{ST} = 0,00529$ tarkoittaa sitä, että 0,529% muuntelusta esiintyy kantojen välillä ja loput kantojen sisällä). Mitä suurempi F_{ST} -arvo on, sitä erilaistuneempia kannat ovat. F_{ST} -arvon vieressä olevat tähdet kertovat tämän arvon tilastollisen merkitsevyyden, siis sen, onko se suurempi kuin nolla. Mikäli arvo ei ole tilastollisesti merkitsevä, kannat eivät ole geneettisesti erilaistuneita. F_{ST} -arvon alapuolella olevat tähdet kertovat geenimuotojen taajuuksissa esiintyvien erojen tilastollisen merkitsevyyden seuraavasti:

***: $p < 0,001$

** : $0,001 < p < 0,01$

* : $0,01 < p < 0,05$

NS: ei eroja geenimuotojen taajuuksissa.

Geenimuotojen taajuuksiin perustuva testi kertoo onko kantojen välillä geneettisiä eroja, ja F_{ST} -arvo puolestaan kertoo erojen suuruuden (montako prosenttia kokonaismuuntelusta esiintyy kantojen välillä, verrattuna kantojen sisäiseen muunteluun). Geenimuotojen taajuuksiin perustuva testi on konservatiivisempi kuin pelkkä F_{ST} -arvo.

Kantojen väliset geneettiset etäisyydet

Kantojen väliset geneettiset etäisyydet on laskettu käyttämällä Nei DA distance –menetelmää. 'Puudiagrammi' kertoo eri kantojen suhteellisen geneettisen etäisyyden toisistaan. Mitä lähemmäs kannat sijoittuvat toisiaan, sitä läheisempää 'sukua' ne ovat toisilleen. Jokaisen viivan alussa oleva numero kertoo prosentuaalisesti kuinka todennäköistä on, että kanta sijoittuu juuri kyseiseen kohtaan. Mikäli luku on yli 50, tarkoittaa se yli 50%:n todennäköisyyttä, ja sijoittumista voidaan pitää melko varmana. Viivojen pituudet ovat puolestaan geneettisen erilaisuuden mitta: mitä pidempi viiva, sitä enemmän kanta poikkeaa muista kannoista. Nimikoodin perässä oleva *lu* tarkoittaa luonnonkantaa ja *la* laituskantaa.

Vaellussiiat

Monimuotoisuus

Taulukko 1. Vaellussiikakantojen geneettinen monimuotoisuus ja efektiivinen populaatiokoko.

Geenimuotojen määrä: keskimääräinen geenimuotojen määrä viidessä geenipaikassa.

H_o : Havaittu heterotsygoottisten yksilöiden osuus (heterotsygotia-aste).

H_e : Odotettu heterotsygoottisten yksilöiden osuus (geenidiversiteetti).

N_e : Efektiivinen populaatiokoko 95% luottamusväleinen.

Kanta		Geeni- muotojen määrä	H_o	H_e	$N_e \pm 95\%$ luottamusväli
Oulujoki	Luonnonkanta (-99)	14,1	0,77	0,86	301 \pm 61
	Laitoskanta (VS-OUJ-99)	16,3	0,73	0,86	241 \pm 21
Kemijoki	Kesäkutuinen	17,2	0,73	0,85	78 \pm 21
	Syyskutuinen	15,3	0,80	0,85	140 \pm 38
Kemijoen yläosa, laitoskanta		14,9	0,82	0,85	37 \pm 14
Kemijärvi, luonnonkanta		13,9	0,74	0,82	130 \pm 30
Iijoki	Kesäkutuinen	15,9	0,82	0,86	114 \pm 40
	Syyskutuinen	17,5	0,77	0,88	120 \pm 36
	Laitoskanta	15,4	0,74	0,87	253 \pm 49
Kalajoki	Luonnonkanta	15,0	0,81	0,86	1769 \pm 59
	Laitoskanta (-95)	13,1	0,74	0,83	54 \pm 18
Kymijoki	Luonnonkanta	15,3	0,78	0,88	1246 \pm 89
	Laitoskanta (93,94)	13,8	0,82	0,85	37 \pm 14
Tornionjoki	Kesäkutuinen	16,2	0,75	0,86	169 \pm 45
	Syyskutuinen	14,1	0,78	0,86	55 \pm 15
Ounasjoki, luonnonkanta		12,7	0,75	0,83	148 \pm 25
Simojoki, luonnonkanta		15,6	0,81	0,86	--
Kokemäenjoki, laitoskanta (-92)		7,3	0,72	0,70	18 \pm 6
Kuusinkijoki, laitoskanta (-90)		12,9	0,79	0,84	76 \pm 28
Livojoki, laitoskanta (BH9)		8,7	0,74	0,75	36 \pm 11
Luirojoki, laitoskanta (BE11)		13,0	0,74	0,81	43 \pm 15

Monimuotoisuustaso on kaikkien luonnonkantojen osalta korkea, eikä merkittäviä eroja kantojen välillä ole. Luonnonkannoista keskimääräinen geenimuotojen määrä on alhaisin Ounasjoen kannassa. Laitoskantojen monimuotoisuustaso näyttäisi olevan hieman alhaisempi kuin luonnonkannoilla, mikä selittynee emoparvienv perustajavaikutuksella. Tämä on selvästi nähtävissä Kokemäenjoen ja Livojoen laitoskannoissa, joissa geenimuotojen määrä jää alhaiseksi pienen efektiivisen koon vuoksi.

Luonnonkantojen efektiivinen populaatiokoko on korkein Kalajoen kannassa ja alhaisin Tornionjoen syyskutusessa kannassa. Myös Kemijoen kesäkutusessa kannan efektiivinen koko on yllättävän alhainen. Nämä erot eivät ole kuitenkaan juurikaan vaikuttaneet geneettisen monimuotoisuuden tasoon. Jopa useimpien laitoskantojen monimuotoisuustaso on korkea suhteellisen pienestä efektiivisestä koosta huolimatta. Simojoen kannan efektiivisen koon laskeminen oli tietokoneohjelmalle ylivoimaista ilmeisesti vahvan heterotsygotia-alijäämän vuoksi (ohjelma antoi efektiiviseksi kooksi äärettömän).

Yleinen piirre monien kantojen osalta on poikkeama Hardy-Weinbergin tasapainotilanteesta (H-W tasapainotila: havaittu heterotsygotia-aste vastaa geenidiversiteettiä). Vahva heterotsygotia-alijäämä on havaittavissa Iijoen syyskutusessa, Kemijoen kesäkutusessa, Tornionjoen kesäkutusessa ja Simojoen kannassa. Laitoskantojen osalta vahva heterotsygoottisten yksilöiden alijäämä löytyi Kalajoen, Iijoen ja Luirojoen kannoista. Näiden kantojen osalta sukusiitosta mittaava F_{IS} -arvo on selvästi positiivinen kaikkien geenipaikkojen osalta. Tämä saattaa siis merkitä sukusiitoksen esiintymistä kyseisissä kannoissa, mutta se voi viitata myös kantojen sekoittumiseen, jolloin geenimuotojen määrä on "liian suuri" verrattuna havaittuun heterotsygotia-asteeseen. Kemijoen syyskutusessa ja Kymijoen luonnonkannassa sekä Kokemäenjoen, Kymijoen, Kemijoen yläosan, Kuusinkijoen ja Oulujoen laitoskannoissa alijäämä oli lievempi, mutta tilastollisesti merkitsevä kaikkien geenipaikkojen yli laskettuna. Näiden kantojen osalta F_{IS} -arvo ei ollut positiivinen kaikissa geenipaikoissa, joten selviä merkkejä sukusiitoksesta ei ole. Alijäämä viittaa siten enemmän sekoittumisen mahdollisuuteen, tai emoparvien yhdistämiseen (esimerkiksi Kymijoen tapauksessa).

Taulukko 2. Luonnonkantojen väliset F_{ST} -arvot tilastollisine merkitsevyyksineen (ylempi rivi) ja geenimuotojen taajuuksia testaavan analyysin tulos (alempi rivi).

	Oulujoki luonto	Kemijoki kesä	Kemijoki syys	Kemijoen yläosa	Kemijärvi	Iijoki kesä	Iijoki syys	Kalajoki	Kymijoki	Tornionjoki kesä	Tornionjoki syys
Kemijoki kesä luonto	0,00001 NS										
Kemijoki syys luonto	0,00000 NS	0,00000 NS									
Kemijoen yläosa laitos	0,00102*** NS	0,00000 NS	0,00070* NS								
Kemijärvi luonto	0,00236*** NS	0,00000 NS	0,00455*** NS	0,00502*** *							
Iijoki kesä luonto	NS	NS	NS	NS	NS						
Iijoki syys luonto	0,00020* NS	0,00000 NS	0,00000 NS	0,00048 NS	0,00316** NS	NS					
Kalajoki luonto	0,00052** NS	0,00000 NS	0,00000 NS	0,00000 NS	0,00337*** NS	NS	0,00000 NS				
Kymijoki luonto	0,00010 NS	0,00011 NS	0,00000 NS	0,00080*** NS	0,00348*** NS	NS	0,00020 NS	0,00000 NS			
Tornionjoki kesä luonto	0,00032 NS	0,00000 NS	0,00000 NS	0,00101* NS	0,00548*** NS	NS	0,00022 NS	0,00057* NS	0,00052* NS		
Tornionjoki syys luonto	0,00226*** *	0,00000 NS	0,00000 NS	0,00000 *	0,00343* **	*	0,00066 *	0,00000 *	0,00026 *	0,00201* *	
Ounasjoki luonto	0,00499*** NS	0,00000 NS	0,00572*** NS	0,00000 **	0,00180 NS	NS	0,00411** NS	0,00568*** NS	0,00055 NS	0,00416*** NS	0,00451** *
Kokemäenjoki laitos	0,00163*** **	0,00143* ***	0,00175*** ***	0,00257*** ***	0,00394** ***	***	0,00185*** **	0,00196*** ***	0,00175*** **	0,00218*** ***	0,00000 ***
Kuusinkijoki laitos	0,00037 **	0,00052 *	0,00028 *	0,00118*** ***	0,00529*** **	NS	0,00047* *	0,00046 NS	0,00037 *	0,00054 *	0,00073 **
Livojoki laitos	0,00232*** NS	0,00153* *	0,00192*** NS	0,00229*** *	0,00717*** **	*	0,00212*** NS	0,00218*** NS	0,00232*** NS	0,00244*** **	0,00000 ***
Luirojoki laitos	0,00192*** NS	0,00103 NS	0,00102* NS	0,00135* NS	0,00657*** *	NS	0,00192*** NS	0,00143*** NS	0,00172*** NS	0,00173*** NS	0,00000 *
Simojoki luonto	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	***

Taulukko 2. jatkuu.

	Ounasjoki	Kokemäen- joki	Kuusinki- joki	Livojoki	Luirojoki
Kokemäenjoki laitos	0,00107 ***				
Kuusinkijoki laitos	0,00257** **	0,00180*** **			
Livojoki laitos	0,00505*** **	0,00364*** ***	0,00249*** ***		
Luirojoki laitos	0,00707*** *	0,00358*** ***	0,00202*** **	0,00364*** **	
Simojoki luonto	NS	***	NS	NS	NS

Vaellussiikojen luonnonkantojen väliset erot

Tilastolliset testit antavat joidenkin kantojen osalta hieman erilaiset tulokset, mikä johtuu erilaisista laskentatavoista. Tuloksia lienee paras tulkita siten, että jos molemmat testit ovat tilastollisesti merkitseviä, kantojen välillä on todellisia geneettisiä eroja. Geenimuototaajuuksiin perustuvan testin ollessa merkitsevä voidaan myös olla varmoja siitä, että kantojen välillä on geneettisiä eroja (nimenomaan geenimuotojen taajuuksissa, ei välttämättä erilaisten geenimuotojen esiintyvyydessä).

Yleisesti sanottakoon, että vaellussiikakantojen väliset erot ovat pieniä. F_{ST} -arvot antavat kantojen välisen muuntelun osuudeksi kaikissa vertailuissa alle 1%, mikä on vähän. Suurin osa havaitusta muuntelusta esiintyy siis kunkin kannan sisällä.

Vaellussiioista kaikkein 'erilaisin' näyttäisi olevan Kokemäenjoen kanta. Se poikkeaa tilastollisesti kaikista muista kannoista. Tässä tulee kuitenkin muistaa, että Kokemäenjoen kantaa edustaa yksi emoparvi, jonka efektiivinen koko on alhainen. Perustajavaikutus saattaa siis yksistään aiheuttaa havaitut erot muihin kantoihin verrattuna (samansuuruiset erot ovat yleisiä emoparvienvälillä jopa saman kannan sisällä). Sama koskee myös Kuusinki-, Livo- ja Luirojokien laitoskantoja, jotka myös tilastotestien perusteella poikkeavat useista muista kannoista.

Analysoiduista luonnonkannoista geenimuotojen taajuuksien osalta 'erilaisin' näyttäisi olevan Tornionjoen syyskutuinen kanta. Se poikkeaa tilastollisesti merkitsevästi laitoskantojen ohella myös Oulujoen, Kemijoen syyskutuisen, Kemijärven, Iijoen, Kalajoen, Kymijoen ja Simojoen kannoista. Merkillepantavaa on, että Tornionjoen syyskutuinen kanta poikkeaa myös saman joen kesäkutuisesta kannasta. Mistään suurista eroista ei voida puhua, mutta ero on kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin syyskutuisen kannan erot muihin edellä mainittuihin kantoihin verrattuna. Tornionjoen kesäkutuinen kanta ei sensijaan selvästi poikkea muista luonnonkannoista, vaikka muutamia tilastollisesti merkitseviä F_{ST} -arvoja esiintyy. Geenimuotojen taajuuksien osalta muut luonnonkannat eivät poikkea toisistaan. F_{ST} -arvojen osalta eroja löytyy lähinnä Kemijärven ja Oulujoen osalta. Kemijoen kesäkutuinen kanta ei näytä poikkeavan muista luonnonkannoista edes F_{ST} -arvojen osalta. Myöskään Iijoen syyskutuinen luonnonkanta ei vaikuta kovin erilaistuneelta, merkitsevät F_{ST} -arvot löytyvät vain vertailussa Kemijärven ja Oulujoen välillä.

Laitos- ja luonnonkantojen väliset erot

Taulukko 3. Laitos- ja luonnonkantojen väliset geneettiset erot: F_{ST} -arvo ja sen tilastollinen merkitsevyytaso sekä geenimuotojen taajuuksia testaavan testin merkitsevyytaso.

Kanta	Laitos- ja luonnonkannan välinen F_{ST} -arvo ja tilastollinen merkitsevyys	Geenimuotojen taajuustestin merkitsevyytaso
Iijoki kesä & IJ BG1		NS
Iijoki syys & IJ BG1	0,00020 NS	NS
Kalajoki & KAL95	0,00034 NS	NS
Kymijoki & KYM9394	0,00054 NS (p = 0,063)	*
Oulujoki & OUL99	0,00112 NS	NS (p = 0,067)

Ainoa tilastollisesti merkitsevä ero laitos- ja luonnonkannan väliltä löytyi Kymijoen kannasta. Tämä johtunee perustajavaikutuksesta emoparven osalta. Emoparven efektiivinen koko on kohtuullisen pieni ja monimuotoisuustaso hieman alhaisempi kuin luonnonkannassa. Kymijoen kannan osalta voidaan todeta, että ainakaan nyt analysoitu emoparvi ei täysin edusta tämänhetkistä luonnonkantaa (näytteet syksyiltä 1999). Toisaalta Kymijoen emoparvi poikkeaa tilastollisesti merkitsevästi kaikista analysoiduista vaellussiikakannoista Tornionjoen kesäkutuista lukuun ottamatta, kun taas Kymijoen luonnonkannan erot muihin vaellussiikakantoihin verrattuna ovat huomattavasti pienemmät (Taulukko 2). Emoparven perustamishistoriaa ja istutus-toimintaa tuntematta on mahdotonta päätellä johtuvatko nämä erot perustajavaikutuksesta emoparven osalta (todennäköisin vaihtoehto) vai edustaako emoparvi paremmin Kymijoen alkuperäistä kantaa kuin -99 syksyllä pyydetty luonnonkalat.

Vaellussiikojen erot muihin siikamuotoihin verrattuna

Geenimuotojen taajuustestin perusteella kaikki vaellussiikat eroavat geneettisesti Rautalammin ja Sotkamon vesistöjen planktonsiioista, Kallunkijärven pohjasiiioista, Simpeleenjärven järvisiioista sekä peledsiista. Vaellussiioista ainoa luonnonkanta, joka eroaa Koitajoen planktonsiian laitoskannasta on Tornionjoen syyskutuinen kanta. Laitoskannoistakin ainoastaan Oulujoen, Kokemäenjoen ja Kymijoen kannat poikkeavat Koitajoen planktonsiista. Kaikki muut vaellussiikojen luonnonkannat paitsi Kalajoen, Kemijoen kesä- ja syyskutuiset sekä Iijoen kesäkutuiset eroavat Pielisjoen planktonsiian laitoskannasta. Ivalojoen pohjasiiioista eroavat puolestaan Kemijärven ja Ounasjoen sekä Tornionjoen syyskutuisien vaellussiikojen luonnonkannat. Kaikki analysoidut vaellussiikojen laitoskannat sensijaan poikkeavat Ivalojoen pohjasiiioista. Luonnonkannoista ainoastaan Tornionjoen syyskutuinen poikkeaa selvästi Vuohijärven järvisiioista.

Edellä mainitut erot perustuvat geenimuotojen taajuuksien erilaisuuteen. F_{ST} -arvojen perusteella löytyy hieman enemmän tilastollisesti merkitseviä eroja, esimerkiksi Koita- ja Pielisjokien sekä Vuohijärven osalta. Kaikkien kantojen väliset F_{ST} -arvot löytyvät liitteestä 1.

Muut siikamuodot

Monimuotoisuus

Taulukko 4. Muiden siikamuotojen geneettinen monimuotoisuus ja efektiivinen populaatiokoko.

Geenimuotojen määrä: keskimääräinen geenimuotojen määrä viidessä geenipaikassa.

H_o : Havaittu heterotsygoottisten yksilöiden osuus (heterotsygotia-aste).

H_e : Odotettu heterotsygoottisten yksilöiden osuus (geenidiversiteetti).

N_e : Efektiivinen populaatiokoko 95% luottamusväleinen.

Kanta	Geeni- muotojen määrä	H_o	H_e	$N_e \pm 95\%$ luottamusväli	
Rautalammin vesistön planktonsiika, laitoskanta (-93)	8,6	0,77	0,81	24 \pm 9	
Sotkamon vesistön planktonsiika, laitoskanta (-96)	9,5	0,72	0,77	1379 \pm 49	
Koitäjoen planktonsiika, laitoskanta (BG10)	9,9	0,74	0,79	78 \pm 20	
Pielisjoen planktonsiika, laitoskanta (BH5)	11,9	0,78	0,79	73 \pm 20	
Kallunkijärven pohjasiika, laitoskanta (-94, -95, -96)	5,6	0,66	0,68	86 \pm 23	
Ivalojoen pohjasiika, laitoskanta (-86, -94)	10,9	0,77	0,81	71 \pm 25	
Simpeleenjärven järvisiika	13,9	0,79	0,87	141 \pm 33	
Vuohijärven järvisiika	13,1	0,83	0,86	3039 \pm 78	
Peledsiika, Endyrjärvi	Lokan tekoallas	2,9	0,02	0,16	9 \pm 1
	Laitoskanta BG4	5,1	0,08	0,15	2 \pm 1

Monimuotoisuustaso on korkein järvisiioilla, mikä tässä vertailussa johtunee siitä, että nämä ovat luonnonkantoja. Laitoskantojen osalta monimuotoisuustaso on alhaisempi, ja useimpien kantojen osalta efektiivinen kokokin on riittävän suuri. Rautalammin vesistön planktonsiioilla efektiivinen koko on kuitenkin suhteellisen alhainen. Kallunkijärven pohjasiikojen monimuotoisuus on selvästi muita kantoja alhaisempi (pelediä lukuun ottamatta), vaikka efektiivinen koko on kohtuullisen korkea.

Peledsiian osalta monimuotoisuustaso on hyvin alhainen, kaikissa tutkituissa geenipaikoissa on yksi hyvin yleinen geenimuoto ja vain muutama muu harvinaisempi geenimuoto. On siis olemassa suuri riski, että nämä harvinaiset geenimuodot häviävät kokonaan. Efektiivinen koko on hyvin pieni, mikä vastanee peledsiikakannan alkuperäistä alhaista perustajamäärää.

Yleinen piirre monien kantojen osalta on poikkeama Hardy-Weinbergin tasapainotilanteesta. Vahva heterotsygotia-alijäämä on havaittavissa peledsiikakannassa (sekä laitos- että luonnonnäytteet), ja erittäin korkea F_{IS} -arvo kaikkien geenipaikkojen osalta on selvä merkki sukusiitoksesta. Kallunkijärven ja Ivalojoen pohjasiioilla sekä Pielisjoen ja Sotkamon planktonsiioilla alijäämä oli lievempi, mutta tilastollisesti merkitsevä kaikkien geenipaikkojen yli laskettuna. Näiden kantojen osalta F_{IS} -arvo ei ollut positiivinen kaikissa geenipaikoissa, joten selviä merkkejä sukusiitoksesta ei ole.

Heterotsygotia-alijäämää esiintyi vain yhdessä tai kahdessa geenipaikassa, joten se ei näiden kantojen osalta ole merkittävää. Rautalammin vesistön planktonsiioilla esiintyi alijäämää yhdessä geenipaikassa ja ylijäämää yhdessä geenipaikassa, ja Koitajoen planktonsiioilla ylijäämää yhdessä geenipaikassa. Nämäkin poikkeamat ovat lieviä ja siten suhteellisen merkityksettömiä.

Taulukko 5. Plankton-, pohja-, järvi- ja peledsiikakantojen väliset F_{st} -arvot tilastollisine merkitsevyyksineen (ylempi rivi) ja geenimuotojen taajuuksia testaavan analyysin tulos (alempi rivi).

	MS-RAU	MS-SOT	MS-PIE	MS-KOI	PS-KLL	PS-IVA	Simpelteen-järvi	Vuohijärvi	Peled luonto
MS-SOT laitoskanta	0,00198***								
MS-PIE laitoskanta	0,00187***	0,00162***							
MS-KOI laitoskanta	0,00187***	0,00162***	0,00041 NS						
PS-KLL laitoskanta	0,00600***	0,00568***	0,00488***	0,00513***					
PS-IVA laitoskanta	0,00167***	0,00152***	0,00111***	0,00081**	0,00535***				
Simpelteenjärvi luonnonkanta	0,00167***	0,00132***	0,00121**	0,00121***	0,00528***	0,00111***			
Vuohijärvi luonnonkanta	0,00672***	0,00530***	0,00614***	0,00531***	0,00854***	0,00552***	0,00635**		
Peled luonnonkanta	0,25057***	0,25079***	0,24869***	0,24883***	0,24859***	0,24848***	0,24956***	0,23212***	
Peled laitoskanta	0,29314***	0,29388***	0,29358***	0,29358***	0,28972***	0,29338***	0,29348***	0,30014***	0,24171***

Kantojen väliset erot

Lähes kaikkien kantojen välillä on selviä geneettisiä eroja Pielis- ja Koitajoen planktonsiikoja lukuun ottamatta. Vuohijärven järvisiikojen osalta eroja geenimuotojen taajuuksissa ei löytynyt Pielis- ja Koitajoen planktonsiikoihin sekä Ivalojoen pohjasiikoihin verrattuna. F_{ST} -arvojen perusteella Vuohijärven järvisiika kuitenkin eroaa selvästi myös näistä kannoista. Peledsiian geneettiset erot muihin siikamuotoihin (myös vaellussiikoihin) verrattuna ovat lajitason eroja, F_{ST} -arvojen lähestyessä 30%:a. Peledsiian luonnonkanta (Lokan tekoaltaasta pyydetyt kalat) erosi myös selvästi analysoidusta peledin emoparvesta, mikä johtunee perustajavaikutuksesta (yksi emoparven erittäin harvinainen geenimuoto on luonnonkaloilla kymmenen kertaa yleisempi). Luonnosta pyydetyillä peledsiioilla yksi geenipaikka toimi hyvin huonosti, ja se on poistettu analyysistä, joten muiden geenipaikkojen arvot korostuvat peledin analyysissä.

Kantojen välinen geneettinen etäisyys (Kuva 1)

Kantojen sijoittumisen todennäköisyyttä kuvaavat luvut ovat alhaisia, mikä merkitsee sitä, että kantojen välillä ei ole suuria geneettisiä eroja. Vaellussiikojen osalta Tornionjoen, Kemijoen, Kalajoen ja Oulujoen kannat näyttäisivät ryhmittyvän yhteen, mutta todennäköisyysarvot ovat alhaisia, joten selvistä sukulaisuussuhteista ei voida puhua. Useiden kantojen laitospopulaatiot ryhmittyvät lisäksi omasta kannastaan erilleen, mikä kertoo parvien perustajavaikutuksen ohella kantojen välisten erojen pienuudesta. Vaellussiikakantojen osalta selvin ja tilastollisestikin tukea saava ryhmittymä on Ounasjoen vaellussiikojen ryhmittyminen Ivalojoen pohjasiikojen kanssa ja Kemijärven vaellussiikojen ryhmittyminen yhteen edellisten kanssa. Maantieteellisesti tämä on ymmärrettävä tulos, olettaen että näillä kannoilla on ollut sama kantapopulaatio, josta ne ovat aikojen kuluessa eriytyneet. Istutuksilla saattaa tietenkin olla oma vaikutuksensa myös tähän ryhmittymään. Toinen selkeä pari on Kemijoen yläosan laitoskanta ja Livojoen laitoskanta. Tähänkin saattaa osittain syynä olla perustajavaikutus, mutta istutusten osuus on syytä selvittää.

Geneettisiä etäisyyksiä laskettaessa käytettiin vertailumateriaalina alustavia tuloksia Ruotsin Kalix- ja Rånejokien kannoista sekä Haaparannan edustan merialuenäytettä. Myös Suomenlahden alueen merialuenäyte on tässä vertailussa mukana. Suhteellisen selvä ryhmittymä on Tornionjoen kesäkutuisen kannan sijoittuminen yhteen Haaparannan merialueen kalojen kanssa. Myös Ijoen kesäkutuinen sijoittuu lähelle tätä ryhmittymää.

Muiden siikamuotojen osalta selkeä ryhmittymä on Pielis- ja Koitajoen vaellussiikojen ryhmittyminen yhteen sekä Kallunkijärven pohjasiikojen ryhmittyminen edellisten kanssa. Tämä ryhmittymä saattaa viitata näiden kantojen mahdolliseen yhteiseen itäiseen alkuperään, mikäli kantojen välillä ei ole tehty istutuksia (Pielis- ja Koitajoen tapauksessa näin on tehty, eikä niiden välillä siten ole geneettisiä erojakaan).

