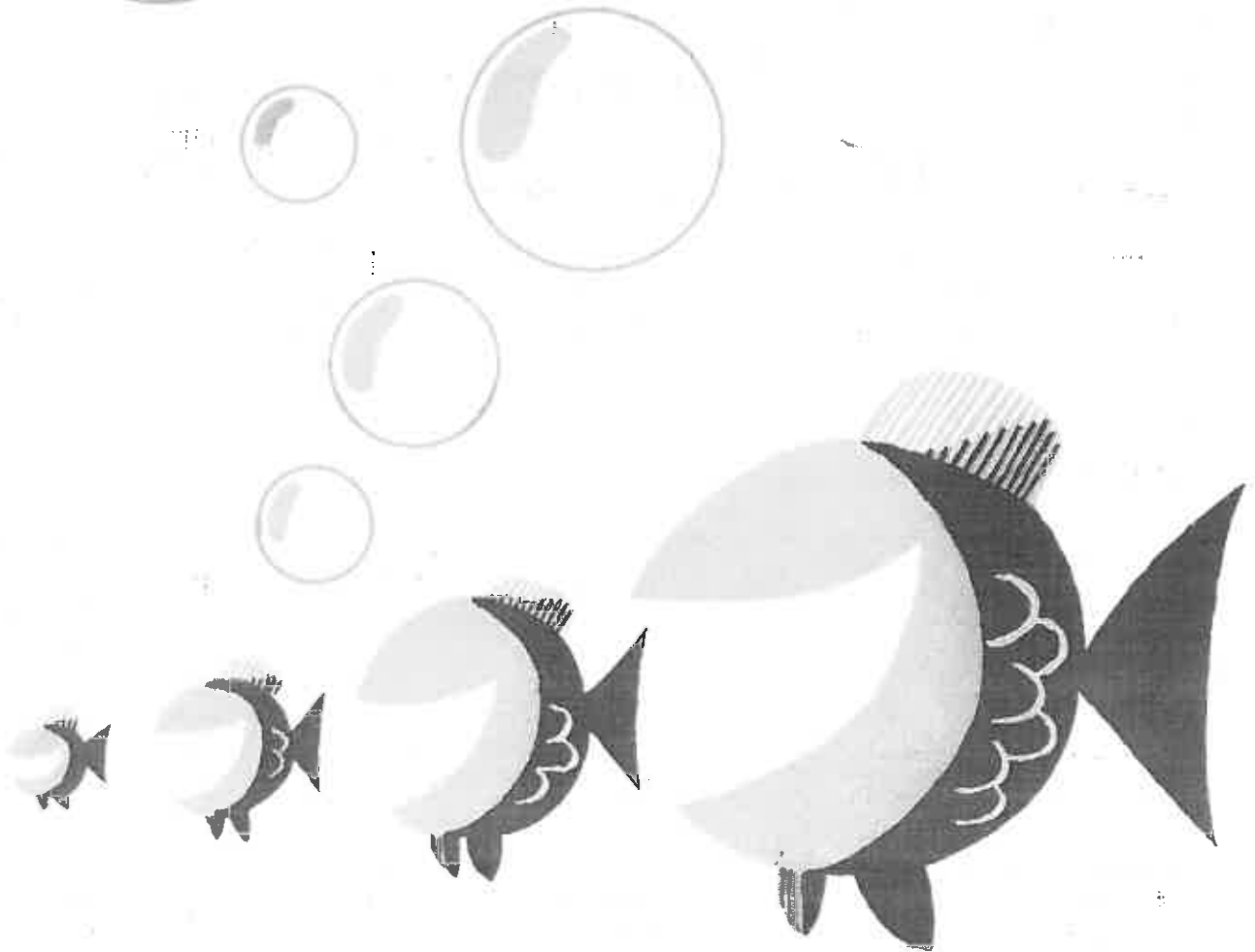


RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS  
KALANTUTKIMUSOSASTO



# MONISTETTUJA JULKAISUJA

98  
1989





RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS  
KALANTUTKIMUSOSASTO

# MONISTETTUA JULKAISUJA

Vastaava toimittaja: Eero Aro

Toimittajat: Outi Heikinheimo-Schmid, Mikael Hildén, Marja-Liisa Koljonen, Finn Löf, Eija Nylander, Riitta Rahkonen, Petri Suuronen, Lauri Urho ja Aune Viher-  
vuori

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen.

Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston kirjastolle, PL 202, 00151 Helsinki.

Monistettuja julkaisuja on jatkoa sarjalle: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Kalantutkimusosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" ja "Meddelanden".

Ansvarig redaktör: Eero Aro

Redaktörer: Outi Heikinheimo-Schmid, Mikael Hildén, Marja-Liisa Koljonen, Finn Löf, Eija Nylander, Riitta Rahkonen, Petri Suuronen, Lauri Urho ja Aune Viher-  
vuori

Publikationens distribuering fastställles skilt för varje nummer.