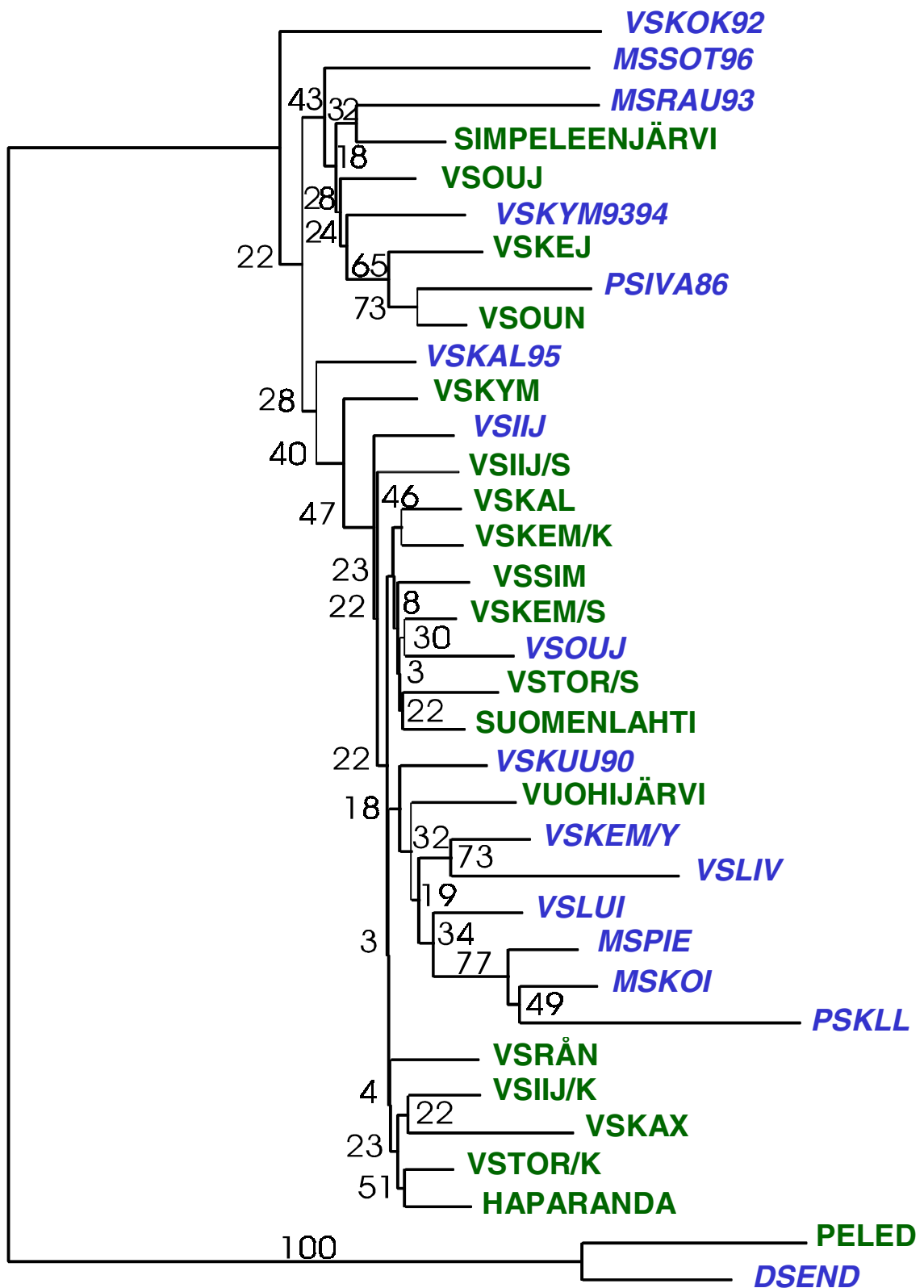
Yhteenveto

Yhteenvetona voidaan todeta, että geneettiset erot tutkittujen vaellussiikakantojen välillä ovat pieniä. Sen sijaan selvät geneettiset erot kantojen välillä on havaittavissa muiden siikamuotojen välillä, joista peledsiikaa voidaan pitää omana lajinaan. Suurin osa havaitusta muuntelusta on kuitenkin yksilöiden välistä muuntelua, ei kantojen välistä. Kannat, joista on vain laitoskannat edustettuina poikkeavat muista kannoista eniten, mikä saattaa johtua emoparvien pienestä efektiivisestä koosta (perustajavaikutus). Monimuotoisuusasteeltaan kannat ovat suunnilleen samantasoisia, ja monimuotoisuusaste on korkea muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Suuria eroja

luonnon- ja laitoskantojen välillä ei ole (Kymijokea ja peledsiikaa lukuun ottamatta). Kantojen väliset geneettiset etäisyydet ovat alhaiset eikä selviä vahvoja ryhmittymiä ole havaittavissa, mikä yhdessä useissa kannoissa esiintyvän heterotsygotia-alijäämän kanssa viittaa kantojen sekoittumiseen.

Eri siikamuotoja ei tämän selvityksen perusteella voida geneettisesti erotella eri muodoiksi, vaan ulkoiset erot eri muotojen välillä näyttäisivät olevan seurausta sopeutumisesta elinympäristöön (esimerkiksi elämiseen järvessä), ts. saatavilla olevaan ravintoon, kilpailijoihin ja muihin ympäristötekijöihin. Tämä aineisto viittaa enemmän siihen, että maantieteellisesti läheiset kannat ovat myös geneettisesti lähempänä toisiaan, vaikkakaan selvää geneettistä 'sukupuuta' ei voida kantojen todennäköisen sekoittumisen vuoksi laatia.

Tutkittujen viiden geenipaikan muuntelu pitäisi olla riittävä kantojen välisten erojen havaitsemiseksi. Sen sijaan tuo geenipaikkamäärä saattaa olla liian alhainen geneettisten etäisyyksien arvioimiseksi luotettavasti, koska kantojen väliset erot ovat niin pieniä. Lisävalaistusta ongelmaan toisi vanhojen suomunäytteiden analysointi, jolloin voitaisiin todeta onko kantojen välillä ollut eroja ennen istutustoiminnan aloittamista. On tietenkin täysin mahdollista, että siikakantojen väliset geneettiset erot ovat luonnollisestikin alhaisia. Efektiivisen populaatiokoon laskemisessa suuresta yksilömäärästä on enemmän etua kuin suuresta määrästä geenipaikkoja, joten lisägeenipaikoista saattaisi olla hyötyä. Tässä esitetyt arvot antavat kuitenkin kohtuullisen hyvän arvion efektiivisen koon suuruusluokasta ja ovat täysin vertailtavissa eri kantojen välillä.



Kuva 1. Siikakantojen geneettiset etäisyydet. Kursiivilla painetut ovat laitoskantoja, muut luonnonkantoja.

”Vastakuoriutuneiden poikasten käyttökokemukset Keskipohjanmaan rannikolla”/ Lyhennelmä

Jukka Pirttijärvi
Pohjanmaan Kalastajaseurojen Liitto

Yleistä

Perämereen laskevien jokien vaellussiikakantoja on hoidettu sekä vastakuoriutuneilla että 1-kes kasvatetuilla poikasilla.

Vuosittain on Perämereen istutettu 6-8 miljoonaa kpl 1-kesäisiä poikasia. Määrän tulisi vastata 600-800 miljoonaa vastakuoriutunutta poikasta.

Vuosina 1975-1999 on Keskipohjanmaan rannikolle istutettu vuodessa 1-1,5 milj. kpl 1-kes. poikasia. KUVA 1.

Tämän määrän olisi tullut vastata alueen jokien arvioitua vk-poikastuotantoa muutettuna 1:100.

Toisin kuitenkin kävi. Koko sen ajan kun siikakantoja on hoidettu 1-kes. poikasten istutuksilla merellinen siikasaalis väheni ja alueen jokiin nousevat siikakannat hupenivat sukupuuttoon.

Vain Siikajokeen nouseva kanta säilyi. Tässä joessa vastakuoriutuneiden poikasten istutukset ovat olleet vuosittaisia.

1980-luvun lopulla alueen jokiin nousevista siikakannoista saatiin mätiä viljelyyn enää muutamia kymmeniä litroja/v.

Toimenpiteet

Vuonna 1990 perustettiin Pyhäjokisuulle siikahautomo, jossa ryhdyttiin hautomaan eri jokien vaellussiikakantoja ja istuttamaan vastakuoriutuneita poikasia Keskipohjanmaan rannikolle ja jokiin.

Saalis

Runsaiden vastakuoriutuneiden poikasten istutusten seurauksena siikakannat alkoivat parantua vuonna 1996 ja vuonna 1998 alueelta saatu isosiikasaalis oli jo 250 000 kg. KUVA 2.

Vuonna 1999 saalis edelleen parani ja kaikkiin alueen jokiin nousi siikaa enemmän kuin 30 vuoteen. Mädinhankintapyyntissä saatiin jokaisesta joesta saalista 5-10 kertaa enemmän kuin edellisinä vuosina. Myös viljelyyn saatu mätimäärä kasvoi keskimäärin viisinkertaisesti.

Vuonna 2000 kalastajien saama siikasaalis laski Selkämerellä, Merenkurkussa ja Oulun pohjoispuolisella merialueilla 20-50 %. Keskipohjanmaan rannikolla saalistaso ei laskenut.

Esimerkkejä

Perhonjoen tuhoutunut siikakanta on hoidettu istuttamalla jokeen vuosittain runsas 200 000 kpl 1-kes. poikasia. Toiminnan tuloksena joesta saadaan siikaa saaliiksi 400 kpl/v. Jokeen nouseva kanta on arvioitu olevan 2000 kpl/v. Jokisuun merialueen saalis on enimmillään ollut 2 000-3 000 kg/v.

Istutuskustannukset ovat olleet noin 100 000 mk/v.

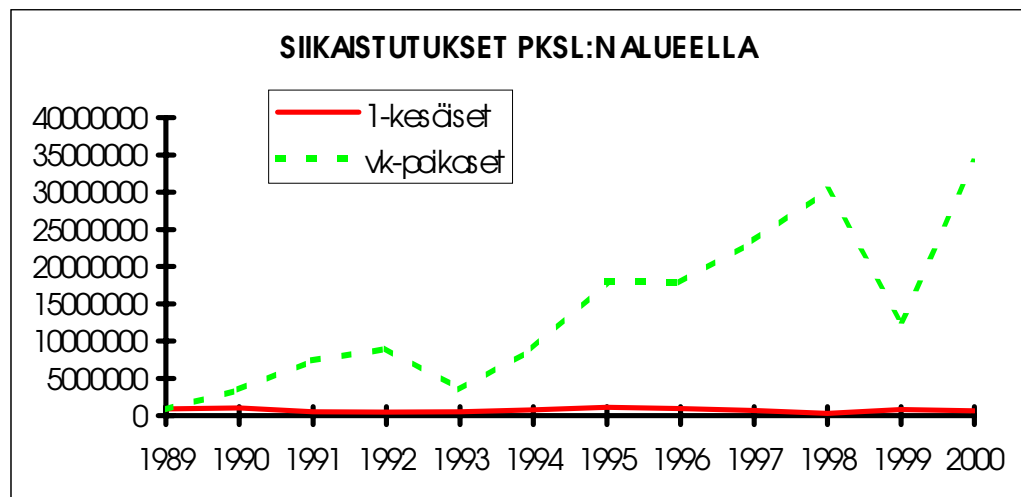
Vastaavasti Siikajoen tuhoutunut siikakanta on hoidettu istuttamalla vuosittain 1-4 milj. kpl vastakuoriutuneita poikasia. Jokisaalis on ollut noin 3 000 kpl/v. Jokeen nouseva kanta 15 000 kpl/v. Jokisuun saalis 15 000 kg/v. Kustannukset ovat vuositasolla 10 000 - 15 000 mk.

Yhteenveto

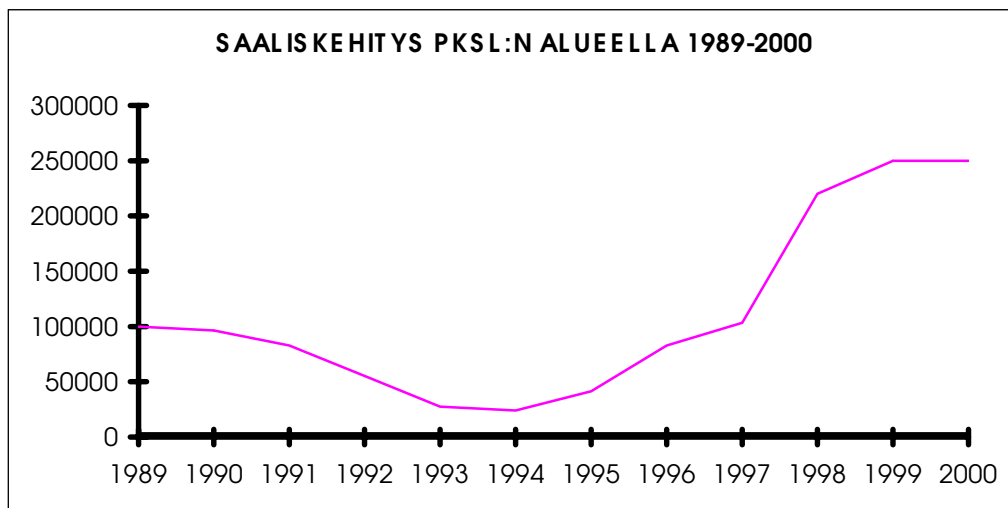
Saatujen kokemusten mukaan 1-kes. poikasilla suoritettavat vaellussiikaistutukset eivät ole turvanneet merellistä siikasaalista eikä jokiin nousevia kantoja.

Kokemukset puoltavat varsin selvästi vaellussiikakantojen hoitoa vastakuoriutuneilla poikasilla. Kaikkialla mihin poikasia on huolella istutettu siikakannat ja -saalis on alkanut parantua 4-5 vuotta istutusten jälkeen.

Tarkasteltaessa jokiin nousevien siikakantojen ja rannikkosaaliin kehitystä istutuksiin, voidaan todeta, että saalis korreloi varsin selvästi vastakuoriutuneiden poikasten istutusten kanssa. Vastaavaa korrelaatiota ei ole havaittavissa 1-kes. poikasten istutusten määrän kanssa.



Kuva 1



Kuva 2

Kesänvanhojen ja vastakuoriutuneiden siianpoikasten käyttökokemukset Oulujokisuussa

Kari Hanski
Oulun kaupunki, tekninen keskus

Oulun kaupungin sähkölaitos perusti Merikosken voimalaitoksen yhteyteen hautomon v. 1951. Hautomotoiminta on jatkunut paria poikkeusvuotta lukuun ottamatta yhtäjaksoisesti näihin päiviin ja näyttää jatkuvan tulevaisuudessakin.

Oulujoen suistosta hankittu vaellussiian mäti on haudottu sekä Merikosken että Montan kalanviljelylaitoksen toimesta. Montan kalanviljelylaitos luopui vaellussiian mädin haudonnasta 1980-luvun jälkipuolella ja siitä lähtien Montan tarvitsema mäti on haudottu Merikosken hautomossa.

Merikosken hautomon tuottamat poikaset on käytetty pääosin vapaaehtoiseen kalavesien hoitoon vuoteen 1990 saakka. Vuosina 1953-1976 huomattava osa Merikosken poikasista istutettiin mm. Pohjanmaan jokiin ja vain osa Oulujokeen. Vuodesta 1977 alkaen poikasia ei ole toimitettu muihin jokiin.

Oulujoki Osakeyhtiö/Montan kalanviljelylaitos käytti hankkimansa mädin omiin poikasistutuksiin Oulujoen vesistöalueella. Vasta vuodesta 1995 alkaen kaikki Oulujoen mädinhankinnasta peräisin oleva poikasmateriaali on istutettu Oulujoen suistoon.

Vuodesta 1984 alkaen on vaellussiikakantaa hoidettu myös velvoitteina. Velvoitteet ovat seuraavat:

- teollisuuden ja kaupungin jätevesivelvoite alkaen v. 1984, 107.000 kpl 1-kes. vaellussiikaa, keskipituus väh. 9 cm.
- Merikosken voimalaitoksen velvoite alkaen v. 1990 133.600 kpl 1-kes. vaellussiikaa, pituus väh. 10 cm tai vastakuoriutuneena, jolloin 100 vk. vastaa yhtä 1-kesäistä poikasta
- Montan sopimus, 20.000 kpl 1-kes. vaellussiikaa, pituus väh. 8 cm tai 2.000.000 vk. poikasta

Oulun kaupungin, Montan kv:n ja teollisuuden vaellussiikaistutukset ovat olleet vuositasolla seuraavat:

1950-luku	23,4 milj. kpl vk.
1960-luku	16,1 ”
1970-luku	14,7 ”
1980-luku	35,8 ” ja 216.000 kpl 1-kes.
1990-luku	25,7 ” ja 310.000 kpl 1-kes.

Vuoteen 1970 saakka vastakuoriutuneet vaellussiikat istutettiin Merikosken voimalaitoksen yläpuolelle Oulujoen pääuomaan. 1-kesäisten vaellussikojen istutukset alkoivat v. 1981.

Vaellussiian mädinhankinta tuotti mätiä parhaiten 1970-luvun puolivälissä ja 1980-luvun alkupuolelle. Mätimäärät olivat parhaillaan hieman alle ja yli 2000 litraa.

Oulujoen vaellussiikaa on tutkittu 1960-1980 -luvulla. Kutupopulaation koko, mädinhankintapyynnin teho, vaelluskäyttäytyminen ja merivaelluksen kalastuskuolevuus selvitettiin kolmisenkymmentä vuotta sitten. Tutkimus kohdistui sukukypsiin kaloihin, joten istutustuloksia ei voitu silloinkaan selvittää. Muuta tietoa kylläkin saatiin.

Istutustulosten arviointi Oulujoen vastakuoriutuneiden tai kesänvanhojen poikasten istuttamisesta on käytännössä mahdotonta. Vaellussiian elämänkaaresta on tietoa vain alku- ja loppupäästä. Lisäksi luontaisen kudun poikastuotto on selvittämättä.

Suhteellinen istutustulosten arviointi esimerkiksi mätimäärien tai Oulun edustan merialueen vaellussiikasaaliin perusteella antanee jonkinlaisen käsityksen tilanteen muutoksesta.

1960- ja 1970-luvulla hankittua 1000 mätilitraa kohden vuotuinen keskimääräinen istutusmäärä oli noin 15 milj. vastakuoriutunutta poikasta. 1980-luvulla vastaava mätimäärä oli peräisin noin 11 milj. vastakuoriutuneen poikasen istutuksesta ja 1990-luvulla olisi tarvittu 38 milj. vastakuoriutunutta ja 200.000 1-kesäistä poikasta.

Oulun edustan merialueen vaellussiikasaalis oli v. 1985 noin 29 tonnia. Yksi saalistonni edellytti noin 0,5 milj. vastakuoriutuneen poikasen istutusta. Vuonna 1991 vaellussiikasaalis oli 19,5 tonnia. Yksi saalistonni oli peräisin noin 2,0 milj. vastakuoriutuneen ja 10.000 yks. 1-kes. vaellussiian istutuksesta. Vuoden 1998 saalis oli 8,5 tonnia. Saalistonni edellytti noin 5,0 milj. vastakuoriutuneen ja 40.000 yks. 1-kes. vaellussiian istuttamista.

Vaellussiian istutus muuna kuin velvoitteena alkaa olla kannattamatonta, sillä kustannuksien ja saadun hyödyn suhde on heikko.

Kesänvanhan kuhanpoikasen koon vaikutus istutustulokseen

Jukka Ruuhijärvi¹, Pekka Hyvärinen², Tauno Nurmio³, Matti Salminen⁴, Tapio Sutela⁵ ja Sami Vesala¹

¹RKTL, Evon kalantutkimusasema, Rahtijärventie 291, 16970 Evo

² RKTL, Kainuun kalantutkimus ja vesiviljely, Manamasalontie 90, 88300 Paltamo

³RKTL, Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely, Laasalantie 9, 58175 Enonkoski

⁴RKTL, PL 6, 00721 Helsinki

⁵RKTL, Oulun riistan- ja kalantutkimus, Tutkijantie 2 A, 90570 Oulu

Johdanto

Luonnonravintolammikoissa kasvatettujen kesänvanhojen kuhanpoikasten tiedetään olevan keskimäärin jonkin verran pienempiä kuin luonnonkantojen kuhanpoikasten ensimmäisen kasvukautensa lopussa. Tärkein syy tähän kokoeroon on lammikko-poikasten kasvun hidastuminen loppukesällä sopivan ravinnon käydessä lammikoissa vähiin. Usein on myös väitetty, että kuhan istutuspoikaset ovat liian pieniä selvitäkseen talven yli istutusvesistössä. Perusteeksi esitetään yleensä kuhan vuosiluokkien voimakkuuden suurta vaihtelua, jonka yhteys poikasten ensimmäisen syksyn kokoon on pystytty osoittamaan (Svärdson & Molin 1973), mutta myös kokeellisia tutkimuksia koon vaikutuksesta talvikuolleisuuteen on tehty (Kirjasniemi & Valtonen 1997). Lämpiminä kesinä kuhanpoikaset kasvavat suuriksi ja lämpimien kesien on todettu tuottavan runsaimmat kuhavuosisiluokat. Kuhanpoikasten runsautta on vaikeampi mitata kuin niiden kokoa, joten poikasten määrän ja aikanaan kalastuskoon saavuttavien kuhien määrän yhteyksistä ei Suomen vesistöistä kovin paljon tiedetä.

Kymmenen ennestään kuhattoman järven kuhaistutusten tulosten tutkimuksessa (Ruuhijärvi ym. 1996) ei havaittu selvää riippuvuutta istutuspoikasten koon ja istutuksen tulosten välillä. Monet tämän tutkimuksen parhaista istutustuloksista saatiin vain noin kuusisenttisillä poikasilla. Myöskään viljeltyjen kuhien alkuperäkannoissa Vanajanselällä ja Averiajärvellä ei ollut yhteyttä kesänvanhojen kuhien koon ja kyseisen vuosiluokan saalisnäytteistä lasketun voimakkuuden välillä. Tutkimuksen tulokset antoivat aiheen otaksua, että kuhavuosisiluokan voimakkuus voi usein määräytyä vasta toisena kesänä.

Lohjanjärveltä on valmistumassa tutkimus mahdollisuuksista parantaa lisääntyvän kuhakannan antamaa saalista istutuksilla (Salminen ym. 1999). Lohjanjärveen istutettiin vuosina 1991-95 polttomerkittyjä poikasia, jotka olivat keskimäärin kookkaampia (keskipituudet 73-92 mm) kuin aiemmassa kuhattomien järvien istutustutkimuksessa (45-79 mm), jonka istutukset tehtiin vuosina 1983-88. Lohjanjärven istutusten antama tuotto on ollut noin 100 kg tuhatta istutuspoikasta kohden, kun se kuhattomissa järvissä oli enimmillään 34 kg ja keskimäärin vain 12 kg. Vuonna 1993 Lohjanjärveen istutettiin keskipituuksiltaan 73 mm ja 87 mm poikaserät. Suuremmista poikasista on saatu noin viisinkertainen saalis pienempiin verrattuna. Lohjanjärven kuhaistutusten tulokset antoivat siis selviä viitteitä, että suuremmilla istutuspoikasilla voitaisiin parantaa kuhaistutusten tuottoa huomattavasti.

Tutkimus kuhanpoikasen iän ja koon vaikutuksesta istutustulokseen

Vuonna 1997 RKTL aloitti tutkimuksen, jossa verrataan tavallisen kokoisten, keskipituudeltaan noin seitsensenttisten ja suurten, 8-9 cm mittaisten kesänvanhojen

kuhanpoikasten istutustulosta. Tutkimusta tehdään Lahden Vesijärven Enonselällä ja Enonkosken Ylä-Enonvedessä, joista kummastakin on aiempia tutkimuksia kuha-istutusten tuloksista. Istutukset on tehty kolmena peräkkäisenä vuonna, Ylä-Enonveteen on lisäksi kahtena vuonna istutettu myös yksivuotiaita kuhanpoikasia keväällä ja kaksikesäisiä syksyllä. Istutetut poikasmäärät, noin 30 poikasta vuosiluokkaa kohden hehtaarille, on pyritty valitsemaan siten, että kuhatiheys järvissä olisi riittävä näytteenoton onnistumiseen, mutta ei kuitenkaan niin suuri, että se alkaisi selvästi rajoittaa kuhien kasvua tai eloonjääntä. Kohdejärvet sijaitsevat Evon ja Saimaan toimipaikkojen läheisyydessä, joten istutukset ja näytteenotto ovat mahdollisia järjestää joustavasti ja taloudellisesti. Kummassakin järvestä on 1980-luvun istutuksilla kotiutettu lisääntyvä kuhakanta.

Tutkimuksessa istutetut kuhanpoikaset on polttomerkitty (Saura 1996), jotta vertailtavat ryhmät voidaan näytekaloista erottaa toisistaan ja luonnossa syntyneistä kuhista. Polttomerkintä sopii verrattain hyvin kuhanpoikasten ryhmämerkintään. Kokemuksien mukaan sitä ei kannata tehdä veden ollessa lämpimämpää kuin kymmenen astetta, koska poikasten toipuminen merkinnän rasituksista on tällöin epävarmaa. Tämän vuoksi kesänvanhojen ja kaksikesäisten poikasten merkinnät on voitu tehdä vasta syyskuun jälkipuoliskolla. Keväällä istutetut yksivuotiaat kuhat on merkitty toukokuun alussa vain muutaman asteen lämpöisessä vedessä.

Luonnonravintolammikoista kalanviljelylaitokselle kuljetettuja kuhanpoikasia on ennen merkintää pidetty noin vuorokausi lasikuitualtaassa. Poikaset on nukutettu MS 222:lla ja merkitty painamalla hehkuvalla vastuslangalla merkki suomupeitteeseen. Merkinnän jälkeen poikasia on toivutettu vuorokausi altaassa ennen istutuskuljetusta järveen. Poikaseristä on jätetty altaisiin 2 – 3 kontrolliryhmää, joiden kuolevuutta on seurattu kuukauden ajan. Useimmiten kuolevuus on ollut alle 10 %, mutta joissain ryhmissä suurempi, enimmillään noin kolmasosa. Tyypillinen syy kuolemiin on ollut pyrstönvarren homehtuminen, minkä syynä on haavintavaurio. Joissain tapauksissa myös merkintähaava on tulehtunut tai homehtunut.

Tutkimuksen istutukset on esitetty taulukossa 1. Istutusmäärät on korjattu kontrolliryhmien eloonjääntä vastaaviksi. Merkinnät ja istutukset onnistuivat kohtuullisen hyvin suunnitelmien mukaisesti. Vuosiluokasta 1998 ei Ylä-Enonveteen kuitenkaan saatu istutetuksi suurempaa poikasryhmää, koska sen luonnonravintoviljely epäonnistui. Kaksikesäiset poikaset on kasvatettu luonnonravintolammikossa, johon on keväällä istutettu vastakuoriutunutta siikaa lisäravinnoksi. RKTL:n vesiviljely on tuottanut kaikki tutkimuksessa käytetyt kuhanpoikaset.

Eri kokoisten ja -ikäisten kuhanpoikasten istutusten tuloksellisuuden suhteellinen ero arvioidaan nuorista, 2 - 3 vuotiasta kuhista otettujen näytteiden perusteella. Näytteenotto kohdistetaan nuoriin kaloihin, jotka eivät vielä ole saavuttaneet luvallista pyyntikokoa, jotta kokovalikoiva kalastus ei muuttaisi kuharyhmien lukumääräsuhteita. Näytteet otetaan nuotalla, rysällä sekä verkkosarjalla, jossa on yleiskatsausverkon solmuvälejä mahdollisimman hyvin vastaavat verkot väliltä 25 – 55 mm. Näin pyritään välttämään koon mukaan valikoivan pyynnin vaikutusta tuloksiin. Istutusten tuloksellisuus ja vertailtavien ryhmien osuudet kuhasaaliissa tutkitaan kalastustiedustelujen, kalastuskirjanpidon ja saalisnäytteiden avulla. RKTL:n henkilökunta tulkitsee näytekuhien merkit. Polttomerkit ovat joskus vaikeasti havaittavia varsinkin pienissä kaloissa, mutta harjaantunut henkilö pystyy ne kuitenkin luotettavasti määrittämään. Kuhien ikä on määritetty suomusta, samoin takautuva kasvu Fraserin ja Leen menetelmällä (Ruuhijärvi ym. 1996).

Taulukko1. Merkittyjen kuhanpoikasten istutukset Vesijärven Enonselkään ja Ylä-Enoveteen vuosina 1997-2000.

Vesijärvi, Enonselkä				
	vuosiluokka	1997	1998	1999
pienet 1-kes	kpl	38000	38000	36000
	keskipituus mm	73	71	73
	keskipaino g	2,3	2,4	2,9
suuret 1-kes	kpl	27000	47000	38000
	keskipituus mm	88	90	96
	keskipaino g	4,1	4,7	6,2
Ylä-Enonvesi				
	vuosiluokka	1997	1998	1999
pienet 1-kes	kpl	18000	18000	10000
	keskipituus mm	65	72	81
	keskipaino g	1,6	2,5	3,1
suuret 1-kes	kpl	12000		7000
	keskipituus mm	80		96
	keskipaino g	3,4		6,1
1-v	kpl		10000	5000
	keskipituus mm		72	95
	keskipaino g		2,2	4,1
2-kes	kpl		2200	1400
	keskipituus mm		160	174
	keskipaino g		24	34

Alustavia tuloksia

Tutkimuksen näytteenkeruuvaihe on vielä kesken, mutta vuosiluokasta 1997 voidaan esittää jo suhteellisen lopullisia ja vuosiluokasta 1998 alustavia tuloksia. Vuosiluokasta 1997 on kerätty näytteitä kesästä 1999 alkaen ja vuosiluokasta 1998 kesällä ja syksyllä 2000 (taulukko 2). Vesijärvessä vuosiluokan 1997 kuhat ovat kasvaneet hyvin nopeasti ja ovat jo valtaosin saavuttaneet laillisen pyyntikoon, mutta Ylä-Enonvedessä ne ovat hitaamman kasvun vuoksi vielä pääasiassa alamittaisia.

Taulukko 2. Kuhavuosisluokista 1997 ja -98 vuosina 1999 ja 2000 kerätyt näytteet.

Vesijärvi, Enonselkä			
	Vuosiluokka	1997	1998
	pienet 1-kes	37	12
	suuret 1-kes	104	257
	luonnonpoikaset	110	60
Ylä-Enonvesi			
	pienet 1-kes	200	46
	suuret 1-kes	255	ei istutusta
	1-v	ei istutusta	21
	2-kes	ei istutusta	19
	luonnonpoikaset	29	4

Ylä-Enonvedessä vuosiluokan 97 suurempia (keskipituus istutettaessa 80 mm) poikasia on ollut näytekuhista istutusmääriin suhteutettuna noin 30% enemmän kuin pienempää kokoryhmää, jonka keskipituus istutettaessa oli 65 mm. Vesijärvessä

vuosiluokan 97 suurempaa (keskipituus istutettaessa 88 mm) poikasyhmää on ollut näytteissä noin viisinkertainen määrä verrattuna pienempään, istutuspituudeltaan 73 mm ryhmään. Vuosiluokassa 98 Vesijärven poikasryhmien (istutuspuutuet 90 ja 71 mm) ero on vielä selvempi, suurempaa poikasryhmää on ollut näytteissä lähes kaksikymmenkertainen määrä pienempään ryhmään verrattuna.

Ylä-Enonveteen syksyllä 1998 kesänvanhoina ja keväällä 1999 yksivuotiaina istutettujen keskipituudeltaan 72 mm poikasten menestymisessä ei ole alustavien havaintojen perusteella ollut eroa. Kaksikesäisinä istutetuista kuhista sen sijaan on saatu suhteellisesti enemmän näytteitä kuin saman vuosiluokan yksikesäisistä ja yksivuotiaista, kuten olettaa sopiinkin.

Alustavat tulokset tukevat olettamusta, että suuret kuhan istutuspoikaset antavat paremman saalistuoton kuin pienet. Vesijärvessä ero on ollut hyvin selvä suurempikokoisten poikasten hyväksi, Ylä-Enonvedessä pienempi, mutta kuitenkin luotettavasti havaittavissa. Mitään varmaa selitystä näiden kahden järven välillä havaituille eroille ei ainakaan tutkimuksen tässä vaiheessa vielä tiedetä.

Kannattaako suurten kuhanpoikasten kasvatus ja istuttaminen?

Tässä tutkimuksessa istutetut suuret kesänvanhat kuhanpoikaset tuotettiin laskemalla luonnonravintolammikon kasvatustiheyttä viidenteen – kymmenenteen osaan tavanomaisesta. Tällöin kuhanpoikasille riittää lammikossa niin yllinkyllin ravintoa, että ne kasvavat pari senttiä tavanomaista pidemmiksi. Loppukesän hyvälle kasvulle on olennaista pohjaeläinten, etenkin hyönteistoukkien runsas tarjonta. Kaksikesäisiä poikasia kasvatettiin lammikossa vielä pienemmässä tiheydessä ja lisäksi niille istutettiin ravinnoksi vastakuoriutuneita siikoja. Kuhat tosin söivät siianpoikaset loppuun juhannukseen mennessä ja alkoivat sen jälkeen syödä uudelleen pohjaeläimiä. Karkeasti voidaan arvioida, että yhdeksänsenttisen kesänvanhan kuhan tuotantokustannukset ovat vähintään viisinkertaiset ja kaksikesäisen parikymmenkertaiset seitsensenttiseen kesänvanhaan verrattuna.

Kun otetaan tuotantokustannukset ja niiden mukaan määräytyvä poikasten hinta huomioon, ei suurten poikasten istuttamisen parempi kannattavuus ole enää lainkaan selvää. Toden näköisesti joissain vesissä ja joinain vuosina se olisi kannattavaa, toisaalla ja toisinaan taas ei. Yleensä kalaistutuksissa päästään poikaskokoa kasvattamalla tasaisempaan tulokseen, mutta toisaalta istutuskustannuksiin verrattuna parhaat tulokset saavutetaan usein aika pienillä ja edullisilla poikasilla. Tietysti on mahdollista, että jos istuttajat eivät enää kelpuuta pieniä kuhanpoikasia lainkaan, muodostuu riittävästä koosta niin keskeinen kilpailutekijä, että kehitetään nykyistä taloudellisempia keinoja tuottaa suuria kesänvanhoja kuhia.

Kuhaistutuksen tuotolle ei kuitenkaan liene olennaisinta poikasten istutuskoko vaan niiden ensimmäisen kasvukautensa loppuun mennessä saavuttama koko. Suureen talvehtimiskokoon voidaan päästä myös istuttamalla poikaset jo kesken kasvukautta, jolloin niille tarjoutuu mahdollisuus siirtyä järvessä syömään kalanpoikasia. Nuoren kuhan kasvu yleensä nopeutuu selvästi, kun se ryhtyy petokalaksi. Keski- tai loppukesällä tehdyistä kuhaistutuksista onkin olemassa havaintoja, joiden mukaan poikaset ovat menestyneet ja kasvaneet istutusvedessä hyvin. Oulujärven Mieslahdessa kesällä 1998 tehty esikesäisten kuhanpoikasten istutuskoe (Sutela ym. 1999) osoitti, että elokuun alussa istutetut poikaset alkoivat syödä kuorenpoikasia ja kasvoivat paremmin kuin elokuun lopussa istutetut tai järvessä kuoriutuneet kuhanpoikaset. Myös Lahden Vesijärven 1980-luvun lopun ja 1990-luvun alun elokuun lopulla tehdyistä kuhaistutuksista tunnetaan tapauksia, joissa poikaset kasvoivat syyskuun aikana järvessä selvästi lisää pituutta.

Aikaistetussa istutuksessa on toisaalta kaksi vaikeasti arvioitavaa riskiä. Pienten kuhanpoikasten käsittely ja kuljetus keskikesän lämpimissä vesissä on tehtävä todella

huolellisesti, jotta kalat sen kestäisivät ja siitä istutuksen jälkeen nopeasti toipuisivat. Edellä mainitussa Oulujärven kokeessa kuljetus ja istutus onnistuivat hyvin, tosin vedenlämpökään ei kylmänä kesänä ollut kuin 17 astetta. Kesällä istutetut kuhanpoikaset voivat myös joutua voimakkaan saalistuksen kohteeksi istutusvesistöissä. Esikesäisten kuhanpoikasten istutusten tuottoisuus verrattuna kesänvanhojen istutuksiin olisi syytä tutkia, mutta se edellyttäisi sopivan merkintämenetelmän kehittämistä. Isompien kuhien merkitsemiseen käytettyä polttomerkintää esikesäiset kuhat eivät kestä. Viime vuosina on RKTL:ssa tehty kokeita sekä ruiskumaalauksen että otoliittivärjäyksen soveltuvuudesta kuhanpoikasten merkintään, mutta käyttökelpoista menetelmää ei vielä olla löydetty. Otoliittivärjäystä kuitenkin käytetään maailmalla kuhansukuisten kalojen merkintään ja tarjoaapa eräs ruotsalainen yritys otoliittimerkittyjä kuhia istutuskokeisiin, joten eiköhän merkintä onnistu jos tutkimukseen päätetään ryhtyä.

Oikean poikaskoon, -iän ja istutusajan valinta on kuhanistuttajalle visainen tehtävä. Parhaassa mahdollisessa vaihtoehdossa on varmasti suurta vaihtelua eri vesistöissä ja eri vuosina. Tämän vuoksi on oleellista paitsi kokeilla erilaisten istutusvaihtoehtojen tuottoisuutta myös tutkia kuhanpoikasen kasvun ja eloonjäämisen erilaisissa vesissä ja luonnonravintolammikoissa määrääviä tekijöitä. Ekologisen tutkimuksen avulla voitaisiin saavuttaa nykyistä paremmin sovellettavaa tietoa erityyppisten vesien ja vuosien kuhanpoikasille asettamista vaatimuksista.

Kirjallisuus

- Kirjasniemi, M. & Valtonen, T. 1997. Winter mortality of young-of-the-year pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Ecology of Freshwater Fish* 6. 155-160.
- Ruuhijärvi, J., Salminen, M. & Nurmio, T. 1996. Releases of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) fingerlings in lakes with no established pikeperch stock. *Ann.Zool.Fennici* 33 (3-4), 553-567.
- Salminen, M., Ruuhijärvi, J., Ilmarinen, P. 1999. Tuki-istutukset yli kaksinkertaistivat Lohjanjärven kuhasaaliin. *Suomen Kalastuslehti* 106(1):34-38.
- Saura, A. 1996. Use of hot branding in marking juvenile pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). *Ann.Zool.Fennici* 33 (3-4), 617-620.
- Sutela, T., Hyvärinen, P., Härkönen, A. ja Huusko, A. 1999. Istutettujen ja luonnonvaraisten kuhanpoikasten (0+) ravinnonkäyttö ja kasvu Oulujärvellä. Kala- ja riistaraportteja 154, 19 s.
- Svärdson, G & Molin, G. 1973. The impact of climate on Scandinavian populations of the zander, *Stizostedion lucioperca* (L.). *Rep. Inst. Fresw. Res. Drottningholm* 53, 112-139.

Luonnonravintosiian ravitsemustilan muutokset viljelyn eri vaiheissa

Marja Pasternack
Helsingin yliopisto

Johdanto

Yksikesäisten siikaistukkaiden kunnan ja laadun arviointi perustuu pääsääntöisesti poikasten kokoon (pituuteen) istutushetkellä sekä silmämääräisesti tehtyihin havaintoihin niiden ulkonäöstä sekä kuolleisuudesta lammikoiden tyhjennyksen ja kuljetusten yhteydessä. Vaikka tietämys kesänvanhojen siikojen istutushetken koon ja takaisin saadun saaliin välisistä yhteyksistä on vielä vähäistä, on havaintoja, että istutuskoolla olisi ratkaiseva merkitys istutusten tuloksellisuuteen (Lehtimäki, 1989). Toisaalta Lehtimäki toteaa tutkimuksessaan, että ympäristötekijöillä, kuten ravinnolla, veden laadulla ja muulla kalastolla on suurempi vaikutus istukkaan pyyntikokoon varttumiseen kuin lähtömateriaalin koolla. Istukkaan koon ohella sekä Lehtimäki (1989) että Salojärvi (1992) ovat korostaneet sitä, että istutushetkellä poikasten tulee olla hyväkuntoisia. Siikaistukkaiden kunnan arviointiin ei kuitenkaan poikasen koon ja kuntokertoimen lisäksi ole ollut käytettävissä muita mittareita. Poikasesta pelkästään ulkoisesti mitattavat suureet eivät välttämättä aina anna todellista kuvaa sen kunnosta, vaikka joissain tapauksissa heikko kasvu ja huono kunto saattavatkin liittyä toisiinsa.

Luonnonravintoviljelyssä ei poikasen kasvua ja ravinnonsaantia voi säädellä samalla tavoin kuin keinorehuviljelyssä. Tästä syystä istukkaiden ravitsemustilassa saattaa istutusaikaan olla hyvin suuria vaihteluja. Jotta siianpoikanen kestäisi istutukseen liittyvät erilaiset käsittelyt sekä selviäisi uudessa elinympäristössä, jossa mm. ravinnonsaanti saattaa istutushetkellä olla heikko, tulisi sen omien ravintovarastojen olla istutusaikaan mahdollisimman hyvät. Poikasen ravitsemuksen kannalta ihannetila luonnonravintoviljelyssä on sellainen, jossa lammikon ravintovarastot riittävät hyvin paitsi kasvuun, myöskin poikasen ravintovarastojen rakentamiseen. Kalan vararavinto koostuu pääasiassa lihaksen ja ruumiinontelon rasvasta sekä maksan hiilihydraatista (glykogeenista). Kuntokerroin eli pituuden ja painon suhde antaa jonkin verran viitteitä poikasen ravitsemustilasta, lähinnä sen rasvavarastoista, mutta varmempi kuva saadaan, jos tiedetään poikasen kudoksiin varastoituneen rasvan ja glykogeenin määrä.

Siitä, minkälaisia vaihteluja luonnonravintosiian maksan glykogeenipitoisuudessa tai sen rasvapitoisuudessa on istutusaikaan, ei juurikaan ole havaintoja. Myöskään ei tiedetä, minkä suuruiset ravintovarastot yksikesäisellä siikaistukkaalla tulisi vähintään olla, jotta se selviäisi hyvin istutuksen jälkeisestä talvesta. Tästä syystä syksyllä 2000 tehtiin Voimalohi Oy:n, Taivalkosken riistan- ja kalantutkimuksen sekä Helsingin yliopiston yhteistyönä pilottiluontoinen tutkimus, jossa pyrittiin selvittämään, mikä on siianpoikasten ravitsemustaso kasvukauden lopulla sekä onko eri luonnonravintolammikoissa viljeltyjen poikasten välillä eroja. Tarkoituksena oli myös saada tietoa siitä, onko poikasen koolla jotain yhteyttä sen ravitsemukselliseen tilaan. Luonnonravintosiian rinnalla tutkittiin keinorehulla ruokittujen yksikesäisten siikojen ravitsemustilaa.

Tutkimusaineisto

Yksikesäisten vaellussiikojen kokoa ja ravitsemustilan kehitystä seurattiin kolmessa Voimalohi Oy:n luonnonravintolammikossa (Kivijärvi, Maunujärvi ja Matalajärvi)

sekä yhdessä RKTL:n lammikossa (Sarvijärvi) kasvukauden lopulta tyhjenysajankohtaan. Poikaset tutkittiin kolmena eri ajankohtana: elokuun puolivälissä (14.8.), syyskuun alussa (4.-5.9.) sekä syyskuun lopussa (21.-25.9.). Kivijärvestä näytemateriaali saatiin vain elokuussa ja syyskuun alussa, koska lammikko tyhjenettiin ennen viimeistä tutkimuskertaa. Kullakin kerralla otettiin vertailun vuoksi myös näytteet Taivalkosken kvl:lla keinorehuruokinnassa olleista yksikesäisistä sioista. Taulukossa 1 on esitetty lammikoiden koko, viljelyssä ollut kanta, vastakuoriutuneiden istutusmäärät sekä lammikoiden tuotto v. 2000.

Taulukko 1. Tutkimuksen kohteena olleiden lammikoiden pinta-ala, istutustiheys sekä tuotto v. 2000.

Lammikko	Koko (ha)	Siikakanta	VK-istutus-tiheys(kpl/ha)	Tuotto (kg/ha)
Kivijärvi	23	VS/Torniojoki	15 217	27
Maunujärvi	270	VS/Iijoki/Tornioj.	9 455	32
Matalajärvi	224	VS/Kemijoki	8 962	20.9
Sarvijärvi	27.5	MS/Koitaajoki	10 000	8,4

Näytekalojen pyyntiä varten lammikkoon viritettiin näytteenottoa edeltävänä päivänä paunetti, josta tutkittavat poikaset (50/lammikko) haavittiin näytteenottohetkellä. Taivalkosken kvl:lla kasvatuk-sessa olleista sioista tutkittiin kullakin näytteenottokerralla 50 poikasta. Näytekalat mitattiin ja punnittiin yksilöittäin ja kuntokerroin laskettiin kaavalla $CF = 100 \times w/l^3$, missä CF = kuntokerroin, w = paino (g) ja l = pituus (cm). Poikasten ravitsemustilaa ja siinä tapahtuneita muutoksia arvioitiin mittaamalla maksan glykogeenipitoisuus, lihaksen rasvapitoisuus sekä kalan kokonaisrasva-pitoisuus.

Tulokset

Koko

Eri luonnonravintolammikoista elokuun puolivälissä tutkitut poikaset erosivat kokonsa puolesta toisistaan (taulukko 2). Poikasten keskikoko oli pienin Matalajärvessä (7.7 cm) ja suurin Sarvijärvessä (9.4 cm). Myös Maunujärven poikaset olivat kasvaneet hyvin keskipituuden ollessa yli 9 cm. Vastaavan ikäiset, keinorehulla ruokitut poikaset olivat elokuussa selvästi luonnonravintopoikasia, myös Matalajärven poikasia pienempiä, ja kokohajonta oli melko suuri. Syyskuun alkuun mennessä poikaset olivat kasvaneet jonkun verran kaikissa tutkituissa lammikoissa, eniten Sarvijärvessä, jossa poikasten keskipituus oli tällöin yli 10 cm. Kivijärvessä ja Matalajärvessä keskipituus oli alle 9 cm. Suhteellisesti eniten olivat kuitenkin kasvaneet allaskasvatuksessa olleet siiat, joiden keskipituus oli jo yli 9 cm, kun se elokuun puolivälissä oli 7.6 cm. Syyskuun aikana poikasten keskipituus edelleen kasvoi jonkun verran, mutta kasvu oli hidastunut kaikissa tutkituissa siikaryhmissä.

Kuntokerroin

Aiemmin luonnonravintosiioista tehdyt mittaukset osoittavat, että poikasten kuntokerroin on kasvukauden aikana vaihdellut yleensä välillä 0.55-0.65, mikä on huomattavasti matalampi kuin esim. vastaavan kokoisilla lohenpoikasilla. Tälle vaihteluvälille sijoittuivat myös nyt tutkittujen siikojen kuntokertoimen keskiarvot. Kuntokertoimissa havaittiin lammikoiden välillä eroja, jotka olivat selvimmät elokuun puolivälissä (taulukko 2). Syyskuun alkuun mennessä poikasten kuntokerroin oli selvästi laskenut kaikissa tutkituissa lammikoissa, ja laski syyskuun aikana edelleen. Toisin kuin luonnonravintoviljelyssä, keinorehulla ruokittujen siikojen kuntokerroin oli merkittävästi noussut elokuun puolivälin jälkeen. Nousua ei kuitenkaan enää havaittu syyskuun lopulla tehdyissä mittauksissa.

Taulukko 2. Eri luonnonravintolammikoista tutkittujen 1-kesäisten siikojen sekä keino-rehulla ruokittujen siikojen (Taivalkoski) koko ja kuntokerroin elokuun ja syyskuussa 2000 (arvot 50 kalan keskiarvoja, suluissa vaihteluväli).

		Pituus (cm)	Paino (g)	Kuntokerroin
Kivijärvi	14.08.	8.5 (7.6-9.6)	3.53 (2.53-5.08)	0.575 (0.513-0.651)
	04.09.	8.8 (7.8-10.5)	3.78 (2.47-6.40)	0.549 (0.504-0.677)
Maunujärvi	14.08.	9.3 (8.5-10.2)	4.86 (3.55-6.49)	0.601 (0.546-0.671)
	04.09.	9.7 (8.5-11.8)	5.18 (3.18-9.55)	0.549 (0.458-0.625)
	25.09.	9.8 (9.1-11.4)	4.85 (3.98-7.90)	0.515 (0.437-0.545)
Matalajärvi	16.08.	7.7 (7.1-9.7)	2.57 (1.93-5.35)	0.543 (0.494-0.627)
	06.09.	8.0 (7.3-9.2)	2.69 (2.19-4.26)	0.520 (0.446-0.584)
	25.09.	8.2 (7.6-8.8)	2.72 (2.20-3.47)	0.493 (0.455-0.551)
Sarvijärvi	15.08.	9.4 (8.6-10.3)	5.44 (3.62-7.77)	0.647 (0.569-0.711)
	05.09.	10.1 (8.1-11.2)	6.21 (2.62-7.90)	0.599 (0.493-0.715)
	21.09.	10.4 (9.5-11.5)	6.39 (5.14-9.58)	0.569 (0.518-0.631)
Taivalk. kvl	15.08.	7.6 (6.6-8.6)	2.60 (1.59-4.39)	0.580 (0.504-0.658)
	05.09.	9.1 (7.2-10.2)	4.86 (2.88-7.46)	0.644 (0.568-0.746)
	22.09.	9.6 (8.0-10.9)	5.83 (2.97-7.93)	0.636 (0.550-0.705)

Maksan hiilihydraattivarastot

Maksaan glykogeena varastoituvaa hiilihydraattia kala käyttää energianlähteenä varsinkin silloin, kun sen pitää nopeasti saada lisäenergiaa. Tällaisia tilanteita ovat mm. erilaiset raskuustilat. On havaittu, että esim. kuljetuksen aiheuttaman raskuuden seurauksena maksan glykogeenipitoisuus saattaa kalalla laskea yli 50 %. Nyt tutkittujen luonnonravintosiikojen maksan hiilihydraattivarastot olivat elokuun puolivälissä huomattavan alhaiset (< 1%), ja ero keinorehulla ruokittuihin poikasiin verrattuna oli huomattavan suuri. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että esim.

lohenpoikasilla maksan glykogeenipitoisuus on istutusta edeltävänä syksynä yleensä 7-10 %. Syyskuun alkuun mennessä ja edelleen syyskuun aikana glykogeenipitoisuus kuitenkin nousi merkittävästi kaikissa tutkituissa poikasryhmissä, mutta ero allasviljelyssä olleisiin siikoihin pysyi edelleen suurena (taulukko 3).

Poikasten rasvavarastot

Samoin kuin maksan glykogeenipitoisuudessa myös lihaksen rasvapitoisuudessa sekä poikasen kokonaisrasvapitoisuudessa oli erittäin merkitsevä ero lammikkopoikasten ja keinorehulla ruokittujen poikasten välillä (taulukko 3). Elokuun puolivälissä keinorehulla ruokittujen siikojen kokonaisrasvapitoisuus oli yli kaksinkertainen lammikkopoikasiin verrattuna. Ero korostui entisestään syyskuun lopussa, sillä allaspoikasten kokonaisrasvapitoisuus oli noussut merkittävästi, kun taas luonnonravintopoikasilla pitoisuus oli jonkun verran laskenut. Vastaavanlaiset erot ja muutokset havaittiin lihaksen rasvapitoisuudessa.

Ravitsemustila eri kokoluokissa

Tehdyn tutkimuksen yhtenä tarkoituksena oli alustavasti selvittää, onko siianpoikasen koolla jotain yhteyttä sen ravitsemukselliseen tilaan. Tämän arvioimiseksi syyskuun lopussa tutkitut poikaset jaettiin lammikoittain eri kokoluokkiin yhden cm:n välein, sekä laskettiin kunkin kokoluokan kuntokertoimen ja ravitsemustilaa kuvaavien suureiden keskiarvot. Tarkasteltaessa kutakin lammikkoa erikseen havaittiin, että samassa lammikossa olleiden, eri kokoisten poikasten kuntokertoimet eivät kovin paljon poikenneet toisistaan. Kuntokertoimen riippuvuus koosta oli hieman selvemmin havaittavissa allasviljelyssä olleilla poikasilla siten, että kuntokertoimen arvo nousi poikasen koon kasvaessa. Selkeämmin tulivat kuitenkin esille samaa kokoluokkaa olevien, mutta eri lammikoissa viljeltyjen poikasten kuntokertoimien erot, mm. Sarvijärven poikasten kuntokerroin oli kaikissa kokoluokissa korkeampi kuin esim. Maunujärven poikasilla vastaavissa kokoluokissa.

Maksan glykogeenipitoisuudessa ei lammikkokohtaisesti havaittu mitään selkeää yhteyttä poikasen kokoon, mutta eri lammikoista tutkittujen, samaa kokoluokkaa olevien poikasten välillä havaittiin eroja. Kokonaisrasvapitoisuuden riippuvuus poikasen koosta oli jonkun verran selvempi kuin muiden suureiden rasvapitoisuuden ollessa matalin pienissä kokoluokissa.

Taulukko 3. Eri luonnonravintolammikoista tutkittujen 1-kesäisten siikojen sekä keino-rehulla ruokittujen siikojen (Taivalkoski) ravitsemustilaa kuvaavat suureet elo- ja syyskuussa 2000 (glykogeenipitoisuus ja lihaksen rasvapitoisuus: n=40, kok. rasvapitoisuus: n=10, suluissa vaihteluväli).

		Maksan glyko- geenipitoisuus (%)	Lihaksen rasva- pitoisuus (%)	Kokonaisrasva- pitoisuus (%)
Kivijärvi	14.08.	0.68 (0-2.25)	1.00 (0.58-1.45)	1.4 (0.65-2.31)
	04.09.	0.59 (0.06-2.29)	0.68 (0.42-0.94)	
Maunujärvi	14.08.	0.32 (0-1.61)	0.78 (0.50-1.42)	1.48 (0.76-2.22)
	04.09	0.94 (0-3.85)	0.71 (0.50-1.09)	
	25.09.	2.33 (0.88-4.48)	0.60 (0.48-0.72)	1.20 (0.36-2.31)
Matalajärvi	16.08.	0.59 (0-1.38)	0.86 (0.50-1.58)	0.67 (0.40-1.52)
	06.09.	1.13 (0.1-3.91)	0.83 (0.54-1.14)	
	25.09.	2.75 (0.42-4.66)	0.61 (0.41-0.96)	0.65 (0.25-1.24)
Sarvijärvi	15.08.	0.40 (0-1.65)	0.86 (0.56-1.72)	1.99 (1.42-2.81)
	05.09.	1.48 (0.15-5.16)	0.71 (0.45-1.21)	
	21.09.	3.16 (0.34-5.06)	0.61 (0.35-0.95)	1.43 (1.20-2.14)
Taivalk. kvl	15.08.	2.79 (1.76-4.0)		4.33 (2.30-7.82)
	05.09.	4.24 (1.69-7.75)	2.13 (1.32-3.68)	
	22.09.	4.60 (1.66-6.44)	2.69 (1.45-3.91)	5.83 (4.81-7.13)

Yhteenveto

- 1-kesäisten luonnonravintosiikojen kuntokerroin ja vararavinnon määrä olivat kasvukauden lopulla huomattavan matalat verrattuna esim. lohen ja taimenen syksypoikasiin
- luonnonravintopoikasten kuntokerroin ja rasvavarastojen määrä alkoivat laskea jo elokuun lopulla
- poikasten ravitsemustilassa havaitut erot todennäköisesti enemmän viljelyolosuhteista kuin koosta riippuvaisia
- ravitsemuksen taso ja sen kehitys riippuvaisia paitsi tarjolla olevan ravinnon määrästä todennäköisesti myös sen laadusta
- keinorehulla ruokittujen 1-kesäisten siikojen ravintovarastot olivat syksyllä moninkertaiset luonnonravintopoikasiin verrattuna

Kirjallisuus

- Lehtimäki, V., 1984. Siikaistukkaiden koon vaikutuksesta istutuksen onnistumiseen. Suomen Kalastuslehti (91) 6: 168-171.
- Salojärvi, K., 1992. Suosituksia sisävesien siikaistutuksista. -Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 32 s.