Förfrågningar angående tidskriften riktas till bibliotekarien, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsavdelningen, PB 202, 00151 Helsingfors.

Tidskriften är fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Övriga publikationsserier från fiskeriforskningsavdelningen är "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" och "Meddelanden".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS, KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

No 98

1989

VALTION KALANVILJELYN VIII NEUVOTTELUPÄIVÄT  
10.-12.4.1984 LAMMI

TOIMITTANUT AUNE VIHERVUORI

HELSINKI 1989

ISBN 951-8914-31-1  
ISSN 0358-4623  
HELSINKI 1989  
YLIOPISTOPAINO

VALTION KALANVILJELYN VIII NEUVOTTELUPÄIVÄT  
10.-12.4.1984 Lammi

---

toimittanut Aune Vihervuori

Avauspuheenvuoro.....	1
P. TUUNAINEN	
Viranomaisen puheenvuoro.....	4
M. ARO	
Automaattisen tietojenkäsittelyn käyttömahdollisuudet kalanviljelyssä.....	8
U. ESKELINEN	
Kalanviljelyväen jatkokoulutus.....	18
A. MÄNTYRANTA	
Lohen luonnon- ja laitostuntojen hoidon ja suojelun yhteensovittaminen - esimerkkinä Tornionjoen ja Kemijokisuun lohikannat.....	21
I. KALLIO	
Lohikalalajien emokalastojen taustasta valtion kalan- viljelylaitoksilla.....	28
I. KALLIO	
Perinnöllisen erilaistumisen merkitys kalakantojen hoidon kannalta.....	43
M-L. KOLJONEN	
Maidin pakastaminen perintöaineksen säilyttämiseksi..	46
K. NYHOLM	
Lohikantojen säätelytoimikunta.....	47
J. KITTI	
Vaelluskalakantojen elvyttämistyöryhmä.....	53
E. JUTILA	
Nevan lohen luonnonmädhankinta - tavoitteet, riskit ja toteutus.....	57
U. ESKELINEN	
Viljelykalojen kunnontestausohjelmista.....	61
A. SOIVIO	
Mikä on hyvä smoltti ja miten se tehdään?.....	72
A. SOIVIO	
Vastaanotto- ja vapautusaltaiden käyttö lohenpoikasten istutuksissa.....	78
K. WESTMAN	

Kalanviljelyaltaiden hydraulikasta.....	82
T. MÄKINEN	
Kalanviljelyn rehu- ja ravitsemustutkimusten menetel- mien yhdenmukaistaminen ja kehittäminen.....	97
T. MÄKINEN, - U. ESKELINEN	
Ankeriastyöryhmän mietintö ja sen toimenpidesuositus- ten käytännön toteutusmahdollisuudet.....	138
M. PURSIAINEN	
Neuvottelupäivien ohjelma.....	144
Osallistujat.....	146

NEUVOTTELUPÄIVIEN AVAUSPUHEENVUORO - VALTION  
KALANVILJELYN HAASTEET JA HANKKEET

PEKKA TUUNAINEN<sup>1</sup>

Valtion kalanviljelytoimintaa on 1970- ja 1980-luvuilla leimannut laajeneminen, mikä on tarkoittanut uusien kalanviljelylaitosten suunnittelua ja rakentamista sekä monien vanhojen laitosten peruskorjausta ja kunnostamista. Tämä on luonut entistä paremmat edellytykset kalanviljelyn tuotannon lisäämiselle ja tuotteiden laadun parantamiselle. Myöskin tutkimus- ja koetoimintamahdollisuudet ovat näiden uudistusten takia tulleet entistä paremmiksi.

Jo 1960-luvun puolella ja 1970-luvun alussa ilmeni valtion kalanviljelylle hyvinkin suuria haasteita. Tällaisia haasteita ovat olleet ja ovat edelleenkin, muun muassa mädin ja pikkupoikasten tuotanto sekä uhanalaisten kalakantojen, kuten järvilohen, Iijoen lohen ja Simojoen lohen pelastaminen. Uhanalaisten kantojen säilyttäminen on sitäkin tärkeämpää, kun kaikkien tiedossa on, miten on käynyt Kymijoen, Oulujoen ja Kemijoen lohen. Ne ovat kuolleet sukupuuttoon.

Itämeren kalastussopimus vuodelta 1973 antoi lisätehtäviä myös valtion kalanviljelylle. Itämeren lohenistutusvelvoitehan perustuu tähän sopimukseen. Sitä varten saatiin varoja valtion tulo- ja menoarvioon. Valtion kalanviljelyn tehtävänä on lähinnä ollut hoitaa tuotanto sopimusviljelyn avulla, mutta myöskin monilla valtion kalanviljelylaitoksilla lohen istutuspoikasia on Itämeren kalastussopimuksen perusteella tuotettu.