Luonnonravintopoikasten merkitys Pohjois-Suomen säännöstelyjen järviäntaiden kalakantojen hoidossa

Erno Salonen ja Ahti Mutenia
RKTL, Inarin kalantutkimus ja vesiviljely, Saarikoskentie 8 99870 Inari

Johdanto

Laajamittainen kesänvanhojen siianpoikasten luonnonravintolammikkoviljely istutustarkoituksiin alkoi Pohjois-Suomessa 1960-luvun lopulla Iijoen ja Kemijoen vesistöalueilla (Salojärvi 1983). Syynä tähän olivat vesistöjen luonnontilan muutokset kuten voimalaitosten ja säännöstelyäntaiden rakentaminen sekä luonnon järvien säännöstely voimatalouden tarpeisiin. Valtaosa, lähes 85 % maamme luonnonravintolammikoista on Pohjois-Suomessa. Eniten lammikkopinta-alaa on rakennettu Kemijoen vesistöalueelle ja Pohjois-Suomessa oli yhteensä 4 400 hehtaaria luonnonravintolammikoita vuonna 1981. Lammikot on rakennettu pääasiassa siian velvoiteistutusten toteuttamista varten. Laaja siikojen luonnonravintoviljely jatkuu edelleen Pohjois-Suomessa, vaikka kesänvanhojen poikasten istutusmäärät ovat viime vuosina hieman vähentyneet. Vuonna 1999 Lapin työvoima- ja elinkeinokeskuksen toimialueella istutettiin yhteensä 6,6 milj. kesänvanhaa siianpoikasta (Anon 2001). Näistä oli 4,5 milj. vaellussiikaa, 1,4 milj. pohjasiikaa, 0,7 milj. planktonsiikaa ja 0,2 milj. peledsiikaa.

Tässä esityksessä tarkastellaan pohjasiian velvoiteistutusten tuloksia säännöstelyllä Inarijärvellä. Tulokset perustuvat kalatalousviranomaisen toimeksiannosta RKTL:n tekemään velvoitetarkkailuun ja erillisen siikaistutusten tutkimusohjelman ryhmämerkintöihin (kuonumerkki) sekä saaliiseen ja saalinäytteisiin. Tutkimuksen tuloksena saadut tiedot olivat ensimmäiset istutuseräkohtaiset tulokset suurilta järviltaamme, joissa tapahtuu siikojen luontaista lisääntymistä (Salonen ym. 1996).

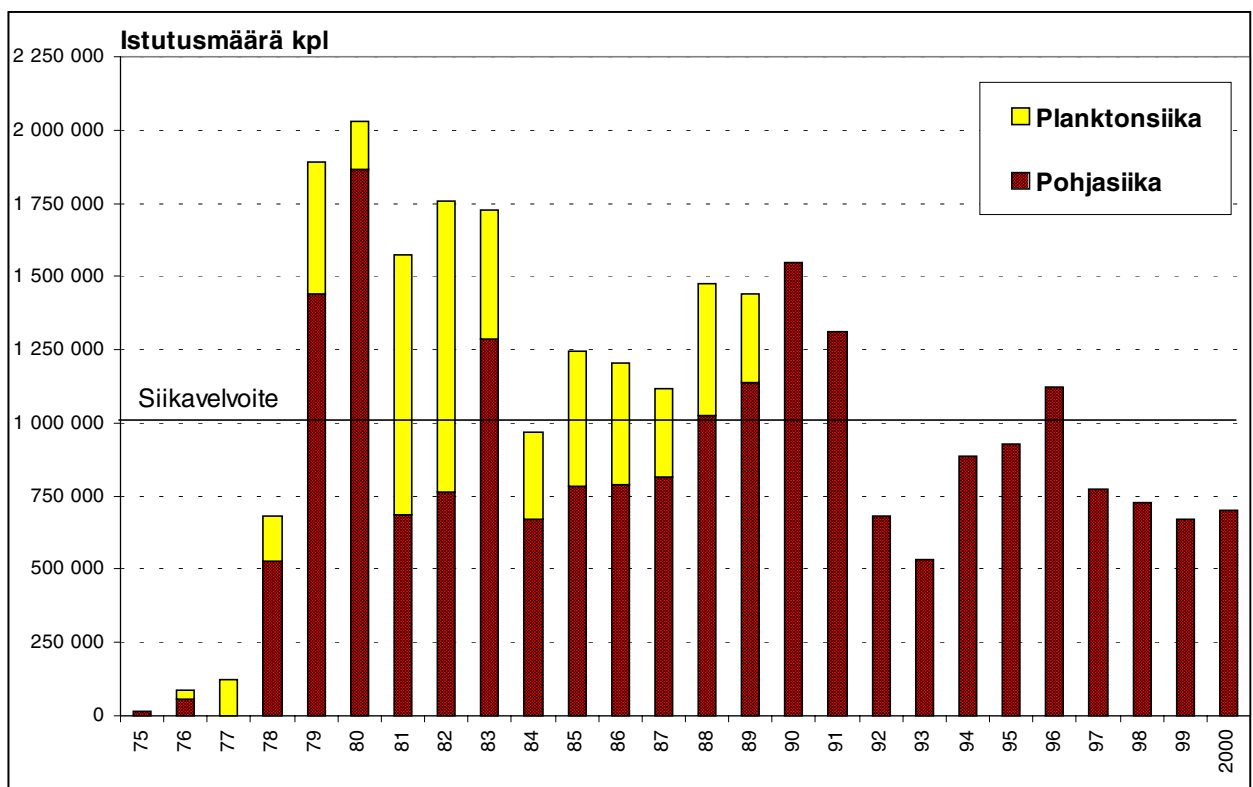
Toisena tarkastelun kohteena ovat Lokan ja Porttipahdan tekojärvien peledsiikaistutukset, jotka eivät perustu velvoitteeseen. Tekojärvien omistajat, metsähallitus (ministeriön oikeuttamana) ja Kemijoki Oy ovat tehneet vuonna 1969 sopimuksen, jolla voimayhtiö luovutti omistamiensa vesialueiden kalastus- ja metsästysoikeuden metsähallitukselle ja metsähallitus vastaa kalakantojen hoidosta voimassa olevan kalastuslain edellyttämällä. Metsähallitus on hoitanut siikojen luonnonravintokasvatusta, ja tutkimusta istutusten ohjausta varten on tehty kalastusalueen, T&E-keskuksen, kunnan ja metsähallituksen toimeksiannosta (Salonen ym. 1997 ja Mutenia ym. 2000).

Mahdollisuudet ohjata siikaistutuksia tutkimusten avulla ovat Pohjois-Suomessa hyvät, sillä pääosa istutuksista tehdään velvoitteena tai kustannetaan valtion varoilla. Istutustulosten arviointi on kuitenkin vaikeaa, koska vesissä tapahtuu yleensä myös luontaista siikojen lisääntymistä (Salojärvi 1992a). Lisäksi istutustulosten saaminen yksittäisestä istutuserästä voi kestää yli 10 vuotta, koska esim. Inarin pohjasiika on hyvin pitkäikäinen kalalaji.

Inarijärvi

Inarijärven siikaistutukset

Inarijärveen on istutettu luonnonravintolammikoissa tuotettua kesänvanhaa pohjasiikaa velvoitteena vuodesta 1976 lähtien. Poikasten kasvatusta varten on rakennettu 17 luonnonravintolammikkoa, pinta-alaltaan 344 ha. Järven istutusvelvoite on KHO:n velvoitepäätöksen (27.11.1975) mukaan 1 miljoona kesänvanhaa siian poikasta. Tarkkailututkimusten suositusten mukaan istutusmäärää on vähennetty viime vuosina 750 000 poikasen tasolle/vuosi (Salojärvi & Mutenia 1994, Salonen ym. 1996). Istutuksiin käytetyt pohjasiikat ovat olleet kaikki Ivalojoen kantaa. Pohjasiian lisäksi Inarijärveen on istutettu jakson 1976-1989 aikana huomattavia määriä planktonsiian kesänvanhoja poikasia (Kuva 1). Planktonsiikaistutukset lopetettiin vuoteen 1989 huonon tuloksellisuuden vuoksi.

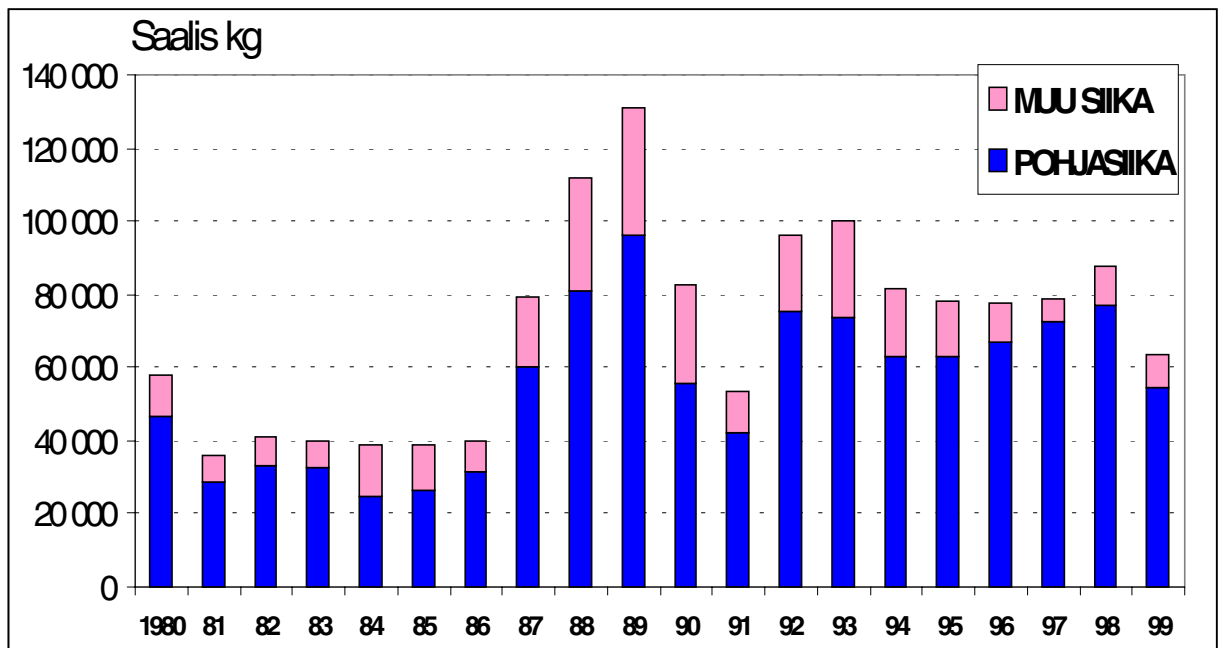


Kuva 1. Inarijärven siikaistutukset (1-kes.) vuosina 1975-2000.

Inarijärven siikasaaliit ja siikamuodot saaliissa

Kesänvanhojen siian poikasten istutuksilla pyritään kompensoimaan järven säännöstelyn (1940-luvulta lähtien) vuoksi alentuneita saaliita. Inarijärven siikasaaliin tason arvioitiin olleen peräti 145 tonnia/vuosi ennen järven säännöstelyä. Nykyisen tietämyksen valossa kyseinen, jälkikäteen tehty saalisarvio vaikuttaa erittäin korkealta.

Vuoteen 1999 mennessä Inarijärven tilastoitu siikasaalis on lähestynyt tuota tasoa vain vuonna 1989. Tuolloin saalis ylsi noin 130 tonniin voimakkaan isorysä- ym. kalastuksen ansiosta (80-90 isorysää pyynnissä). Sen jälkeen vuotuinen, pääosin verkoilla pyydetty siikasaalis on vaihdellut välillä 50 - 100 tonnia.



Kuva 2. Inarijärven siikasaalis pohjasiikojen ja muiden siikamuotojen kesken jaoteltuna vuosina 1980-1999.

Ennen säännöstelyä siikasaalis koostui pääosin pohjasiikaa tiheäsiivilähampaisemmasta, eläinplanktoniakin ravintonaan käyttävästä järvikutuisesta riikasiista. Nykyään harvasiivilähampainen, pohjaeläinravintoa käyttävä ja kookkaaksi kasvava pohjasiika on tärkein siikamuoto saaliissa. Pohjasiika elää tyypillisesti pohjoisilla Jäämereen laskevien vesistöjen alueella, jolta mahdollista ravintokilpailua aiheuttavat särkikalat puuttuvat. Pohjasiian osuus järven kilometräisestä siikasaaliista on vaihdellut välillä 63 – 92 % vuosina 1980-1999 (Kuva 2). Muiden siikamuotojen kuin pohjasiian saalis koostuu pohjasiikaa tiheäsiivilähampaisemmista sioista, lähinnä riikasiista. Inarijärven kääpiösiikamuotojen, reeskan ja räpyksen saaliit on tilastoitu erikseen.

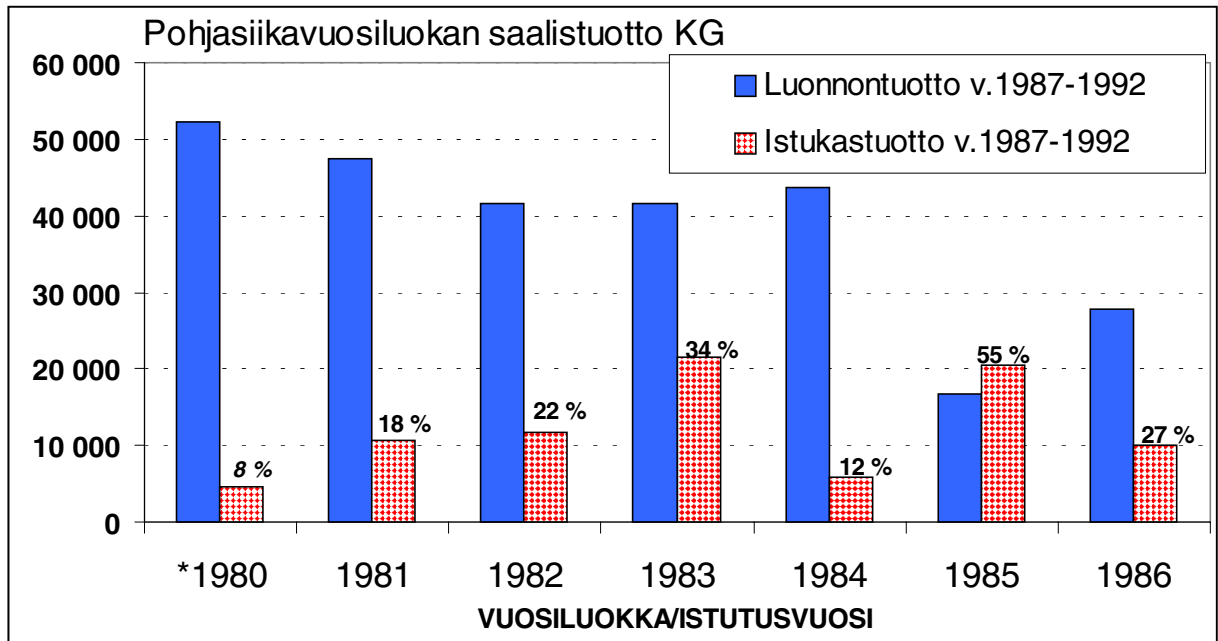
Pohjasiikaistutusten tulokset kuonomerkintöjen perusteella

Pohjasiikaistutusten tuloksellisuutta ja kesänvanhojen pohjasiikaistukkaiden osuutta saaliissa on selvitetty merkintöjen perusteella istukasvuosiluokkien 1980-1986 osalta. Tuolloin kuonomerkittiin 4 - 12 % vuosittaisesta istutusmäärästä, yhteensä lähes 0,5 miljoonaa kalaa. Vuosina 1987-1992 kuonomerkittyjä siikoja etsittiin (detektoitiin) Inarijärven siikasaaliista. Tuona ajanjaksona saatua saalistuottoa kuonomerkittyjen, istutettujen siikojen osalta pystyttiin vertaamaan luonnonkalojen vastaavaan saalistuottoon.

Kuonomerkintöjen perusteella laskettu saalistuotto tuhatta istukasta kohti jäi huonoksi, keskimäärin 16 kg/1000 istukasta (2,5-26 kg) (Ahonen ym. 1996). Tulos on alhainen verrattuna Salojärven (1992b) esittämiin keskiarvolukuihin 55-60 kg/1000 istukasta. Istutettujen pohjasiikojen osuus koko pohjasiikasaaliista vuosiluokkien 1981-1986 osalta keskimäärin oli keskimäärin 27 % (12-55 %) (Kuva 3). Luonnonkalojen osuus oli suuri, luokkaa kolme neljäsosaa pohjasiikasaaliista ja sitäkin enemmän Inarijärven kokonaissiikasaaliista (Salonen ym. 1996).

Vuosiluokittain tarkasteltuna vierekkäisten vuosiluokkien välillä oli suurta vaihtelua. Parhaiten kuonomerkityistä vuosiluokista tuottivat saaliista syksyllä 1985 istutetut ja huonoimmin vuonna 1984 (ja 1980) istutetut poikaset. Istukkaiden osuus pohjasiika-

vuosiluokan 1985 tuotosta oli peräti 55 %, mutta vuosiluokan 1984 tuotosta vain 12 % (Kuva 3). Huonon luonnonvuosiluokan syntymisvuotena 1985, jolloin jäänlähtö tapahtui hyvin myöhään ja kesä jäi kylmäksi. Lammikoista syksyllä istutetut poikaset menestyivät silloin hyvin kun taas hyvän luonnonvuosiluokan (kuten 1984) syntymisvuonna istukkaat eivät menestyneet.

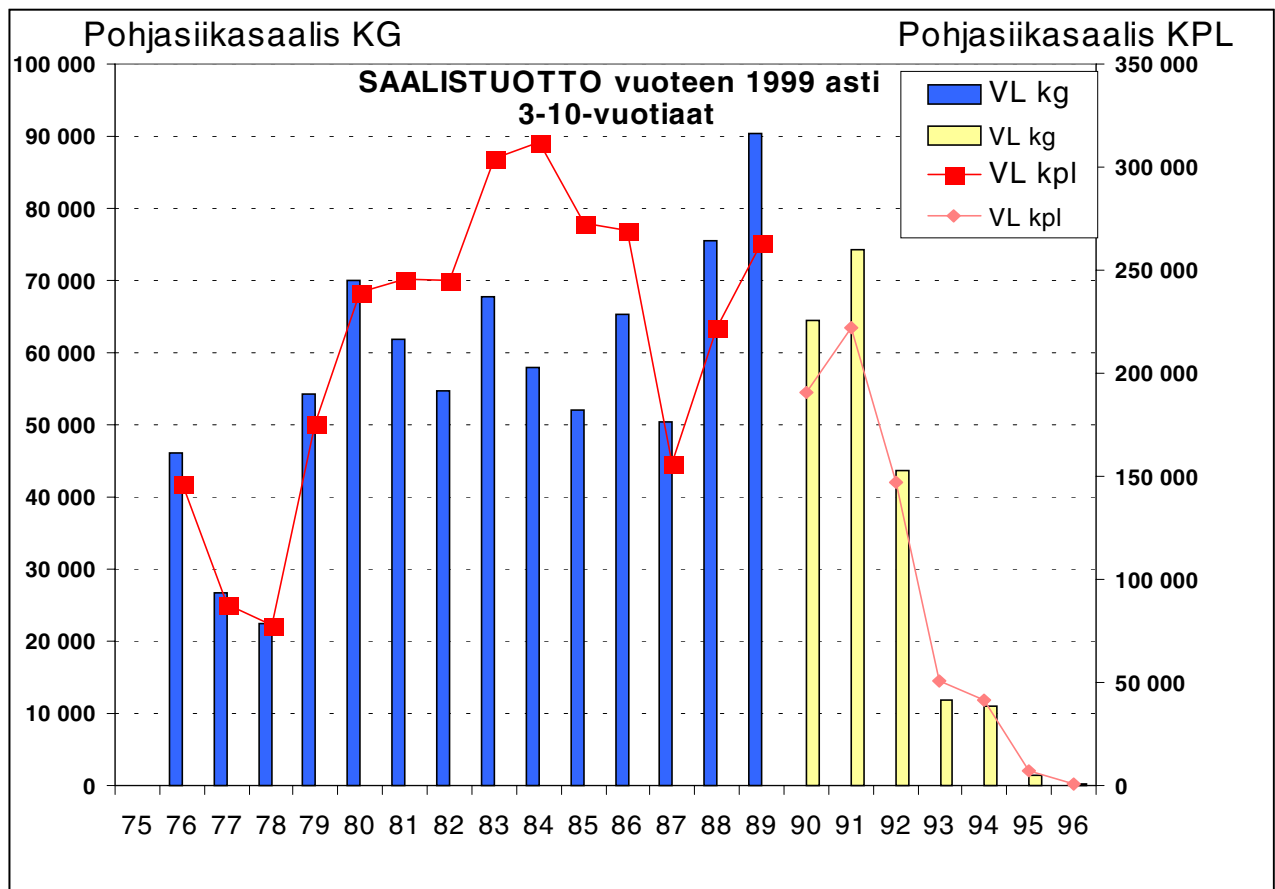


Kuva 3. Istutettujen, kuonomerkittyjen pohjasiikavuosisluokkien (1980-1986) saalistuotto suhteessa vastaavien luonnonvuosisluokkien saalistuottoon (%) vuosina 1987-1992. * = tulokset sisältävät epävarmuustekijöitä aloitusvuoden 1980 osalta.

Kuonomerkintöihin ja erityisesti detektointeihin sisältyi useita virhelähteitä, joiden vuoksi on arvioitu laskennallisten istukastuottojen jääneen alakanttiin. Vuosisluokan 1985 tulos kuitenkin osoitti, että istukkaat voivat tuottaa yli puolet vuosisluokan saaliista ja tasata pohjasiikavuosisluokkien ja saaliiden vaihteluita, jotka ilman istutuksia olisivat jyrkempiä. Kuonomerkintätutkimuksen aikana järven pohjasiikakanta oli tiheä ja kasvu hidasta. Myös Inarijärven muikkukanta oli huipussaan 1980-luvun lopulla (Salonen 1998).

Pohjasiikavuosisluokkien saalistuotto ja siihen vaikuttavia tekijöitä

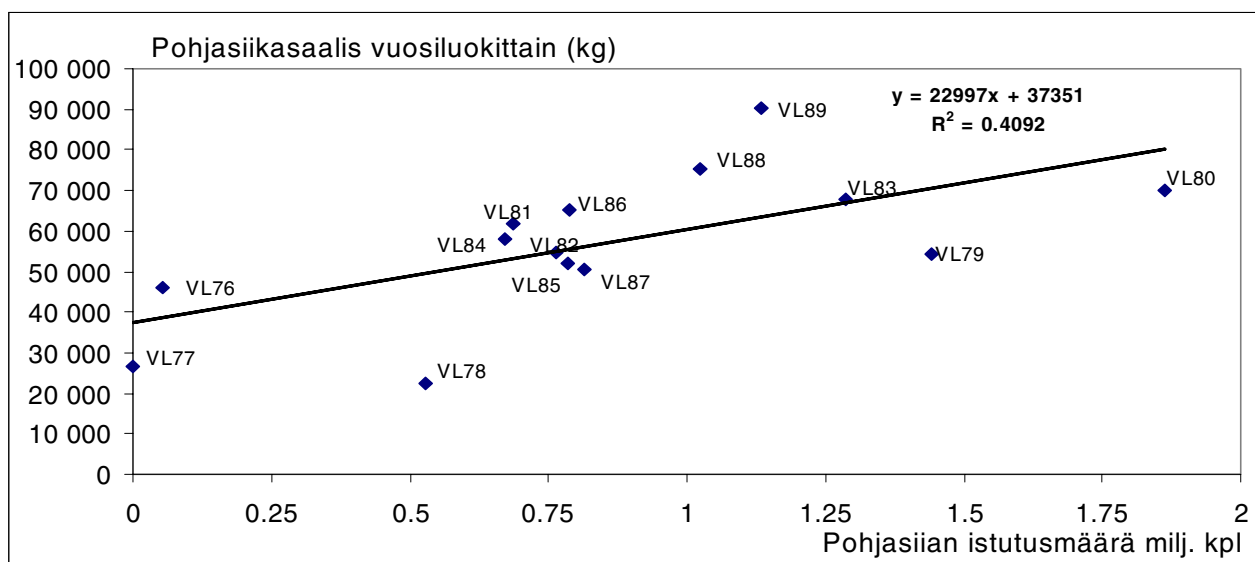
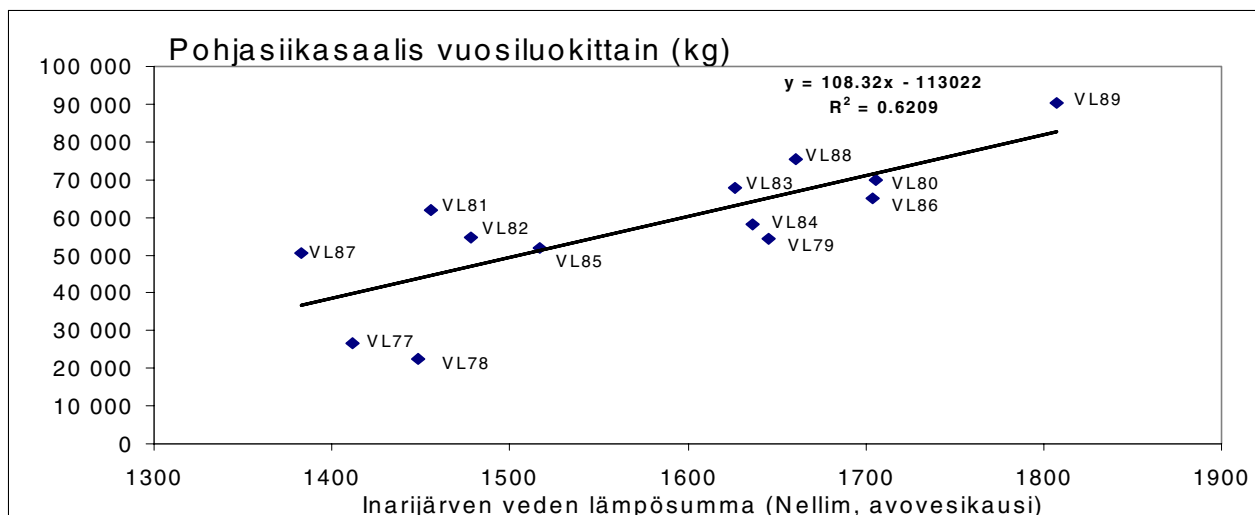
Saalistietojen ja saalisnäytteiden perusteella laskettujen saalistuottojen mukaan paras kilomääräinen tuotto, noin 90 tonnia, on saatu pohjasiikavuosisluokasta 1989 (Kuva 4). Kuvassa 4 esitettyihin kokonaistuottoihin sisältyy tuntemattomassa suhteessa luonnonkalaa ja istukasta. Vuosisluokan 1989 kokonaistuottoon on odotettavissa vieläkin hieman lisäystä, kun kookkaita 11-vuotiaita ja sitä vanhempia yksilöitä tuosta runsaasta vuosisluokasta tulee saaliiksi.



Kuva 4. Inarijärven pohjasiikavuosisiluokkien 1975-1996 saalistuotto kiloina (pylväät) ja kappaleina (viiva) vuoteen 1999 mennessä. Tuottolaskennassa ovat mukana 3-10-vuotiaat kalat. Vuosiluokan 1990 ja sitä nuorempien saaliin kertymä eli tuotto on vielä keskeneräinen.

Muita vuosiluokkia heikommin 1980-luvun vuosiluokista ovat tuottaneet 1985 ja 1987. Kokonaisuutena vuosiluokka 1985 jäi siis heikohkoksi, vaikka tuolloin istutus tuotti suhteessa luonnonkaloihin hyvän tuloksen. Vuosi 1987 taas muistetaan koko maassa yleisesti kylmänä kesänä, ja vuosiluokka 1987 jäi heikoksi niin Inarijärven muilla Coregonideilla (muikku ja reeska) kuten tekojärvien peledsiioillakin (Salonen 1998, Salonen & Mutenia 1992). Nuoremmista vuosiluokista 1991 on jo nyt tuottanut runsaasti saaliista (noin 75 tonnia) ja sen lopullinen saalistuotto nousee samoille tasoille kuin vuosiluokan 1989. Vuosiluokka 1993 sensijaan näyttää jäävän hyvin heikoksi (Kuva 4). Kesä ja koko avovesikausi 1993 oli sekä kylmä että lyhyt.

Vastaavasti vahvoja vuosiluokkia Inarijärven muikulla ja tekojärvien peledsiialla olivat erityisesti 1986 mutta myös 1989, jotka molemmat vuodet olivat lämpötiloiltaan edullisia, keskimääräistä lämpimämpiä kesiä (Kuva 5).



Kuva 5. Inarijärven avovesikauden veden lämpösumman (x-akseli) ja samana vuonna kuoriutuneen pohjasiikavuosisiluokan tuottaman saaliin (y-akseli) suhde. Tarkastelussa ovat mukana vuodet/vuosiluokat 1977-1989.

Ensimmäisen kesän veden lämpötila, avovesikauden lämpösummalla mitattuna korreloi melko hyvin vastaavana vuonna syntyneen pohjasiikavuosisiluokan tuottaman lopullisen saaliin kanssa. Pohjasiikojen istutusmäärän ja saalistuoton välillä oli myös positiivinen, muttei yhtä selkeä korrelaatio kuin mitä lämpösumman ja saalistuoton välillä (Kuva 5).

Lämpötiloilla on ilmeisestikin suuri merkitys pohjoisten alueiden kalanpoikasvuosisiluokkien runsauden määräytymisessä. Kesänvanhojen poikasten koolla ja kunnolla, järvessä ennestään olevalla pohjasiikakannan tiheydellä sekä muiden Coregonidien (muikku, reeska) runsaudella on kaikilla myös oma merkityksensä.

Pohjasiikaistutusten tuloksellisuus 2000-luvulla ja siikojen monimuotoisuuden säilyttäminen

Vuosina 1986-1999 mitään merkintöjä ei Inarijärven pohjasiikaistukkaille tehty. Vuonna 2000 aloitettiin uusi merkintäohjelma, jonka puitteissa istutettiin Inarijärveen noin 558 000 ruiskuvärjättyä istukasta. Ohjelman tavoitteiden mukaan vähintään 70 % pohjasiikaistukkaista ruiskuvärjätään kolmen vuoden ajan, vuoteen 2002 asti. Seuranta kestää vuoteen 2010. Tuolloin saadaan uutta tietoa luonnonravintolammikoissa kasvatettujen pohjasiiian poikasten saalistuotosta suhteessa luonnonpoikasiin ja istutusten merkityksestä. Tätä tietoa tarvitaan viljelyn ja istutusten ohjauksessa.

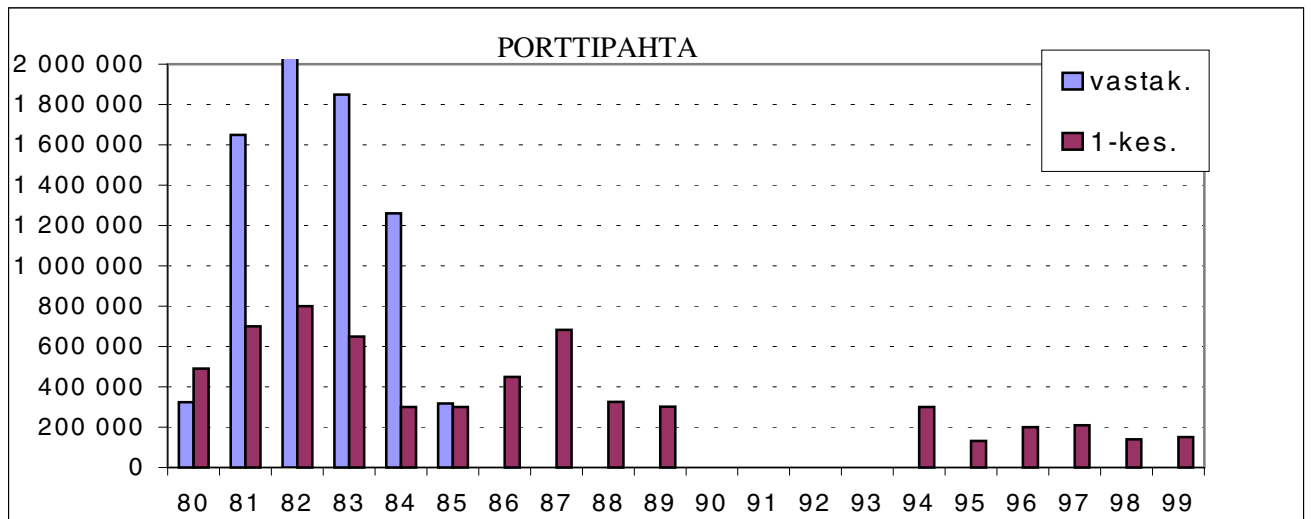
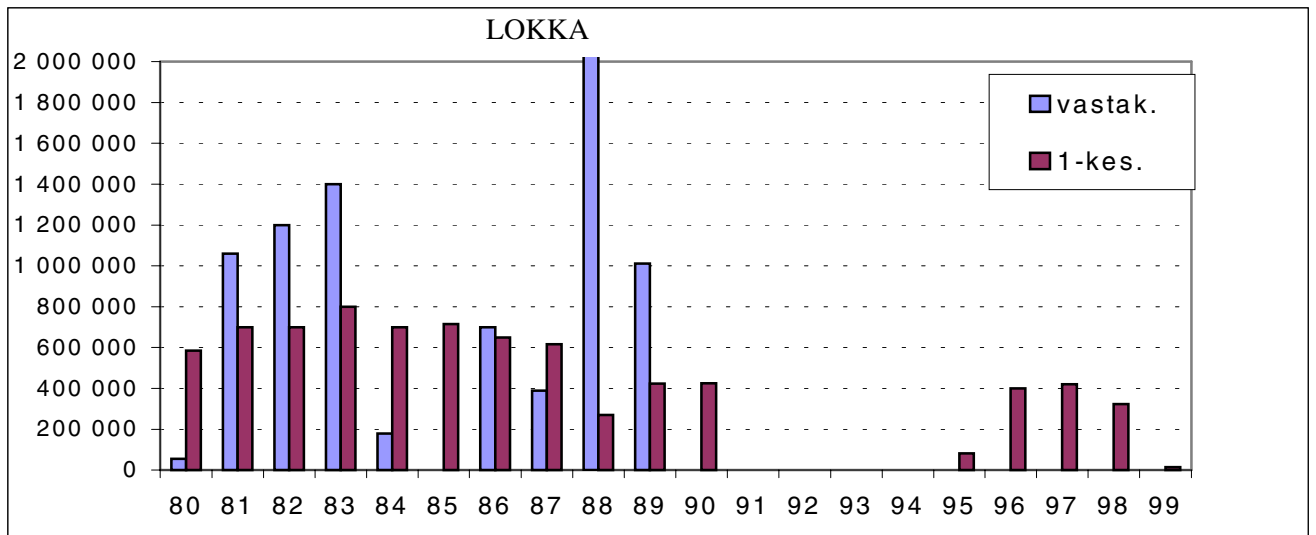
Pohjasiikaistutuksilla (Ivalojoen kanta) ei ole kyetty palauttamaan Inarijärven siian saalista ennen säännöstelyä vallinneelle tasolle. Syvän ja jyrkkärantaisen järven rantamatala-alue (=pohjasiiian syönnösalue) käsittää vain kolmanneksen järven pinta-alasta. On esitetty oletuksia, että järven siikojen monimuotoisuus saattaa olla kaventumassa. Järvikutuisen pohjasiiian sekä eläinplanktonia pelagiaalialueella hyödyntävän alkuperäisen riikasiian ottamista viljelyyn ja istutusten kohteeksi on kaavailtu Ivalojoen pohjasiikakannan lisäksi.

Lokka ja Porttipahta

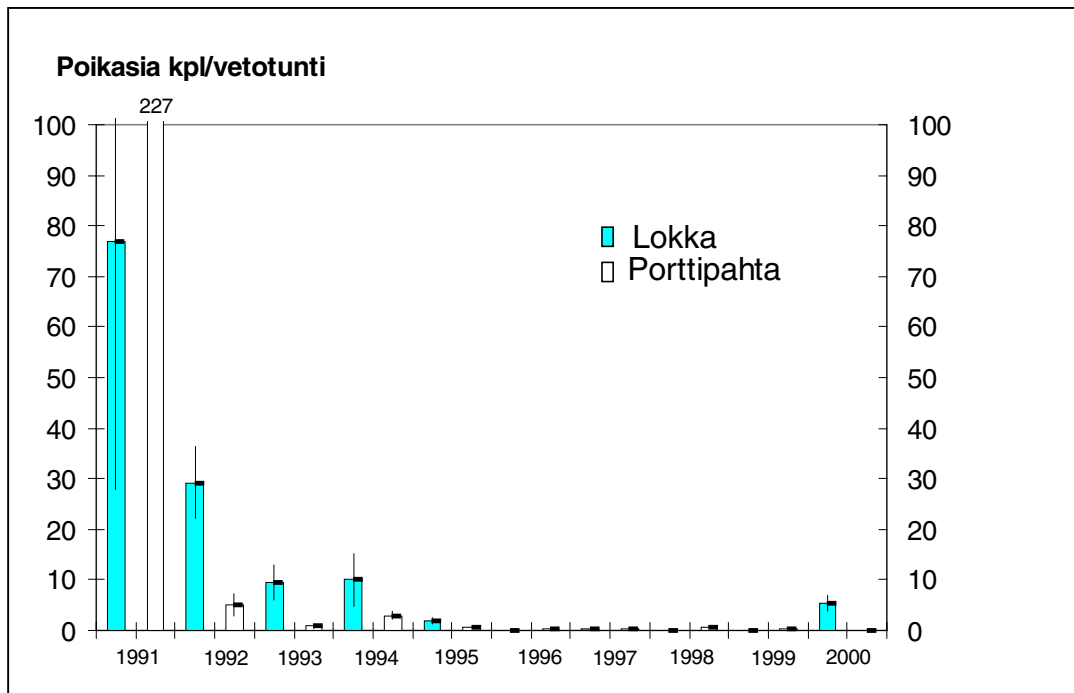
Lokan ja Porttipahdan peledsiikaistutukset ja luontaisen lisääntymisen arviointi

Lokan ja Porttipahdan tekojärviin tuotiin 1970-luvun alkupuolella uusi planktonia syövä kalalaji, peledsiika, jonka arvioitiin hyödyntävän juuri rakennettujen tekojärvien laajojen selkävesien planktonituotantoa. Ensimmäisistä vastakuoriutuneiden istutuksista Lokkaan vuosina 1972-1973 saatiin saalista hyvin; 15 kg 1000 istutettua poikasta kohti (Mutenia 1985). Kesänvanhojen poikasten istuttamista pidettiin kuitenkin luotettavampana menetelmänä ja 1970-luvun puolivälistä alkaen rakennettiin 7 luonnonravintolammikko (276 ha) tekojärvien lähistölle, siten että lammikot olivat suoraan tyhjennettävissä tekojärviin. Näin säästyttiin kuljetuskustannusilta, mutta lammikoiden tuottoarviot jäivät tekemättä. Istutusmääräksi merkittiin yksinkertaisesti puolet niihin keväällä istutetuista vastakuoriutuneista. Vuodesta 1988 alkaen arvioitiin tuotantoa ns. Pedersenin menetelmällä, ja todelliset istutusmäärät osoittautuivat aikaisempia arvioita selvästi pienemmäksi (Kuva 6). Peledsiian luontaisesta lisääntymisestä johtuen istutukset keskeytettiin vuosina 1989-1990 neljäksi vuodeksi ja kun niitä jatkettiin uudelleen, ovat istutusmäärät jääneet alhaiseksi lammikoiden kunnosta ja muista ongelmista johtuen.

Peledsiian luontainen lisääntyminen havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1986 ja vuodesta 1990 alkaen lähtien poikastroolia on käytetty peledsiian luontaisen lisääntymisen tuottaman kesänvanhojen poikasten määrän selvittämiseen. Pienoistroolin koko korkeus on 2 m suuaukon leveys 6 m ja sitä on vedetty (vetonopeus 5,5 km/t) pintavedessä elo-syyskuussa ennen lammikkopoikasten istutuksia sekä vuosina, jolloin istutuksia ei tehty (Salonen & Mutenia 1993). Poikastroolausten yksikkösaalis (kpl/vetotunti) oli aluksi korkea, mutta on pudonnut viime vuosina lähelle nollaa (Kuva 7).



Kuva 6. Vastakuoriutuneiden ja kesänvanhojen peledsiikojen istutukset Lokan ja Porttipahdan tekojärviin vuosina 1980-1999.

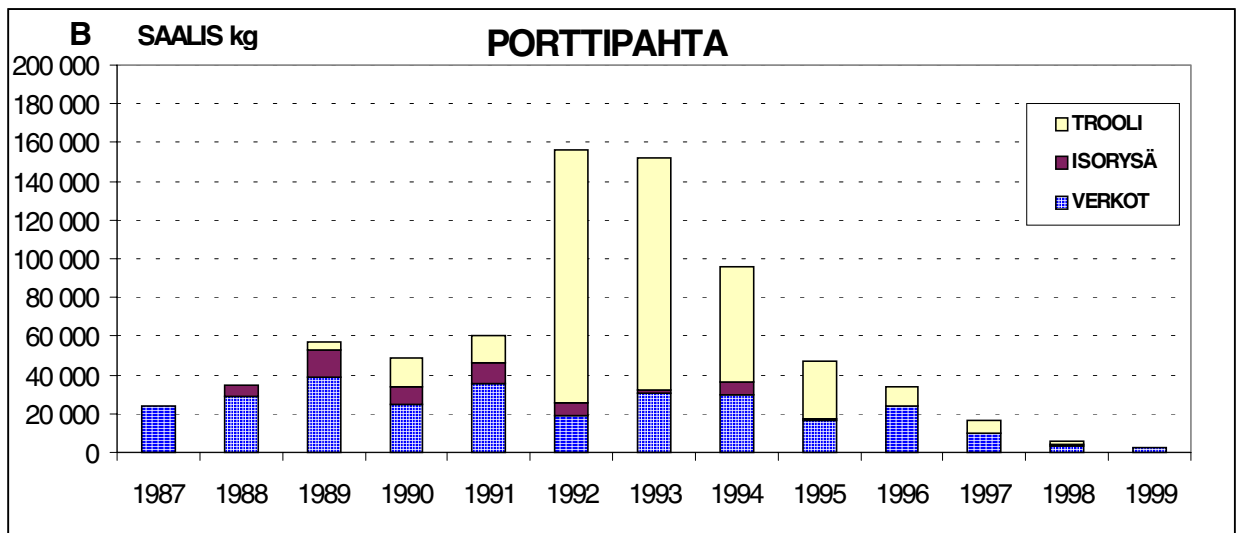
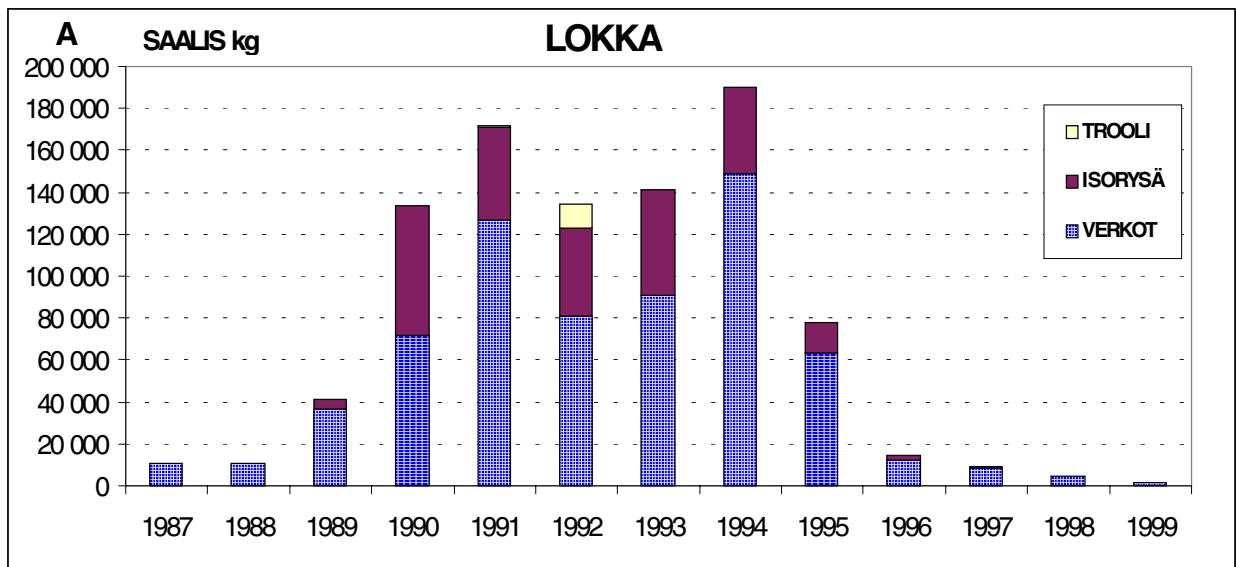


Kuva 7. Peledsiian kesänvanhojen (0+) poikasten yksikkösaaliit (kpl) poikastroolin vetotuntia kohti Lokalla ja Porttipahdalla vuosina 1991-2000. Janat kuvaavat keskiarvon keskivirhettä.

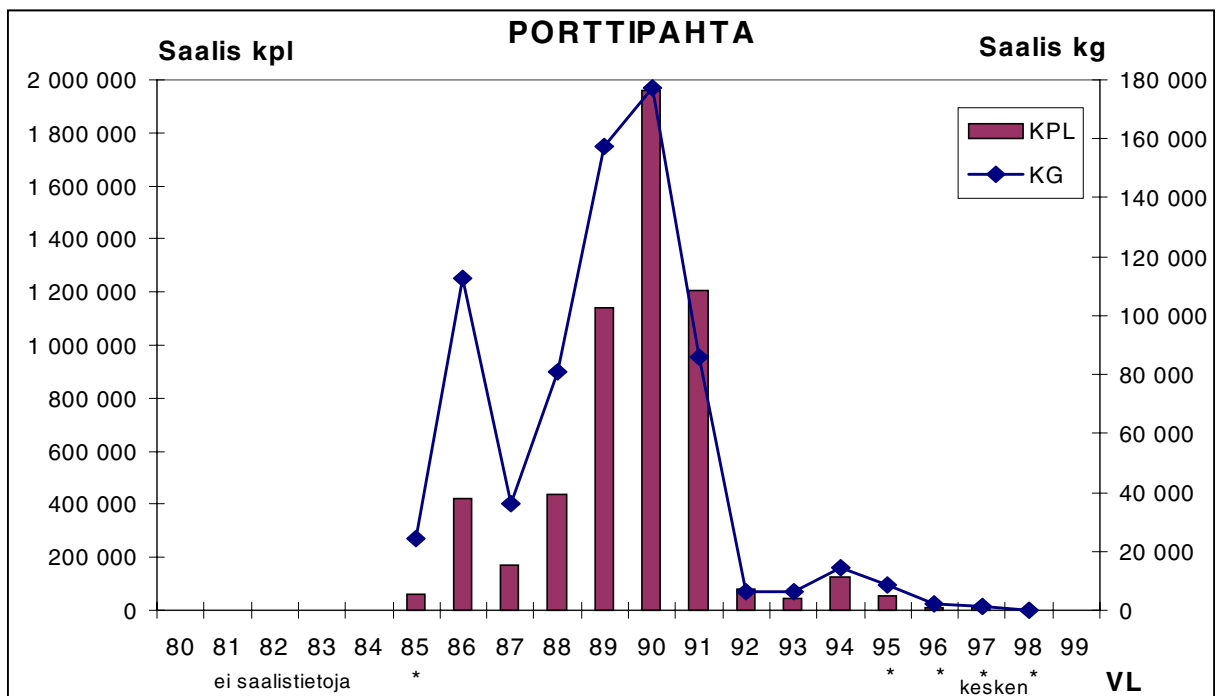
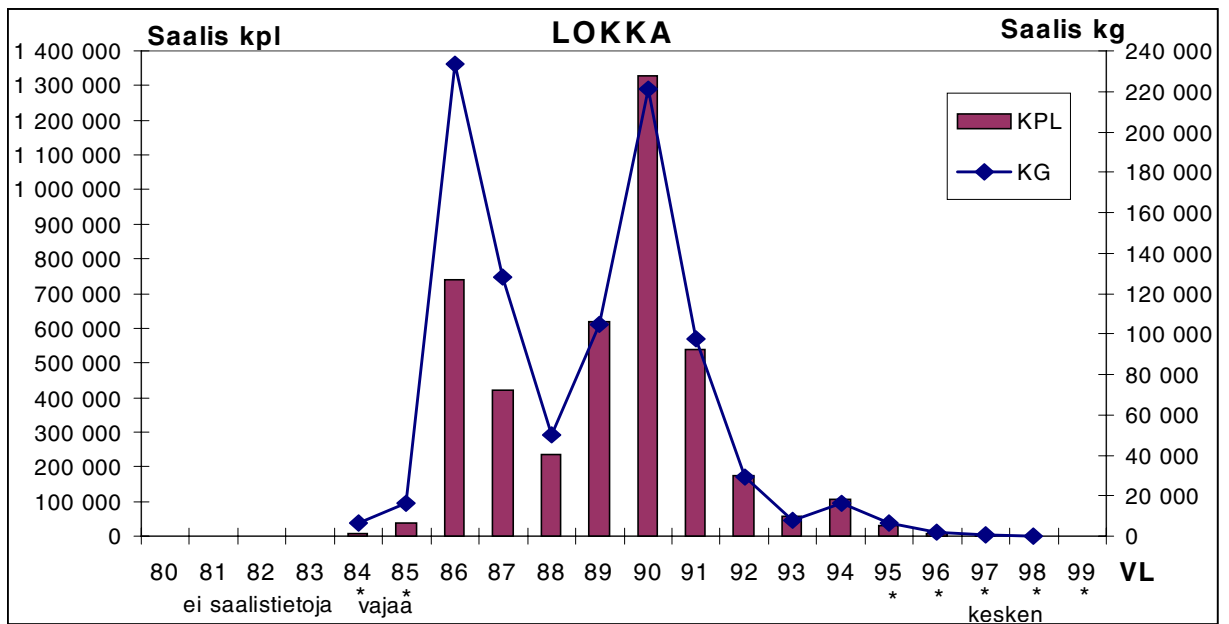
Lokan ja Porttipahdan peledsiikasaaliis ja eri vuosiluokkien tuotto

Lokan peledsiikasaalis oli suurimmillaan 190 t (5,3 kg/ha) vuonna 1994 ja Porttipahdan 150 t (8,5 kg/ha) vuosina 1992-1993. Vuosikymmenen puolivälissä alkanut saaliin jyrkkä lasku on jatkunut edelleen ja vuonna 1997 saalis oli 25 t ja vuonna 1999 saalis oli yhteensä vain 4 t (Kuva 8). Peledsiika kalastettiin verkoilla ja isorysillä ja troolilla. Viime vuosina kalastus on tapahtunut vain verkoilla. Myös peledsiian verkkokalastuksen yksikkösaalis on jyrkästi laskenut ja peledsiika on menettänyt merkityksensä tärkeänä saaliskalana. Siian ammattimainen kalastus on ollut viime vuosina täysin vaellussiian varassa (Mutenia ym. 2000)

Peledsiian vuosiluokat 1989-1991 olivat erittäin runsaita ja hyvin vahvoja myös saaliissa. Vuosiluokkaa 1990 tekojärivistä kalastettiin eniten, Lokasta yli 1 milj. kpl ja Porttipahdasta noin 2 milj. kpl (Kuva 9). Suurin kilomääräinen saalis (yli 220 t) saatiin Lokalla vuosiluokista 1986 ja 1990 ja Porttipahdalla vuosiluokista 1989-1990 (n. 170 t). Porttipahdan vuosiluokka 1990 ja Lokan vuosiluokka 1991 olivat peräisin yksinomaan luontaisesta lisääntymisestä, koska tuolloin ei istutuksia tehty. Peledsiikojen määrä saaliissa alkoi jyrkästi pienentyä vuosiluokasta 1992 alkaen ja sama kehitys on jatkunut vuosikymmenen lopulle, vaikka istutukset aloitettiin uudelleen vuosina 1994-1995. Vuosiluokka 1994 on viimeinen merkittävä vuosiluokka tekojärvien saaliissa, vaikka Lokkaan ei tuolloin vielä tehty istutuksia. Inarijärvelle uuden kalalajin, muikun, runsaimmat vuosiluokat syntyivät vuosina 1986 ja 1989 eli samoina vuosina kuin tekojärvien peledsiian ensimmäiset runsaat vuosiluokat (Salonen 1998). Nämä vuodet olivat lämpöoloiltaan hyviä ja kesät keskimääräistä pitempiä.



Kuva 8. Lokan ja Porttipahdan peledsiikasaalis pyydyksittäin vuosina 1987-1998 ja ennakkoarvio saaliista vuonna 1999.



Kuva 9. Lokan ja Porttipahdan tekojärvien peledsiikasaalis (kpl) vuosiluokittain ja vuosiluokkien 1984-1989 saaliskertymä (kg) vuoteen 1998 mennessä. VL=vuosiluokka. Laskennan pohjana ovat pyydyskohtaiset saaliit ja saaliskyvyt vuosittain.

Peledsiikaistutusten ja luontaisen lisääntymisen merkitys saaliissa

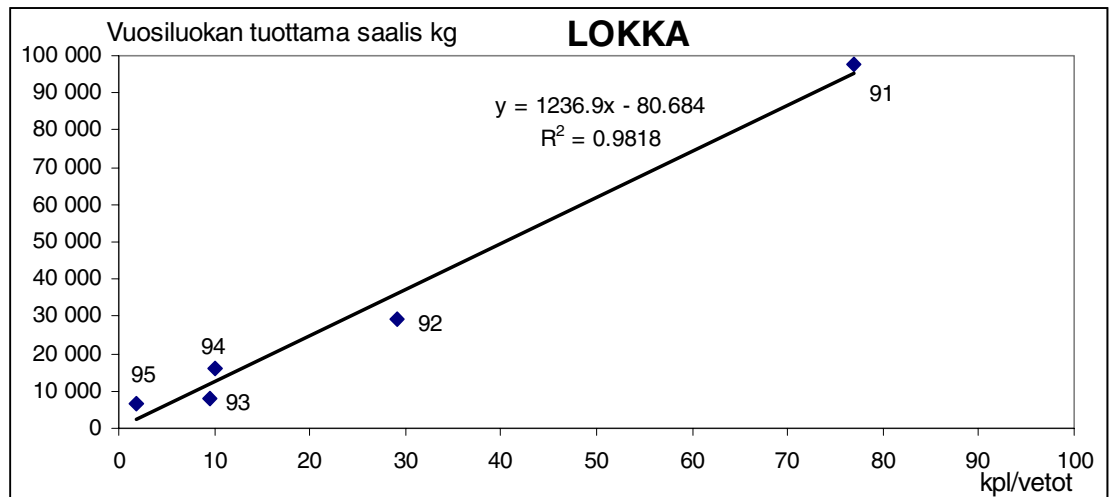
1970- ja 1980-luvuilla tekojärviin istutettiin samanaikaisesti sekä kesänvanhoja että vastakuoriutuneita poikasia ja istutuksista saatiin hyviä saaliita. Jo vuosina 1985-1986 tekojärvistä kalastettiin verkoilla (minimi solmuväli 50 mm) ennätysellinen 160- 170 tonnin (yli 3 kg/ha/v) kaupallinen siikasaalis vuodessa, pääasiassa I ja II-luokan peledsiikaa (Mutenia & Salonen 1991). Mikä istutustapa tuotti saaliita, siitä ei ole tietoa. Kesänvanhojen lisäksi vastakuoriutuneiden istutuksilla arvioitiin olleen

vaikutusta saaliiden kasvuun 1980-luvun alkupuoliskolla (Salonen & Mutenia 1992). Vuosiluokat 1984-1985 olivat tekojärvisä hyvin heikkoja mikä johti yhtäkkiseen saaliin laskuun vuonna 1987. Tämän arvioitiin johtuneen siitä että lammikkoviljelyn tulos jäi normaalia paljon pienemmäksi (Mutenia & Salonen 1991). Tähän viittasi poikasten tavallista suurempi koko lammikoissa. Todellista tuotantoa lammikoista ei kuitenkaan laskettu. Lisäksi vastakuoriutuneiden istutusmäärä jäi aikaisempaa pienemmäksi. Myös Inarijärven muikun vuosiluokat jäivät samoina vuosina heikoiksi (Mutenia & Salonen 1992).

Lokkaan vuosina 1984-1989 vastakuoriutuneina istutettujen peledsiikojen ja vastaavien vuosiluokkien tuottaman saaliin välinen riippuvuus laskettiin. Istutusmäärän ja sitä vastaavan vuosiluokan tuottaman saaliin välillä ei ole riippuvuutta (Mutenia ym. 2000). Samanaikaisesti tapahtui myös voimakasta luontaista lisääntymistä. Myöhemmin, 1990- luvulla ei ole istutettu lainkaan vastakuoriutuneita.

Peledsiian kesänvanhojen poikasten istutusmäärän ja sitä vastaavan vuosiluokan tuottaman saaliin välillä ei ole havaittavissa korrelaatiota vuosien 1986-1995 aineistojen perusteella (Mutenia ym. 2000). Vuosiluokkien runsautta saaliissa 1980-luvun puolivälistä alkaen ovat säädelleet muut tekijät kuin istutukset eli kalojen luontainen lisääntyminen. Todelliset istutusmäärät ovat myös voineet jäädä tilastoituja vähäisemmäksi.

Peledsiian poikastroolausten yksikkösaaliin (=luontainen lisääntyminen) ja kyseisen vuosiluokan tuottaman saaliin välillä näyttäisi olevan voimakas riippuvuus (Kuva 10). Peledsiian huippusaaliit vuosina 1992-1994 perustuivat poikkeuksellisen hyvään luontaiseen lisääntymiseen eikä istutuksilla ollut tuolloin mainittavaa merkitystä saaliin kannalta. Peledsiian voimakkaan luontaisen lisääntymisen johdosta kesänvanhojen poikasten istutukset keskeytettiin vuosina 1990-1991 neljän vuoden ajaksi ja niitä on jatkettu vuosikymmen jälkipuoliskolla. Luontainen lisääntyminen on pysähtynyt ja istutukset ovat jääneet määrältään vähäiseksi, mikä on johtanut saaliin jyrkkään laskuun.



Kuva 10. Peledsiian (ikä 0+) poikastroolauksen yksikkösaaliin (kpl/vetotunti) ja kyseisen vuosiluokan (1991-1995) tuottaman saaliin välinen riippuvuus (suoran yhtälö ja selitysaste).

Kesänvanhojen poikasten istutuksia on lisättävä

Peledsiikasaaliit ovat vuosikymmenen jälkipuoliskolla tekojärvisä jyrkästi laskeneet. Runsaita vuosiluokkia ei ole vuoden 1991 jälkeen poikastroolausten mukaan todettu.

Vuosina 1994-1995 jatketuilla vähäisillä 1-kesäisten peledsiikojen vähäisillä istutuksilla ei ole ollut merkittävää vaikutusta saaliiseen ja peledsiian merkitys ammattikalastuksen saaliskalana on romahtanut. Tekojärvillä tärkeä ammattimainen kalastus on viime vuosina ollut vaellussiian varassa, joka lisääntyy luontaisesti tekojärviin laskevissa joissa ja jokisuistoissa.

Vuodesta 1993 alkaen tekojärvien talvisäänöstely on voimistunut noin puoli metriä ja ympäristöolosuhteet ovat huonontuneet. Järvikutuisen peledsiian luontainen lisääntyminen ei enää ole onnistunut. Matalissa tekojärvissä hapen vaje ja happikato ovat yleisiä pohjalla. Lokalla vuonna 1998 kevätaliveden aikana (4-7. 5.) tehdyn happitilannekartoituksen mukaan yli 4 mg/l happipitoisuus pohjalla havaittiin vain parissa mittauspisteessä. Myös peledsiian kutukanta on laskenut nykyään liian alhaiseksi lisääntymisen kannalta.

Suurten tekojärvien (pinta-ala max. 631 000 ha) kalakantojen hoitamiseksi tarvitaan nyt mittavia peledsiian luonnonravintolammikkopoikasten istutuksia (yhteensä noin 1,0 milj kpl/vuosi). Peledsiian kantojen elvyttämiseksi kannattaisi jatkaa myös vastakuoriutuneiden poikasten istutuskokeiluja, jotka aloitettiin viime vuonna. Tekojärvissä on edelleen planktonsyöjille runsaasti ravintoa; peledsiika kasvaa tekojärvien vesissä nykyään hyvin. Myös kalastuksen säätelyä tarvitaan, jotta istutetut peledsiat voisivat saavuttaa nykyistä paremmin sukukypsyytiän ja kutukanta voi kasvaa riittävälle tasolle tulevaisuudessa.

Kirjallisuus

- Ahonen, M., Salonen, E., Mutenia, A. & Salojärvi, K. 1996. Inarijärven pohjasiian kuonumerkintöjen tulokset vuosina 1987-1992. - Teoksessa: Salonen, E. (toim.): Inarijärven pohjasiika - istutusten merkitys. - Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 113: 45-59.
- Anon, 2000. Kala- ja rapuistutukset 1999. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, STV, Maa, metsä ja kalatalous 16.
- Mutenia A. 1985. Fish stock and fishing in the Lokka and Porttipahta reservoirs, northern Finland. In: Habitat Modification and freshwater Fisheries. Ed. J. S. Alabaster. London Food and Agriculture Organisation of the United Nations. p. 195-201.
- Mutenia, A. & Salonen, E. 1991. Lokan ja Porttipahdan peled- ja vaellussiikakantojen tila vuosina 1982-1989. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 37. 68 s.
- Mutenia, A. & Salonen, E. 1992 The vendace (*Coregonus albula* L.) a new species in fish community and fisheries of Lake Inari. Pol. Arch. Hydrobiol. 39: 583-561.
- Mutenia, A., Salonen, E. & Kotajärvi, M. 2000. Peledsiikakantojen romahdus Lokan ja Porttipahdan tekojärvissä. RKTL, Kala- ja riistaraportteja nro 187. 26 s. + 7 liitettä.
- Salojärvi, K. 1983. Siian luonnonravintolammikkoviljely ja kesänvanhojen poikasten istutusten tulokset Pohjois-Suomen sisävesissä. Suomen kalatalous 51:52-66.
- Salojärvi, K. 1992a. Suosituksia sisävesien siikaistutuksista. Vesi ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja B:14 32 s.
- Salojärvi, K. 1992b. The compensatory processes in determining the yield from whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) stocking in inland waters in northern Finland. p. 1-30.
- Salojärvi, K. & Mutenia, A. 1994. Effects of fingerling stocking on recruitment in the Lake Inari (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) whitefish fishery. In: I. Cowx (Ed.). Rehabilitation of freshwater fisheries. Fishing News Books. Blackwell Scientific Publications Ltd. p. 302-313.
- Salonen, E. 1998. The vendace stock and fisheries in Lake Inari. Boreal Env. Res. 3: 307-319.

Salonen, E. & Mutenia, A. 1992. Stockings and chances in peled (*Coregonus peled*) stocks and fishery management in Lokka and Porttipahta reservoirs, northern Finland. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 39: 481-490

Salonen, E. & Mutenia, A. 1993. Luontaisen lisääntymisen vaikutukset Lokan ja Porttipahdan siikakantoihin ja kalastukseen. *Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar* 73. 22 s.

Salonen, E., Ahonen, M. & Mutenia, A. 1996. Inarijärven siikatutkimusten yhteenveto ja suositukset. *Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar* 113: 81-89.

Salonen, E., Mutenia, A. & Salojärvi, K. 1996. Siian kalastus, istutukset ja pohjasiikakannan kehitys Inarijärvellä vuosina 1980-1994. - Teoksessa: Salonen, E. (toim.): Inarijärven pohjasiika - istutusten merkitys. - *Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar* 113: 3-44.

Salonen, E., Mutenia, A. & Kotajärvi, M. 1997. Lokan ja Porttipahdan peledsiika. Tekojärvien siikakantojen vaihtelu. *Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar* 73. 22 s.

Luonnonravintopoikasistutusten tuloksia Kemi- ja Iijoilla sekä Perämerellä

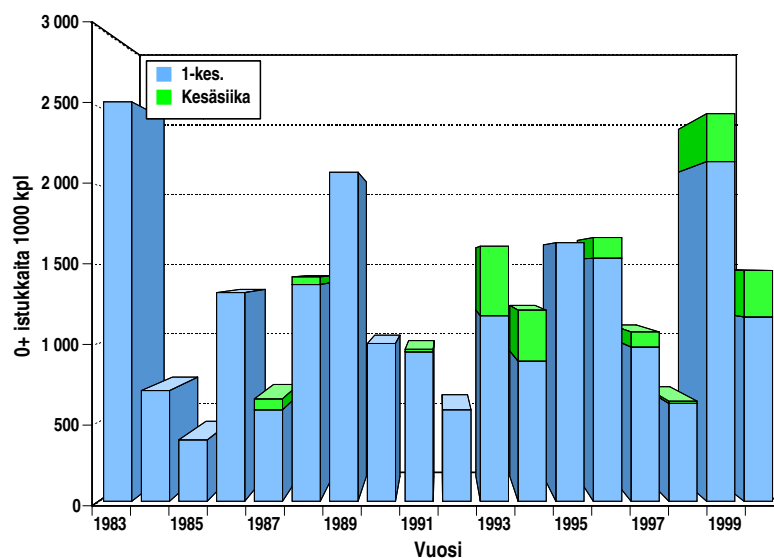
Ympäristöasiantuntija Erkki Huttula
Kemijoki Oy

Johdanto

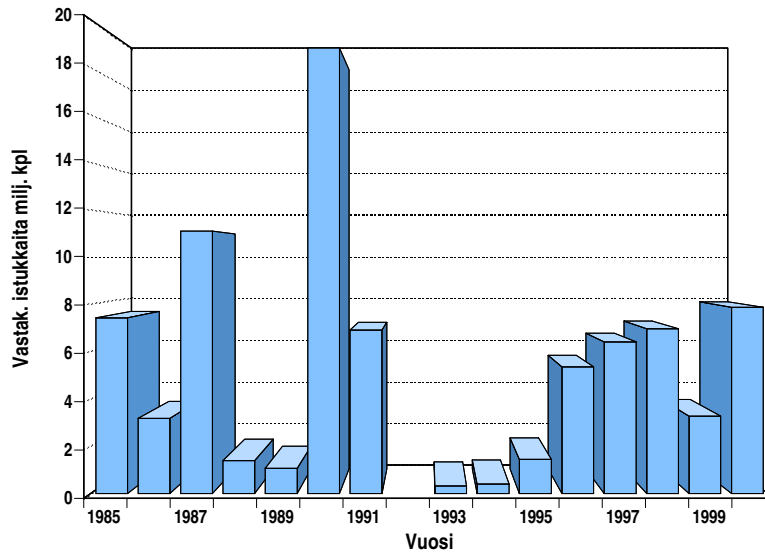
Kemi- ja Iijoen vesivoiman valjastamisesta vastanneet yhtiöt, Kemijoki Oy ja PVO-Vesivoima Oy ovat korkeimman hallinto-oikeuden päätöksillä velvoitettu istuttamaan kalanpoikasia meri-, joki- ja järviolueille sekä tarkkailemaan kalanhoitotoimenpiteiden tuloksellisuutta. Seuraavassa esitellyt tulokset pohjautuvat pääosin em. yhtiöiden kalataloudellisen velvoitetarkkailun tuloksiin vuoteen 2000 saakka. Tarkkailun käytännön toteutuksesta on ko. jaksolla vastannut yhtiöiden yhteisesti omistama Voimalohi Oy. Tarkkailumenetelminä on käytetty kalastustiedusteluja, kirjanpitolokalastusta ja kalakantanäytteiden keruuta.

Merialue

Vaellussiian istutusvelvoite Iijoen merialueelle on vuosittain 1,2 miljoonaa yksikesäistä poikasta. Velvoiteistutuksiin on käytetty kesänvanhoja Iijoen omaa kantaa olevia vaellussiikoja sekä Tornionjoen kantaa olevia ns. kesäsiikoja. Velvoiteistutusten lisäksi on Iijokisuulle istutettu vastakuoriutuneita ja kesänvanhoja vaellussiikoja myös muiden tahojen toimesta. Iijokisuulle tehdyt vaellussiikaistutukset vuosina 1983 – 2000 on esitetty kuvissa 1 ja 2.

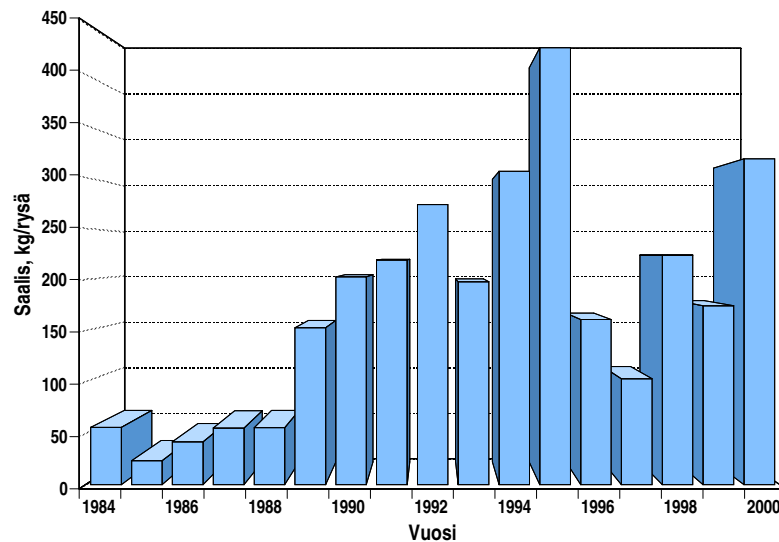


Kuva 1. Iijokisuulle istutettu vaellussiikamäärä (1-kesäiset) vuosina 1983 – 2000.



Kuva 2. Iijokisuulle istutettu vaellussiikamäärä (vastakuoriutuneet) vuosina 1983 – 2000.

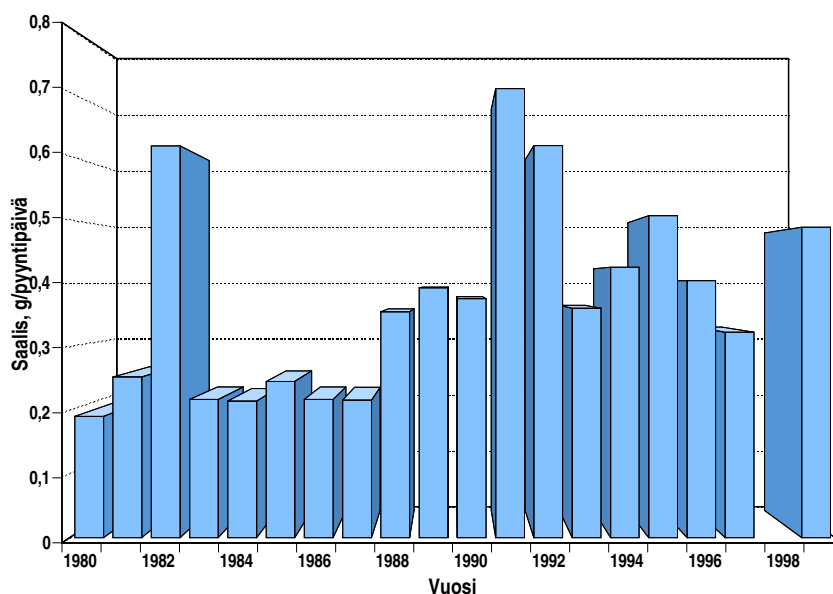
Siian vuosittainen rysäkohtainen yksikkösaalis Iijokisuulla lisääntyi velvoitehoidon alusta aina 1990-luvun puoleen väliin saakka, jonka jälkeen se romahti lähelle velvoitehoidon alkujakson saalistasoja. Viimeisinä vuosina siian rysäkohtainen saalis on taas kohonnut voimakkaasti ja vuonna 2000 kirjattiin toiseksi korkein saalis koko velvoitehoitojaksolla (kuva 3).



Kuva 3. Rysäkohtainen siikasaalis Iijokisuulla vuosina 1984 – 2000.

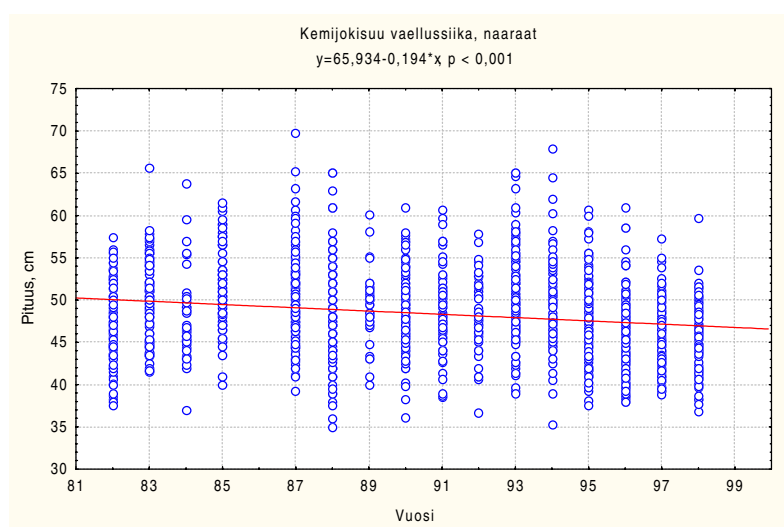
Vastaava ilmiö on nähtävissä, joskaan ei yhtä voimakkaana, myös siian ammattimaisen verkkokalastuksen yksikkösaaliissa lähinnä Kemi- ja Tornionjokisuuta sijoittuvassa RKTL:n tilastoinnin pyyntiruudussa nro 2 (kuva 4). Siikasaaliiden alenemisen eräänä keskeisenä syynä on pidetty kalastuksen tehostumista merialueella. Pyyntiponnistus mitattuna rysien lukumäärällä ja verkkopyyntipäivien lukumäärällä on noussut

1990-luvulla kaikilla merialueilla. Kalastustehon nousun lisäksi kalastuksessa on ruvettu käyttämään aikaisempaa tiheämpiä verkkoja, jolloin siiat joutuvat kalastuksen kohteeksi entistä nuorempina ja saaliskalan koko on pienempi kuin aiemmin (RKTL 2000).

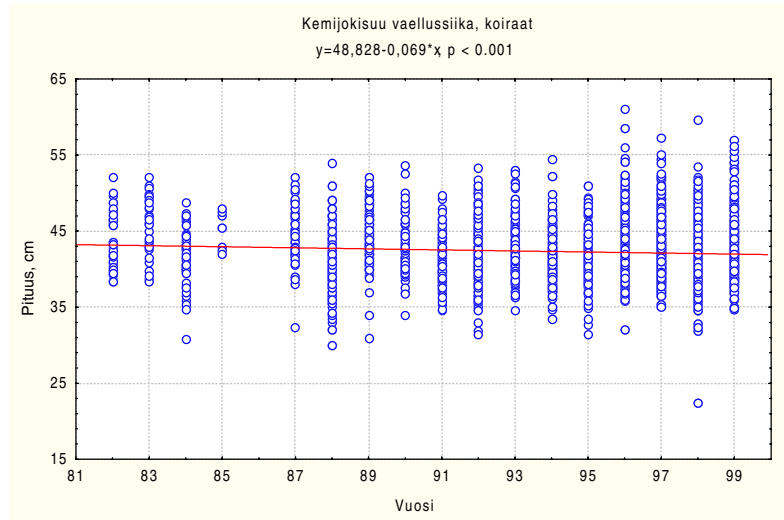


Kuva 4. Siian yksikkösaalis verkkokalastuksessa pyyntiruudussa 31 2 vuosi-ina 1980 – 1999 (vuoden 1998 osalta tieto puuttuu).

Saalissiikojen keskikoon pienentyminen näkyy Kemijokisuulla erityisesti naarassiikojen kohdalla, koirassiioilla keskikoon pienentyminen ei ole ollut yhtä voimakasta (kuvat 5a ja 5b).

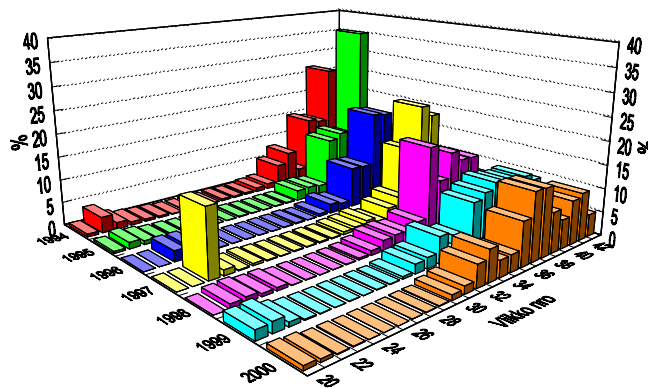


Kuva 5a. Vaellussiikanaaraiden keskipituus Kemijokisuun mädinhanhinta-pyynnissä vuosina 1981 – 1999.



Kuva 5b. Vaellussiikakoiraiden keskipituus Kemijokisuun mädinhankintapyyntinnissä vuosina 1981 – 1999.

Viikoittaisessa siikasaalissa on Iijokisuulla tapahtunut 1990-luvulla tasaantumista, ts. saalis on 1990-luvun loppua kohti jakautunut tasaisemmin useammalle viikolle (kuva 6). Tämä lienee ainakin osittain kesäsiian istutusten ansiota.



Kuva 6. Siian yksikkösaaliin viikoittainen %-osuus Iijokisuulla vuosina 1994 – 2000.

Siian rypsäpyynnin keskimääräisen vuosittaisen yksikkösaaliin vaihtelua Iijokisuulla sekä siian kokonaissaalista pyyntiruudussa 31-7 (Iijokisuun edusta) selvitetiin taannehtivasti vertaamalla saalista istutuksiin, istukkaiden keskikokoon sekä pyynnin määrään merialueella. Merialueen pyynnin määrää kuvaavia tietoja oli käytössä vuosilta 1992 – 1999. Tarkkailutulosten mukaan valtaosa saalissiioista Iijokisuulla kuuluu ikäluokkiin 4+ - 6+ (Zitting-Huttula ym. 1996). Tällä perusteella yksikkösaalista verrat-

tiin istutustietoihin 4 – 6 vuotta ennen saalisvuotta. Yksittäisistä muuttujista ainoastaan vastakuoriutuneiden siikojen istutusmäärällä 5 vuotta ennen saalisvuotta oli jokin yksikkösaaliin kanssa tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r = 0,62$, $p < 0,05$). Regressioanalyysin mukaan vastakuoriutuneiden siikojen istutusmäärä 5-v aiemmin selitti tosin vain 38 % yksikkösaaliin vaihtelusta.

Siian kokonaissaalis pyyntiruudussa 31-7 korreloi negatiivisesti rysien määrään Selkämerellä

($r = -0,78$, $p < 0,05$), verkkojen pyyntipäivien lukumäärään vuotta ennen saalisvuotta Perämerellä ($r = -0,81$, $p < 0,05$) ja Selkämerellä ($r = -0,78$, $p < 0,05$) sekä verkkojen pyyntipäivien määrään Perämerellä kaksi vuotta ennen saalisvuotta ($r = -0,76$, $p < 0,05$).

Siikasaaliisiin vaikuttavat kuitenkin epäilemättä hyvin monet tekijät (kalastuksen määrä, istutukset, hylkeet etc.), jolloin yksittäisen muuttujan irrallinen tarkastelu on huono lähestymistapa. Useiden muuttujien vaikutusta Iijokisuun siikasaaliisiin pyrittiinkin selvittämään askeltavalla usean selittävän muuttujan regressioanalyysillä. Kun kaikki istukkaiden määrää (vastakuoriutuneet ja 1-kesäiset) ja keskipituutta sekä pyynnin määrää kuvaavat muuttujat otettiin huomioon, otti analyysi malliin mukaan järjestyksessä seuraavat muuttujat (suluissa muuttujan vaikutuksen suunta):

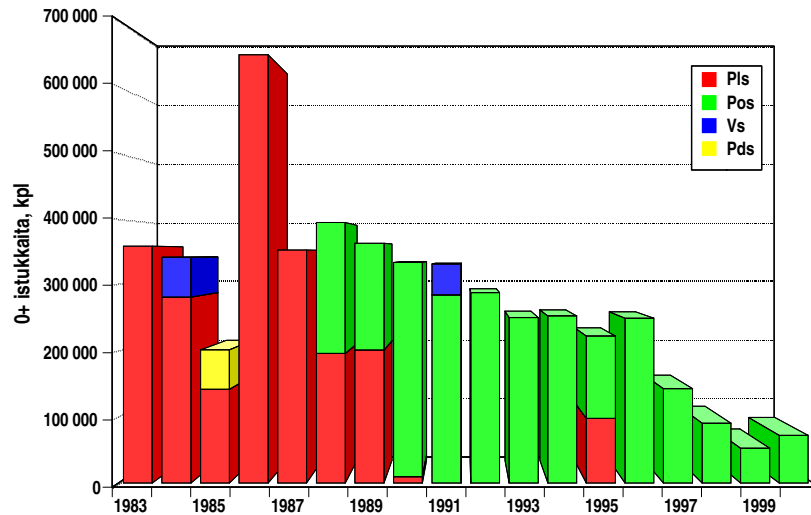
- verkkojen määrä Selkämerellä 2 v. ennen saalisvuotta (+)
- 1-kesäisten siikojen istutusmäärä 5 v. ennen saalisvuotta (+)
- rysien määrä Perämerellä 2 v. ennen saalisvuotta (+)
- 1-kesäisten siikojen istutusmäärä 6 v. ennen saalisvuotta (+)
- rysien määrä Selkämerellä 2 v. ennen saalisvuotta (-)
- 1-kesäisten siikojen keskipituus 6 v. ennen saalisvuotta (-)

Analyysin tulokset ovat osin ristiriitaisia, ja niihin on syytä suhtautua suurella varauksella, sillä ne perustuvat varsin vähäiseen aineistoon eli vuosille 1994 – 2000, jolloin siikasaalis ensin laski ja sen jälkeen nousi voimakkaasti.

Jos analyysissä huomioitiin ainoastaan istutuksia koskevat muuttujat, tuli malliin mukaan vastakuoriutuneiden ja kesänvanhojen istutusmäärä viisi vuotta (+) ja istukkaiden keskipituus kuusi vuotta (-) ennen saalisvuotta. Yhdessä nämä muuttujat selittivät 94 % jokisuun rysäsaaliin vaihtelusta. Tällöin tarkastelu perustui vuosien 1991 – 2000 saalistietoihin.

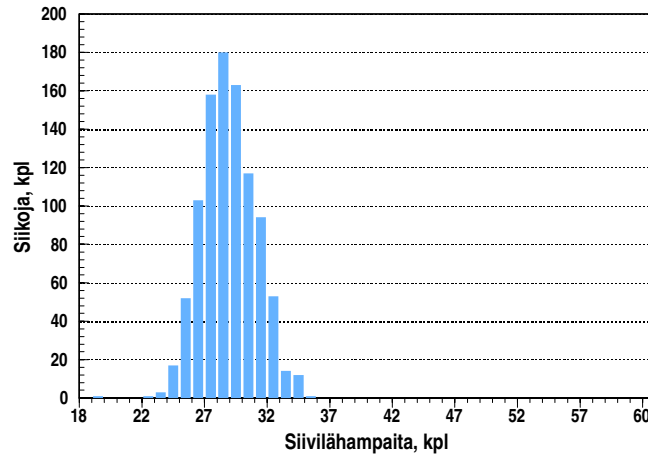
Ylä-Kemijoki

Ylä-Kemijoella on velvoitehoitajaksolla vähennetty siikaistutuksia voimakkaasti. Viimeisinä vuosina istutuksiin on käytetty lähes yksinomaan pohjasiikaa (kuva 7).



Kuva 7. Siikaistutukset Ylä-Kemijoelle vuosina 1983 – 2000.

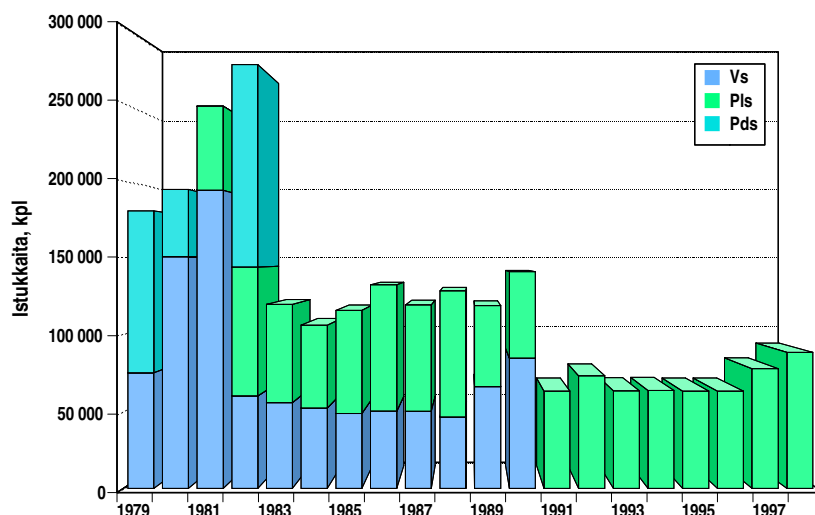
Pohjasiikaistutuksista huolimatta Ylä-Kemijoen siika on kalakantanäytteiden perusteella puhtaasti luonnonkutuista vaellussiikaa (kuva 8).



Kuva 8. Siikojen siivilähampaiden jakauma Ylä-Kemijoella vuosina 1996 – 1999.

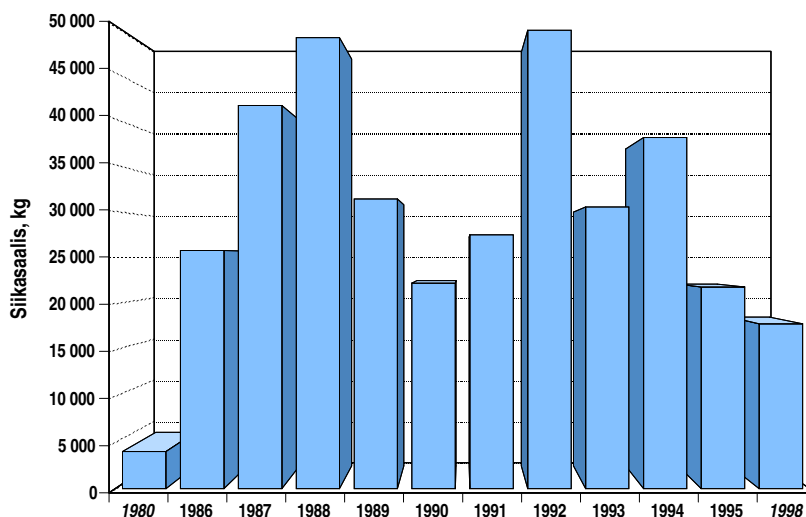
Ylä-Suolijärvi

Ylä-Suolijärvellä siian velvoiteistutukset puolitettiin tarkkailutuloksien perusteella 1991. Istutuksiin on käytetty viime vuosina ainoastaan planktonsiikaa (kuva 9).



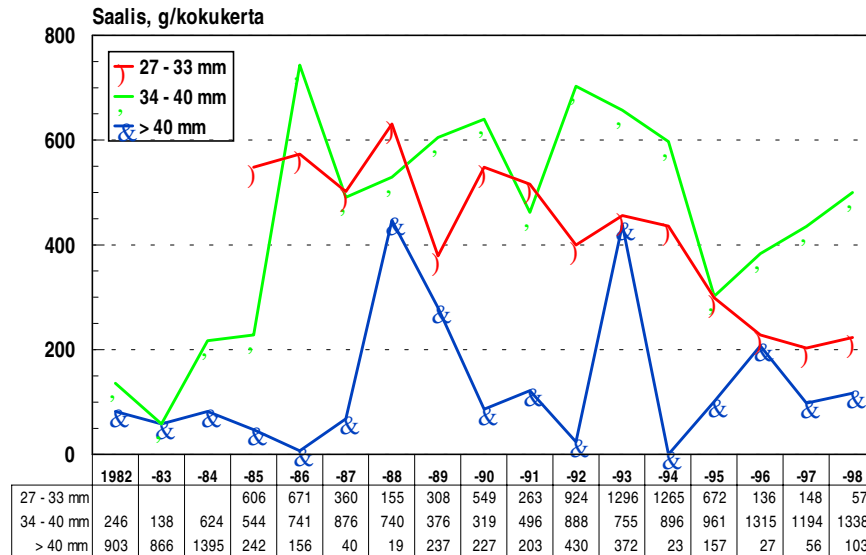
Kuva 9. Siikaistutukset Ylä-Suolijärvelle vuosina 1979 – 1998.

Kalastustiedustelujen mukaan Ylä- ja Ala-Suolijärven yhteenlaskettu siikasaalis on velvoitehoidon ansiosta moninkertaistunut. Korkeimmillaan siikasaalis oli 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alussa (kuva 10).



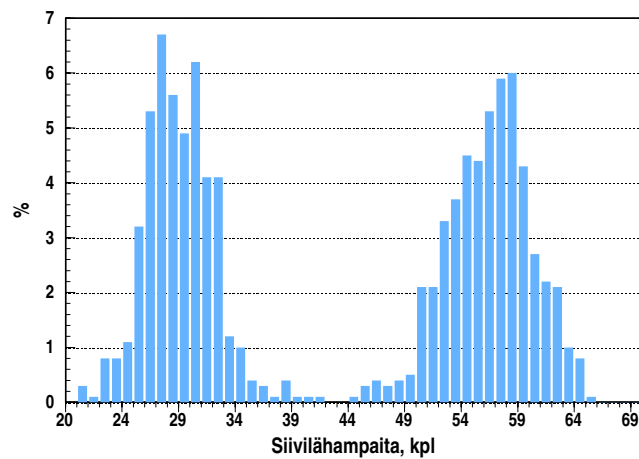
Kuva 10. Ylä- ja Ala-Suolijärvien yhteenlaskettu siikasaalis vuosina 1980, 1986-1995 ja 1998

Velvoitehoidon alkujaksolla olivat yksikkösaaliit esim. Ylä-Suolijärvellä verkkokalastuksessa alhaisia. Siikakannan osoittaututtua ylitteäksi sallittiin tiheiden verkkojen käyttö vuodesta 1985 alkaen. Siiankalastuksessa käytetyimpiä pyydyksiä ovat nykyisin solmuväliltään 34-40 mm:n verkot, tätä harvempien verkkojen käyttö on edelleen vähäistä.



Kuva 11. Siian yksikkösaalis eri verkkokalastuksessa Ylä-Suolijärvässä v. 1981 – 1998.

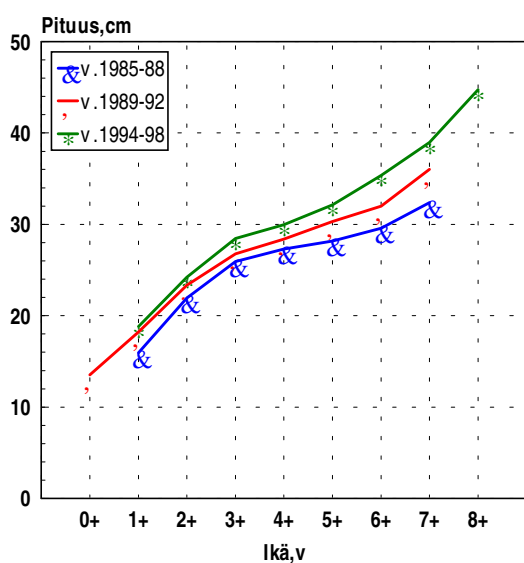
Ylä-Suolijärvässä tavataan suunnilleen tasanuhteessa kahta eri siikamuotoa, luonnonkutuista vaellussiikaa ja istutettua planktonsiikaa (kuva 12).



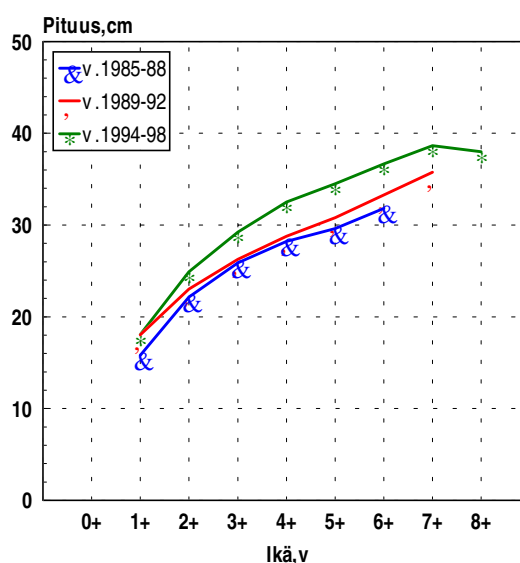
Kuva 12. Siikojen siivilähämmissajakauma Ylä-Suolijärvässä vuosina 1994 – 1998.

Sekä vaellus- että planktonsiikojen kasvunopeus on parantunut velvoitehoitojaksolla (kuva 13). Tämä on tapahtunut istutusten oikeamman mitoituksen ja tehostuneen kalastuksen ansioista.

Ylä-Suolijärvi vaellussiika



Ylä-Suolijärvi planktonsiika



Kuva 13. Vaellus- ja planktonsiikojen kasvu Ylä-Suolijärvässä.

Viitteet

RKTL 2000: Selvityspyyntö Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle koskien siiankalastuksen säätelyä. Dnro 309/401/2000.

Zitting-Huttula, T., Hiltunen, M. ja L. Partanen 1996: Iijoen merialueen kalakantojen velvoitehoidon tarkkailutulokset vuosina 1983-95. Voimalohi Oy.

Zitting-Huttula, T., L. Partanen ja M. Hiltunen 2000: Posion Suolijärvien kalakantojen velvoitehoidon tarkkailutulokset vuosina 1979-98. Voimalohi Oy.

Luonnonravintosiikojen vaellukset ja kalastus Pohjanlahdella

Erkki Jokikokko
RKTL/Simo

Pohjanlahden alueelle istutetaan vuosittain viidestä kymmeneen miljoonaan kesänvanhaa vaellussiian poikasta. Suuren osan tästä muodostaa Kemi- ja Iijoen siikavelvoite, mikä on Kemijoella 3,1 miljoonaa ja Iijoella 1,2 miljoonaa poikasta. Nämä velvoiteistutukset aloitettiin vuonna 1983, ja mm. vuonna 2000 kumpaankin jokisuuhun istutettiin yhteensä 5,06 miljoonaa kesänvanhaa poikasta. Kyseessä on siis kauan jatkunut kallis toimenpide. Vastaavia, joskin pienempiä velvoitteita on myös etelämpänä, mm. Kokkolan alueella. Laajamittaisista istutuksista huolimatta ei yksiselitteisesti tiedetä, mikä vaikutus istutuksilla on Pohjanlahden siikakantoihin ja mikä on luontaisen lisääntymisen osuus. Näiden asioiden selvittäminen on kuitenkin välttämätöntä istutusten merkitystä arvioitaessa.

Tämä on ollut aiemmin vaikeaa sopivan merkintämenetelmän puuttuessa. Amerikassa 1960-luvulla kehitetty ruiskuvärjäys on todettu useilla lohikaloilla sopivaksi massa-merkintämenetelmäksi, koska se mahdollistaa suurten kalamäärien merkinnän lyhyessä ajassa suhteellisen halvalla. Ruiskuvärjäystä on kokeiltu Suomessa siianpoikasille vuodesta 1993 alkaen. Merkin pysyvyys on riittävän hyvä usean vuoden seuranta-tutkimukseen, ja merkin etsintä onnistuu yksinkertaisin ja halvojen välinein. Koska tarve merialueen siikaistutusten selvittämiseen oli kova, ja merkintämenetelmä oli olemassa, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos aloitti kesänvanhojen vaellussiikojen laajamittaiset ruiskuvärjäykset vuonna 1995 Kokkolan alueella. Yhteensä vuosien 1995 ja 1996 aikana merkittiin tällä alueella noin 1,6 miljoonaa poikasta. RKTL ja Voimalohi Oy aloittivat Kemijokisuulla velvoiteistukkaiden merkinnät syksyllä 1996, ja niitä jatkettiin vuosina 1997 ja 1998. Kemijokisuulla merkittiin tällöin yhteensä 3,8 miljoonaa poikasta.

Sekä Kokkolan että Kemijoen merkinnöissä todettiin poikasten levittäytyvän nopeasti ympäröivälle merialueelle. Kokkolan alueella tehdyissä seurannoissa poikasten todettiin myös aloittavan syömisen heti istutusten jälkeen, joten istutus- ja merkintärasitus ei liene ollut haitallinen istukkaiden selviytymisen kannalta. Kokkolan alueen istukkaiden ei todettu lähteneen pohjoisen suuntaan, vaan ne kaikki levittäytyivät kohti etelää. Syksyllä 1995 merkittyjä istukkaita saatiin jo kesällä 1996 Merenkurkun eteläpuolelta, joskin varsinkin alkukesästä niitä oli vielä runsaasti istutuspaikan lähetyillä. Vuonna 1998 istukkaita löydettiin Saaristomereltä ja kesällä 2000 Ahvenanmaan ympäristöstä.

Vuonna 1996 ensimmäisiä Kemijokisuun istukkaita saatiin saaliiksi runsaan viikon kuluttua ensimmäisistä merkinnöistä Simon edustan merialueelta, eli ne olivat uineet parikymmentä kilometriä istutuspaikalta etelää kohden. Merkittyjä kaloja löydettiin myöhemmin talvella myös Ruotsin puolelta talvinuottasaaliista, joten Perämeren pohjukassa vaellus näyttäisi suuntautuvan sekä etelään että länteen. Poikasia saatiin kevä-talvella talvinuotasta Haukiputaan alueelta 50-60 km päästä istutuspaikalta. Ensimmäisenä kesänä istutuksen jälkeen kaukaisimmat niistä löydettiin Kalajoen korkeudelta, joskin alkukesästä poikasia oli vielä runsaasti lähellä istutusalueita. Merkittyjä yksilöitä löydettiin kahden vuoden kuluttua Selkämeren alueelta Merikarvialta. Myöhemmin vuosina merkityt poikaset ovat vaeltaneet jokseenkin samalla tavoin kuin vuoden 1996 istukkaat. Kaukaisimmat havainnot Kemijoella merkityistä poikasista on tehty Ahvenanmaalla.

Istukkaiden osuus meressä olevassa siikapopulaatiossa on keskeinen tieto arvioitaessa istutusten onnistumista ja luontaisen lisääntymisen osuutta. Kemijokisuuhun istutettujen merkittyjen poikasten osuudet Oulun pohjoispuolisella merialueella vaihtelivat istutusta seuraavana kesänä ao. vuosiluokan vaellussiioissa 7 ja 18 prosentin välillä (taulukko 1). Suuret vaihtelut luvuissa johtuvat siitä, millä menetelmällä vaellussiikojen ja karisiikojen osuudet saalisnäytteissä lasketaan. Laskelmat pohjautuvat pelkästään siikojen siivilähammasjakautumiin, koska näin pienillä kaloilla ei vielä voida käyttää hyväksi myös sukukypsyystietoa kuten aikuisilla yksilöillä. Kemijokisuun istukkaista värimerkittiin vuosina 1996, 1997 ja 1998 vastaavasti 43%, 53% ja 36%, joten näiden istukkaiden osuus tutkitussa kalamäärässä on puolet-2/3 suurempi kuin taulukossa 1 mainitut merkittyjen osuudet.

Taulukko 1. Värimerkittyjen 2-kesäisten vaellussiikojen osuus (%) kaikista samanikäisistä vaellussiioista Perämerellä Oulun pohjoispuolisella alueella. Osuudet on laskettu kahdella erilaisella siikojen siivilähammasjakautumiin pohjautuvalla menetelmällä.

1997	1998	1999	
8,5	8,1	6,8	Normaalijakautuman mukaan
16,7	12,3	17,7	Siivilähampaiden keskiarvon mukaan
31500	20500	16500	Tutkittu siikoja

Vuoden 1999 aikana ensimmäiset Kokkolan alueella merkityt kalat palasivat takaisin lähtöpaikoilleen, ja vuonna 2000 Kemijokisuun istukkaita ilmestyi Kemin edustan merialueelle ja jokisuuhun Isohaaran alle. Kyseessä olivat iältään viisikesäiset kalat, mikä edustavat kudulle tulevien siikojen joukossa vain pientä osaa. Siksi löydettyjen merkkikalojen määrä oli pieni. Kemin edustan merialueelta syys-lokakuussa pyydettyjä II- ja III-kokoluokan siikoja käytiin läpi paikallisessa kalatukussa 6580 yksilöä. Vuonna 1996 värimerkittyjä yksilöitä oli tässä määrässä 31 kpl eli 5,7% näytteessä olleista vuosiluokan 1996 vaellussiioista. Kemijoesta Isohaaran alapuolelta lipolla pyydettyistä sioista värimerkittyjen yksilöiden osuus vuosiluokan 1996 kaloista oli 5,6%. Merkittyjen lippokaloiden keskipituus (35,6 cm) oli jonkin verran pienempi kuin verkkokaloiden (37,8 cm).

Syksyn 2000 aikana pieniä määriä siikoja tutkittiin myös Iijoelta, mutta lipolla pyydetystä 224:stä III-luokan ja 124:stä II-luokan siiasta ei värimerkkejä löytynyt. Merkittyjä kaloja ei löytynyt runsaasta 500 Tornionjoen kesäsiasta eikä myöskään Ruotsin puolen rannikolta pyydetystä runsaasta 700 vaellussiasta. Kokkolan alueelle istutettujen siikojen todettiin nousseen istutuspaikkojen läheisyydessä sijaitseviin jokiin. Joitakin Kokkolan alueelle vuonna 1995 istutettuja siikoja löydettiin Hailuodon-Siikajoen alueelta, samoin Oulujoen suusta, joten eteläisen Perämeren istukkaita näyttäisi harhautuvan istutusseutuaan pohjoisemmas. Alustavien tulosten, lähinnä todettujen värikoodien perusteella, Kemijokisuun istukkaita ei ole saatu Pohjanmaan joista, joskin vasta siikojen ikämäärytykset vahvistavat havainnot lopullisesti. Värimerkintöjen perusteella voidaan todeta, että istutetut vaellussiianpoikaset näyttäisivät vaeltavan samoin kuin luonnossa syntyneet lajitoverinsa. Istukkaat palaavat pääosin istutuspaikoilleen, mikä on velvoitehoidon kannalta keskeinen tieto.

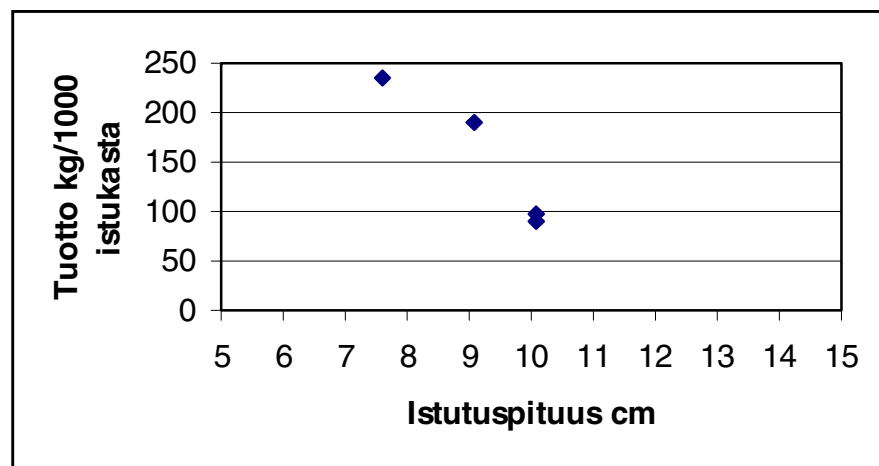
Luonnonravintosiian koon vaikutus istutustulokseen

Outi Heikinheimo
RKTL

Luonnossa kalanpoikasten koko on monessa mielessä merkittävä asia. Esimerkiksi petojen saalistuksen kohdistuminen poikasiin riippuu suuresti niiden koosta. Monet petokalalut kuten taimen suosivat pienikokoisia saaliskaloja (Niva 1999). Lentuassa ja Ontojärvessä valtaosa niin hauen kuin mateenkin mahoista löytyneistä kaloista oli alle 10 cm:n pituisia (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993). Pienikokoiset ja heikot poikaset ovat myös muulla tavoin alttiita kuolevuudelle, jota voivat aiheuttaa nälkiintyminen, epäsuotuisat ympäristöolosuhteet tai taudit. Pienet poikaset kestävät myös huomattavasti huonommin käsittelyä ja kuljetusta.

Kalojen luonnollinen kuolevuus johtuu suureksi osaksi petojen saalistuksesta. Näin ollen on ilmeistä, että luonnollisen kuolevuuden täytyy riippua kalan koosta siten, että pienempien kalojen kuolevuus on suurempi. Lehtimäen (1984) istutuskoe 7,2 - 10,8 cm:n pituisilla poikasilla osoitti tämän todeksi pienissä järvissä, joissa oli myös petokalalut. Isoimmista poikasista saatiin saaliiksi kahden vuoden kuluttua istutuksesta 7,5 % ja pienimmistä 0,4 %. Aiemmin myrkytetyssä petokalattomassa järvessä ero erikokoisten siianpoikasten kuolevuudessa oli sen sijaan vähäinen.

Riippuvuutta siianpoikasten istutuskoon ja istutuksen tuoton välillä ei ole havaittu kaikissa tapauksissa (Kuva 1, Salojärvi 1991). Syynä on ilmeisesti se, että useat eri tekijät vaikuttavat istutustulokseen, etenkin jos istutuksia eri kokoisilla poikasilla ei ole tehty samana vuonna, jolloin istutuskoon vaikutus voi peittyä muun vaihtelun alle. Salojärven istutuskokeessa poikasten pituus vaihteli 7,6 cm:stä 10,1 cm:iin, ja kaikkien pienimmät poikaset tuottivat eniten saalista.

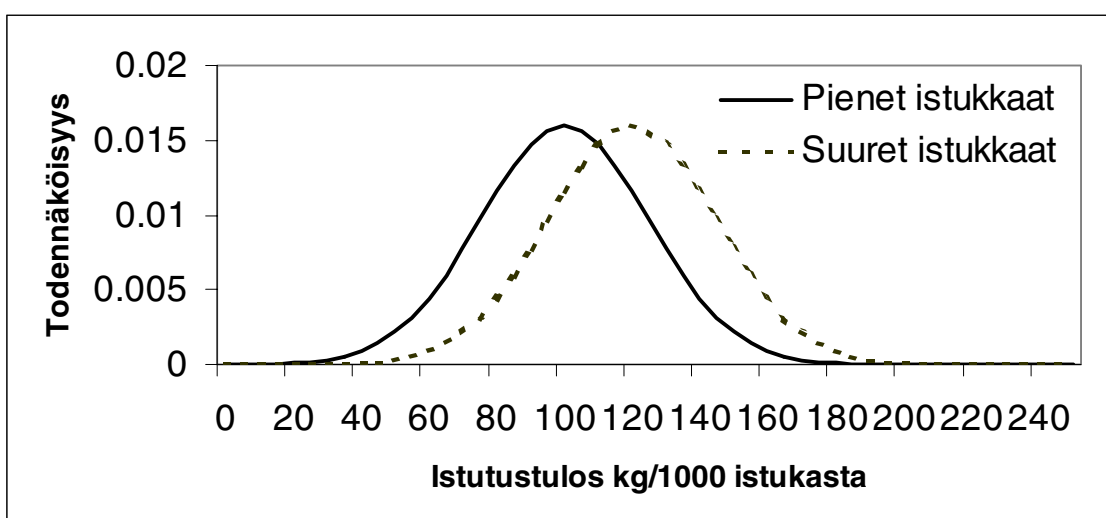


Kuva 1. Siian istutus pituuden ja istutustuloksen välillä ei ollut positiivista riippuvuutta Kallioinen-järvessä Salojärven (1991) mukaan. Istutukset tehtiin eri vuosina.

Tärkeimpiä istutustulokseen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila, siikapopulaation tiheys, muikun tiheys ja muu kalayhteisö. Petojen vaikutus riippuu tilanteesta. Sisävesissä on havaittu, että runsas petokanta voi vaikuttaa positiivisesti sellaisissa tapauksissa, missä siikakanta on tiheä, ja istukkaiden harventaminen parantaa siikojen kasvua

(Salojärvi ja Ekholm 1990). Kalastuksella on suuri merkitys. Ilman kalastusta ei istutuksesta saada tulosta, mutta toisaalta voimakas kalastus voi pienentää tuottoa etenkin silloin, kun se kohdistuu keskenkasvuisiin kaloihin.

Kuvassa 2 esitetty teoreettinen tilanne lienee periaatteeltaan varsin lähellä todellisuutta. Vaikka istutuspituus vaikuttaa istutuksen tuottoon, ero on vähäinen verrattuna muista tekijöistä aiheutuvaan vaihteluun. Jakaumat ovat suureksi osaksi päällekkäisiä. Tästä seuraa, että muutamalta vuodelta saadut istutustulokset eivät välttämättä osoita lainkaan istutuskoon vaikutusta, vaan on täysin mahdollista, että suurilla poikasilla saadaankin huonompi tulos kuin pienillä poikasilla. Ainoa mahdollisuus tutkia istutuskoon vaikutusta esimerkiksi Pohjanlahdella on vakioida olosuhteet mahdollisimman hyvin eli istuttaa erikokoisia merkittyjä poikasia samanaikaisesti ja samaan paikkaan, kuten Lehtimäen (1984) kokeessa tehtiin. Myöskään kuljetuksessa ja muussa käsittelyssä ei saisi olla eroja.



Kuva 2. Oletetaan, että istutuspituus vaikuttaisi istutustulokseen siten, että pienet poikaset tuottaisivat keskimäärin 100 kg/1000 istukasta, ja suuremmat poikaset 120 kg/1000 istukasta. Hajonta olisi kummassakin tapauksessa ± 25 kg. Jakaumat olisivat tällöin suureksi osaksi päällekkäisiä.

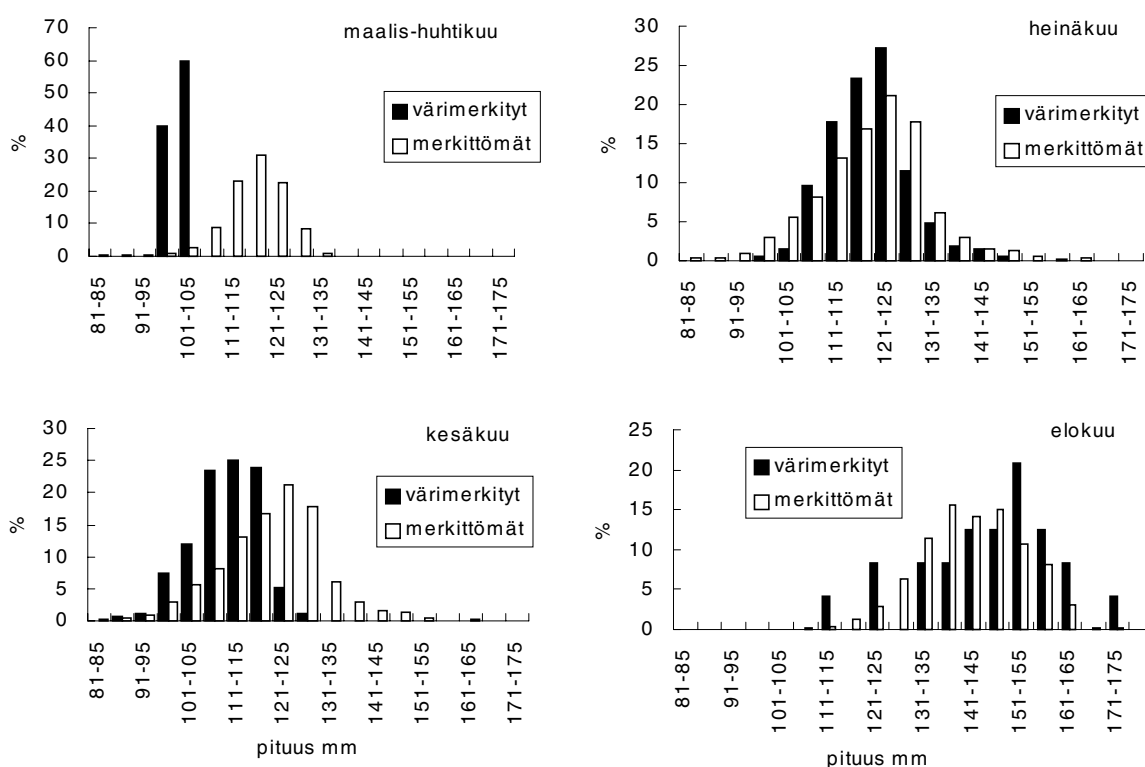
Pohjanlahdella tehdyistä siian värimerkinnöistä on saatu jo alustavia tuloksia, mutta lopullisia lukuja istutuserien tuotosta joudutaan vielä odottamaan muutama vuosi. Keskustelua on herättänyt velvoiteistukkaiden pienempi koko verrattuna luonnonpoikasiin. Mistä se johtuu ja mikä on sen vaikutus? Jokikokon ym. uusimmat tulokset värimerkinnöistä (kuva 3, julkaisematon aineisto) osoittavat, että yksivuotiaina istukkaat ovat todellakin aluksi pienempiä kuin luonnossa syntyneet ikätoverinsa. Ero alkaa kuitenkin tasoittua seuraavana kesänä. Elokuussa 1+ -vuotiaina ei eroa enää näy. Selityksenä ei todennäköisesti ole istukkaiden nopeampi kasvu, vaan hidaskasvuisten istukkaiden suurempi kuolevuus ensimmäisen kesän aikana. Silloin poikasten pitäisi kyetä aloittamaan tehokas ravinnonotto, ja samalla ne joutuvat alttiiksi petojen saalistukselle. Luonnonpoikaset ovat olleet luonnonvalinnan vaikutuksen alaisina jo varhaisemmassa vaiheessa 0-vuotiaina, joten nopeakasvuisemmat ovat selvinneet hengissä syksyyn asti. Luonnonravintolammikon suojaisissa olosuhteissa kasvatetuilla poikasilla ei samanlaista karsintaa ole tapahtunut. Näin ollen istutettujen ja luonnonpoikasten koeroen taustalla saattaa olla itse asiassa eri tavalla ajoittunut kuolevuus.

Tulosten perusteella ei saatu näyttöä oletukselle, että istutuskooltaan pienimmät poikaset olisivat selvinneet huonommin kuin muut. Näin olisi, jos istukkaiden kasvunopeus riippuisi istutuskoolta. Myös Lehtimäen (1984) mukaan erikokoisina istutettujen poikasten kokoerot tasoittuivat koejärvissä.

Mikä olisi velvoiteistutuspoikasen optimaalinen koko? Biologiselta kannalta katsottuna istutustulos tuhatta istukasta kohden on todennäköisesti keskimäärin sitä suurempi, mitä suurempina poikaset on istutettu. Mitä pienempiä poikasia istutetaan, sitä suurempi on tuloksen epävarmuus. Velvoiteistutuksissa yleensä käytetyillä keskimäärin 8-10 cm:n poikasilla erot lienevät kuitenkin pieniä. On myös otettava huomioon kasvatusolosuhteiden asettamat rajoitukset. Istukkaiden kasvatus ei saisi olla suhteettoman kallista. Istutuskoon vaikutusta kokeellisesti tutkimalla olisi ehkä määriteltävissä jokin alaraja, jota pienemmillä poikasilla istutustulos huononee huomattavasti tai tuloksen epävarmuus kasvaa liian suureksi. Tällainen kynnyisarvo voitaisiin asettaa velvoiteistukkaiden minimikooksi.

Vastakuoriutuneiden poikasten istutuksilla on saatu vaihtelevia tuloksia, esimerkkinä 0,15 kg/1000 istukasta (Kiantajärvi) ja 15 kg/1000 istukasta (peledsiika, Lokan tekoallas). Parhaiten tällaiset istutukset ovat onnistuneet järvissä, joissa ei ennen istutusta ole ollut omia siikakantoja (Salojärvi 1992). Näissäkin tapauksissa istutukset ovat toisinaan olleet täysin tuloksettomia. Velvoiteistutuksiin vastakuoriutuneet poikaset eivät sovellu juuri tuloksen epävarmuuden vuoksi. Velvoitteiden tarkoituksena on kompensoida saalismenetyksiä, joten istutusten tulisi tuottaa suhteellisen tasaisesti saalista.

Johtopäätöksenä siian istutuskoon vaikutuksesta voidaan sanoa, että pienillä tai hidaskasvuisilla poikasilla kuolevuus on suurempaa ja kuolevuuden vaihtelu laajempaa. Istutuskoon vaikutuksen todistaminen tieteellisesti on vaikeaa ja vaatii huolellisesti suunnitellun koejärjestelyn. Istutustulokseen vaikuttavat monet muutkin tekijät, joiden merkitys on todennäköisesti paljon suurempi. Esimerkiksi Pohjanlahdella kalastus lienee nykyään ratkaisevin tekijä siian istutustuloksen määräytymisessä.



Kuva 3. Värimerkittyjen ja merkittömien siianpoikasten pituusjakaumat keväen ja kesän aikana yhden vuoden ikäisinä (Jokikokko ym., julkaisematon aineisto).

Kirjallisuus

- Korhonen, P. & Heikinheimo-Schmid, O. 1993. Suurten petokalojen ravinto Ontojärvessä ja Lentuassa ja ravinnonkulutuksen arviointi. Helsinki. RKTL, Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 70. 52 s.
- Lehtimäki, V. 1984. Siikaistukkaiden koon vaikutuksesta istutuksen onnistumiseen. Suomen Kalastuslehti 91 (6), s. 168-171.
- Niva, T. 1999. Ecology of stocked brown trout in boreal lakes. Biological Research Reports from the University of Jyväskylä 75. 26 p.
- Salojärvi, K. 1991. Compensation in a whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) population maintained by stocking in Lake Kallioinen, northern Finland. Finnish Fish. Res. 12, p. 65-76.
- Salojärvi, K. 1992. Suosituksia sisävesien siikaistutuksista. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja B. 32 s.
- Salojärvi, K. & Ekholm, P. 1990. Predicting the efficiency of whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) stocking from pre-stocking catch statistics. In: van Densen, W.L.T., Steinmetz, B. & Hughes, R.H. (Eds.): Management of freshwater fisheries. Wageningen, PUDOC. p. 112-126.

Luonnonravintoistukaslaadun tavoitteet

Olli Tuunainen
TE-keskus/Kalatalousyksikkö

Tarkastelen tätä asiaa hieman enemmän kalastusviranomaisen näkökulmasta velvoiteasioissa kuin pelkän ”ostajan” laatuvaatimuksina. Tosin nämä asiat ovat pitkälti yhteneväisiä, sillä kalatalousmaksujen puitteissa TE-keskusten kalatalousyksiköt toimivat myös merkittävänä luonnonravintopoikasten ostajina. Kuitenkin suuret panostukset liikkuvat rakennettujen vaelluskalajokien siikavelvoitteissa (vaellussiika ja sisävesisiikat) sekä suurten säännöstelyjärvien velvoiteistutuksissa (Inarijärvi, Kemijärvi jne.) Tässä alustuksessa lienee hyvä tarkastella myös kuhaa siian rinnalla, koska kuhaistukkaiden käyttö on merkittävästi kasvamassa.

Kannat ja laatutekijät

Sanan ”istukaslaatu” puitteisiin voi asettaa monenlaisia pituuteen, painoon, fysiologiseen tilaan, alkuperään, tautivapauteen yms. liittyviä määreitä. Näitä voisi listata helposti 10-20 kpl, mutta tutkimustulokset ja taloudelliset seikat rajaavat määreet muutamaan keskeiseen. Erityisesti pitää huomioida se, että kalatalousviranomaisen ei ole lähdössä vaatimaan 1-kes. siialle tai kuhalle sellaisia laatumääreitä kuin ehkä on tulos- ja 2-3-v lohi- tai meritaimenistukkaille.

Vesioikeuksien päätöksissä on ollut 1970-luvun alkupuolelta lähtien ehtoja 1-kes. siian vähimmäis-/keskipituudesta. Istukkaan painoa tai pituus/painosuhdetta ei ole haettu lupaehtoihin kalatalousviranomaisen toimesta. Sen sijaan istutettaviin kantoihin on otettu vaatimuksia tai kantatilannettakin on tarkastettu laveammin (vaellussiika / sisävesisiika / pohjasiika). Lupaehdoissa voidaan määrätä jätevesiasiansa tietyt raja-arvot erinlaisille vesistökuormituksille. Määreitä voi olla varsin paljon. Kalatalousvelvoitteissa (1-kes. istukkaat) tilanne on toinen. Voimme mennä nykyistä pidemmälle kuin pelkästään vähimmäispituus / keskipituus – vaatimus. Pituusvaatimukseen lisätty kuntokerroinvaatimus olisi askel eteenpäin laatuvaatimuksena. Toisaalta voisi olla kuntokerroin määräävänä tekijänä ja pituus/paino toisena istukkaan laatua määräävänä tekijänä.

On kuitenkin todennäköistä, ettei kalatalousviranomaisen lähde vaatimaan erilaisia verestä, maksasta, rasvasta tms. sellaisesta tehtäviä analyysejä tietyillä raja-arvoilla liitettäväksi lupamääräyksiin kuten jätevesiluvissa. Siinä olisimme ns. seitsemän sylen vesillä, koska vakiintunutta käytäntöä ei ole ja koska hoidon tehon tulostavoitteen muutoksen osoittamiseksi ei ole käytettävissä pitkän aikasarjan antamia luotettavia tuloksia. Vielä hankalampi tilanne on 1-kes. kuhaistukkaan kohdalla. On käytettävissä tutkimustuloksia, että tiettyä pituutta pienemmät istukkaat antavat heikkoa tulosta. Tässä ollaan kuitenkin samassa alkutilanteessa, mikä oli siikakeskustelussa jo 1980-luvulla. Tuolloin kalatalousviranomaisen (maa- ja metsätalousministeriö) totesi n. 8 cm vähimmäispituuden kohtuulliseksi vaatimukseksi velvoitesiiikaistukkaiden käytössä.

Lammikon manipulointi ja laatutekijät

Luonnonravintotuotannon lähtökohdat olivat aluksi siinä, että ”luonto tuottaa minkä tuottaa” eli 1-kes. luomuistukkaat. Tämä näkemys oli selkeä mm. kalataloussäätiön lammikoiden hoidossa Iijoella 1960-luvulla. 1970-luvulla alettiin huomata, että lam-

mikot köyhtyvät jatkuvassa täyttö- tyhjennysrytmissä. Lannoitus alkoi orastaa monen tuottajan mielessä. Jokainen lammikko on kuitenkin oma yksikkönsä ja lammikon hoitaja tuntee yksikkönsä. Myös vesiviranomaiset sanoivat oman sanansa tuotannon manipulointiin, esim. lannoitukseen. Tilanne on se, että lammikoitten käyttö jatkuu vuosikymmeniä ja kalatalousviranomaisen tulee valvomaan istukkaiden määrää ja laatua.

Lopuksi

Nykyisessä näköpiirissä on se, että 1-kes. (2-kes.) luonnonravintoistukkaiden määrät eivät tule kasvamaan ehkä päinvastoin. Toisaalta on arvioitavissa, että uusia kala- ja rapulajeja tullaan ottamaan myös velvoiteistutusten piiriin. Istukkaan laadun korkea tavoite on selvyys, mutta ne kriteerit, jotka voidaan asettaa ja joita voidaan valvoa kalatalousviranomaisen toimesta, ovat melko yleisellä tasolla ja rajalliset. On syytä edetä rauhallisesti ja harkitusti tässä asiassa. Velvoitehoito ja kalavesien hoito yleensäkin on pitkäjänteistä toimintaa.

VEDEN SATOA 2001

XXV Vesiviljelypäivät

Kemin kaupungin kulttuurikeskus

20.-21.03.2001

OHJELMA

SISÄINEN KOULUTUS

Tiistai 20.03.2001

09:30 – 10:30 Ilmoittautuminen ja majoittuminen

10:30 – 11:00 Vesiviljelyn uudistettu strategia
Vesiviljelyjohtaja Kai Westman

11:00 – 11:30 Taimen- ja harjusemokalastojen monimuotoisuus, mitä mikrosatelliitit kertovat tilanteestamme
Tutkija Jorma Piironen

11:30 – 12:00 Tuotehinnaston soveltaminen
Laitosjohtaja Pentti Pasanen

VEDEN SATOA 2001

XXV Vesiviljelypäivät

Kemin kaupungin kulttuurikeskus

20.-21.03.2001

OHJELMA

Tiistai 20.03.2001

11:00 – 13:00 *Ilmoittautuminen, majoittuminen ja lounas*

Avauspuheenvuoro

13:00 – 13:20 XXV vesiviljelypäivien avaus
Ylijohtaja Kare Turtiainen, RKTL

Luonnonravintolammikko tuotantoympäristönä, puheenjohtaja Unto Eskelinen

13:20 – 14:10 Kalkitsemisen ja lannoittamisen vaihtoehdot
Laatu- ja kehityspäällikkö Heikki Hero, Kemira Agro Oy

14:10 – 14:30 Tuotantomäärät ja vaihteluiden syyt RKTL:n Inarin lammikoilla
Laitosjohtaja Petri Heinimaa, RKTL

14:30 – 15:00 Luonnonravintolammikon tuotannon säätely
Tuotantopäällikkö Tapio Lovikka, Voimalohi Oy

15:00 – 15:30 *Kahvi*

15:30 – 16:00 Luonnonravintoviljelyn vaikutukset alapuoliseen vesistöön
Laitosjohtaja Petri Heinimaa, RKTL

16:00 – 16:30 Viranomaisen näkökulma luonnonravintoviljelyn kuormitukseen
Ympäristöneuvos Urpo Myllymaa, Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto

16:30 – 17:00 Keskustelu aiheesta luonnonravintolammikon tuotannon säätely

19:00 *Kemin kaupungin vastaanotto taidemuseossa*

Keskiviikko 21.03.2001

Viljelymateriaalin alkuperä, puheenjohtaja Markku Pursiainen

- 08.30 – 8:50 Mädituotannon riskit
Laitosjohtaja Pentti Pasanen, RKTL
- 08:50 – 9:10 Luonnon- ja laitosmädistä syntyneiden poikasten selviytyminen luonnonravintolammikossa
Tutkija Kari Nyberg, Helsingin yliopisto, limnologian ja ympäristönsuojelun laitos
- 09:10 – 10:00 Eroavatko siikakannat toisistaan?
Tutkija Teija Aho, Upsalan yliopisto
- 10:00 – 10:30 *Kahvi*

Vaihtoehtoiset menettelytavat ja lajit, puheenjohtaja Petri Heinimaa

- 10:30 – 10:50 Vastakuoriutuneiden siianpoikasten käyttökokemukset Keski-Pohjanmaan rannikolla
Toiminnanjohtaja Jukka Pirttijärvi, Pohjanmaan Kalastajaseurojen Liitto
- 10:50 – 11:10 Kesän vanhojen ja vastakuoriutuneiden siianpoikasten käyttökokemukset Oulujokisuussa
Kalastusmestari Kari Hanski, Oulun kaupunki
- 11:10 – 11:40 Kesän vanhan kuhanpoikasen koon vaikutus istutustulokseen
Tutkija Jukka Ruuhijärvi, RKTL
- 11:40 – 12:40 *Lounas*

Luonnonravintopoikasten laatu ja istutustulokset, puheenjohtaja Pentti Pasanen

- 12:40 – 13:00 Luonnonravintosiian ravitsemustilan muutokset viljelyn eri vaiheissa
Tutkija Marja Pasternack, Helsingin yliopisto
- 13:00 – 13:30 Luonnonravintopoikasten merkitys Pohjois-Lapin säännösteltyjen järviältaiden kalanhoidossa
Tutkijat Erno Salonen ja Ahti Mutenia, RKTL
- 13:30 – 14:00 Luonnonravintopoikasistutusten tuloksia Kemi- ja Iijoilla sekä Perämerellä
Ympäristöasiantuntija Erkki Huttula, Kemijoki Oy
- 14:00 – 14:30 *Kahvi*
- 14:30 – 15:00 Luonnonravintosiikojen vaellukset ja kalastus Pohjanlahdella
Tutkija Erkki Jokikokko, RKTL
- 15:00 – 15:30 Luonnonravintosiian koon vaikutus istutustulokseen
Tutkija Outi Heikinheimo, RKTL
- 15:30 – 15:50 Luonnonravintoistukaslaadun tavoitteet
Kalatalousjohtaja Olli Tuunainen, Lapin TE-keskus
- 15:50 – 16:15 Päätöskeskustelu

XXV vesiviljelypäiville ilmoittautuneet

Aapajärvi Reijo	Lautiosaaren jako- ja kalastusk.
Abbors Tom	Uudenmaan TE-keskus
Aho Teija	Uppsala University
Ahonen Markku	Inarin kunta
Alm Jouni	Kala- ja Urheilupalvelu Jouni Alm
Aniranta Veikko	Laatua lammikoista -hanke
Arkko Pasi	RKTL, Saimaa
Arttijeff-Kuosmanen Leena	RKTL, Sarmijärvi
Autio Jaakko	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto
Autti Jyrki	Voimalohi Oy
Eskelinen Unto	RKTL, Laukaa
Gavrilov Markku	RKTL, Tervo
Guttorm Marja	RKTL, Inari
Haataja Raini	RKTL, Inari
Hanski Kari	Oulun kaupunki
Heikinheimo Outi	RKTL, Helsinki
Heikinheimo Pekka	Vaarakosken Kala Oy
Heikkilä Teuvo	Rajalohi Ky
Heinimaa Petri	RKTL, Inari
Heinonen Eero	RKTL, Inari
Hero Heikki	Kemira Agro Oy
Hiltunen Matti	Voimalohi Oy
Hirvonen Heikki	Helsingin Yliopisto/pop.biol.os.
Hokki Rauno	RKTL, Taivalkoski
Honkanen Veijo	Keski-Suomen Maaseutukeskus
Huttula Erkki	Kemijoki Oy
Hyrkäs Matti	Hyrkäs-Maikka Oy
Hyvönen Markku	RKTL, Kainuu
Härkönen Riku	Perämeren kalastusalue
Härmä Kari	Voimalohi Oy
Iivari Hanna	RKTL, Inari
Iivari Juha	RKTL, Muonio
Ijäs Osmo	Oulun kaupunki
Ikonen Risto	Laatua lammikoista -hanke
Janhonen Ilkka	L-S Laatukala
Jauhola Antti	Perämeren kalastusalue
Joensuu Olavi	Metsähallitus
Jokikokko Erkki	RKTL, Perämeri
Jokilahti Mikko	Jyväskylän yliopisto
Jokivirta Jani	Keski-Suomen kalatalouskeskus
Juhola Seppo	Vilkkilän Lohi Oy
Juntunen Arto	RKTL, Kainuu
Juntunen Esa-Pekka	RKTL, Lautiosaari
Juola Markku	Voimalohi Oy
Jäntti Risto	Metsähallitus
Jäppinen Enne-Liisa	RKTL, Laukaa

Jäppinen Raimo	RKTL, Laukaa
Järvinen Olli	Tempaan Kala Oy
Kaisla Matti	RKTL, Helsinki
Kannel Risto	RKTL, Kainuu
Karjalainen Matti	RKTL, Taivalkoski
Kenttämää Mauno	Kemin Kirkonkylän kalastuskunta
Kilpinen Kari	Kalatalouden keskusliitto
Kolari Ismo	Pirkanmaan kalatalouskeskus
Komulainen Teppo	RKTL, Perämeri
Korhonen Toivo	Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus
Korvonen Pasi	Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti
Koski Perttu	EELA, Oulu
Kosunen Kari	Pohjois-Savon TE-keskus
Kummu Pekka	RKTL, Helsinki
Kurkela Olli	Pohjanmaan Kalastajaseurojen Liitto
Kuronen Tapio	Laatua lammikoista -hanke
Kurtti Jukka	RKTL, Kuusamo
Kurtti Tuula	RKTL, Kuusamo
Käkelä Asko	Tunturisiika Oy
Käkelä Esko	Tunturisiika Oy
Laaksonen Tapio	RKTL, Kainuu
Lehtiniemi Voitto	Voimalohi Oy
Lehtonen Erkki	Laatua lammikoista -hanke
Leitilä Erkki	Voimalohi Oy
Lerche Olle	Suomen kalatalous- ja ympäristöinstituutti
Leskelä Ari	RKTL, Merenkurkku
Leskinen Heikki	RKTL, Perämeri
Leskinen Jari	Lapin TE-keskus
Liedes Risto	Voimalohi Oy
Liikamaa Veijo	RKTL, Tornionjoki
Liikanen Jukka	Laatua lammikoista -hanke
Liikanen Kalle	Sileäkala Ky
Lindfors Torolf	Enviro Botnia
Linna Veikko	RKTL, Saimaa
Liukkonen Mikko	Suomen Kalamiesten Keskusliitto
Liukkonen Pekka	Laatua lammikoista -hanke
Louhimo Jarmo	RKTL, Laukaa
Lovikka Tapio	Voimalohi Oy
Luhta Pirkko-Liisa	Metsähallitus
Makkonen Jarmo	RKTL, Saimaa
Manni Kimmo	RKTL, Saimaa
Manninen Kati	RKTL, Helsinki
Matinlassi Timo	Simon Kalastusmatkat Oy
Meronen Timo	Keski-Suomen kalatalouskeskus
Muikku Tero	Kuopion yliopisto
Munne Pentti	Maa- ja metsätalousministeriö
Mustamäki Veikko	Laatua lammikoista -hanke
Mustonen Seppo	RKTL, Kuusamo

Mustonen Sisko	RKTL, Kuusamo
Mutenia Ahti	RKTL, Inari
Myllymaa Urpo	Pohjois-Suomen ympäristölupavirasto
Mäkynen Jouko	Perämeren kalastusalue
Männikkö Olavi	T:mi Olavi Männikkö
Määttä Raimo	RKTL, Kuusamo
Määttä Rainer	RKTL, Muonio
Määttä Ulla	RKTL, Kuusamo
Määttä Vesa	RKTL, Taivalkoski
Naarminen Matti	RKTL, Helsinki
Nevala Ollipekka	RKTL, Muonio
Niiranen Oiva	Laatua lammikoista -hanke
Niva Teuvo	RKTL, Oulu
Nyberg Kari	Helsingin Yliopisto
Pakkanen Voitto	Ruunaan kalastusalue
Partanen Leo	Voimalohi Oy
Parviainen Raimo	RKTL, Sarmijärvi
Pasanen Lauri	Lautiosaaren jako- ja kalastusk.
Pasanen Pentti	RKTL, Taivalkoski
Pasi Anttila	EELA, Oulu
Patja Ari-Pekka	Laatua lammikoista -hanke
Patja Arvo	Laatua lammikoista -hanke
Pelkonen Jari	Hämeen TE-keskus
Peltola Jarmo	Varsinais-Suomen TE-keskus
Peuhkuri Nina	Helsingin yliopisto
Piironen Jorma	RKTL, Saimaa
Pirinen Keijo	RKTL, Saimaa
Pirttijärvi Jukka	Pohjanmaan Kalastajaseurojen Liitto
Posti Mauno	Perämeren kalastusalue
Pukkila Heimo	RKTL, Inari
Pukkila Kari	RKTL, Inari
Pulkkinen Kari	RKTL, Tornionjoki
Puro Juha	Lautiosaaren jako- ja kalastusk.
Pursiainen Markku	RKTL, Saimaa
Puttonen Tapio	Siikasumppu Ay
Pylväs Mika	Voimalohi Oy
Pöntinen Taija	RKTL, Helsinki
Rantanen Viljo	Laatua lammikoista -hanke
Rantapörhölä Hannu	Kemin Kirkonkylän kalastuskunta
Rauhala Timo	RKTL, Sarmijärvi
Roikonen Tapio	Laatua lammikoista -hanke
Ruuhijärvi Jukka	RKTL, Evo
Rytilahti Juhani	RKTL, Lautiosaari
Saari Reijo	Kemijoki Oy
Salonen Erno	RKTL, Inari
Savikko Ari	RKTL, Tornionjoki
Selin Ari	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
Seppänen Markku	Metsähallitus

Setälä Marja-Leena
Simola Hilikka
Sotisaari Juhani
Suuronen Arvo
Suuronen Petri
Säkkinen Erkki
Särkijärvi Esko
Tikkala Arvo
Toikkanen Yrjö
Toivonen Aarne
Tolonen Risto
Torssonen Mikko
Torvinen Kalle
Tuikkala Alpo
Tulla Samuli
Tulokas Jussi
Tuohino Jukka
Turtiainen Kare
Tuunainen Olli
Wennman Kim
Westman Kai
Vikström Risto
Virkkunen Asko
Vääräniemi Pekka
Ylitalo Antti

Vilkkilän Lohi Oy
RKTL, Taivalkoski
Kemin Kirkonkylän kalastuskunta
Laatua lammikoista -hanke
RKTL, Helsinki
RKTL, Taivalkoski
RKTL, Muonio
Voimalohi Oy
Toikkasen Kala Oy
RKTL, Kainuu
Länsi-Lapin ammatti-instituutti/kalatalous
Oulun maaseutukeskus
Kainuun TE-keskus
Keski-Perämeren kalastusalue
Siikasumppu Ay
Fortum Service Oy
Länsi-Lapin ympäristökeskus
RKTL, Helsinki
Lapin TE-keskus
Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus
RKTL, Helsinki
Länsi-Lapin ympäristökeskus
RKTL, Taivalkoski
Pekka Vääräniemi Oy
Kainuun TE-keskus