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella ja Laukaan keskuskalanviljelylaitoksella on ollut hyvin huomattava panos edellä mainittujen toimintojen aikaansaamisessa ja ylläpitämisessä. Näissä tehtävissä on onnistuttu jokseenkin hyvin. Itämereen istutetaan lohta nykyisin vähintäänkin kalastussopimuksen edellyttämä määrä, ja valtion keskuskalanviljelylaitokset ja

---

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto,  
PL 202, 00151 HELSINKI.



muut valtion kalanviljelylaitokset kykenevät tuottamaan riittävästi mätiä velvoiteviljelyyn. Uhanalaisia lohikantoja ja muitakin uhanalaisia arvokalakantoja on jokseenkin hyvin kyetty viljelytoimin suojelemaan ja ylläpitämään.

Siitä huolimatta, että näissä 1960- ja 1970-lukujen haasteissa on edistytty, ei voida jäädä polkemaan paikalleen. Viljelytoiminnan laajeneminen ja monipuolistuminen on luonut koko joukon uusia haasteita, sellaisia, joista ei vielä 1960- ja 1970-luvuilla oikeastaan ollut kovinkaan paljon tietoa. Tällaisia ovat muun muassa mädin hankinta luonnonkannoista, luonnonvaraisten ja viljelykantojen vuorovaikutus sekä kalojen - etenkin kirjolohen - rodunjalostus. Näihin liittyy myöskin kalanviljelylaitoksissa olevien kalakantojen perinnöllisten ominaisuuksien selvitys ja säilyttäminen viljelyolosuhteissa. Puhutaan kalojen geenipankista. Ilmeisesti ei kuitenkaan vielä ole oikein tietoa, mitä kaikkea geenipankki-toiminta saattaa tarkoittaa, mitä se edellyttää valtion kalanviljelyltä.

Valtion kalanviljelyn, velvoiteviljelyn ja yksityisten kalanviljely-yritysten yhteistoimintaan liittyvät kysymykset ovat myöskin jatkuvasti esillä. Tämähän on hyvin tärkeä sektori valtion kalanviljelytoiminnassa.

Viljeltävien kalojen laadun määrittely on eräs kysymys, joka on tullut esiin. Kun tuotantomäärissä aletaan päästä tietuille tavoitetasoille, on herännyt kysymys siitä, onko poikasten laatu paras mahdollinen. Miten sitä mitataan ja miten sitä voidaan parantaa. Tähän liittyviä kysymyksiä ovat muun muassa rehukysymysten tarkastelu ja uusien viljelytekniikkojen selostus näiden neuvottelupäivien ohjelmassa. Esiin on nousut myöskin kalanviljelyn ympäristöhaittakysymys. Uudenlaisilla viljelyratkaisuilla pyritään muun muassa ravinnekuormituksen vähentämiseen ja jätteidensä entistä tarkempaan talteenottoon. Meidän täytyy luonnollisesti pitää huoli siitä, että samalla, kun tuotamme kalaa, emme pilaa ympäristöä.

Uuden kalastuslain soveltamisesta aiheutuu valtion kalanviljelylle epäilemättä joitakin velvoitteita. Kalastusalueiden käyttö- ja hoitosuunnitelmien valmistuttua saadaan näistä tarkempi tieto.

Jo useamman vuoden ajan on tutkimuslaitos tulo- ja menoarvion yhteydessä tehnyt esityksen, että valtion kalanviljelytoiminta tulisi erilliseksi, osastotasoiseksi yksiköksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokseen. Hajasijoitushankkeisiin liittyen valtiovarainministeriö on toistuvasti torjunut tämän esityksen. Myöskin on ajateltu, että hallintotoimiston aikaansaaminen tutkimuslaitokseen auttaisi osaltaan valtion kalanviljelyn hallintoa. Kummankin hankkeen toteutuminen mahdollisimman pian olisi toivottavaa.

Tulo- ja menoarvioesitykseen on tutkimuslaitoksen taholta esitetty määrärahoja myös merenviljelytutkimusyksikön aikaansaamiseksi Rymättylään. Samaan yhteyteen on ajateltu merikalastustutkimusasemaa. Tämä on siis vaihtoehtoinen hajasijoitushanke. Perämeren viljely- ja tutkimusyksiköstä on niinikään tehty suunnittelurahaesitys. Tämän yksikön tarve on ilmeinen. Paljolti hanke liittyy velvoiteistutuksiin ja niiden aiheuttamaan pyynnin säätelytarpeeseen Perämerellä. Joitakin osaratkaisuja jo ennen mainitun yksikön rakentamista on kuitenkin aikaansaatava. Mm. Simojoen lohikannan ylläpito edellyttää kiireellisiä käytännön toimenpiteitä. Simon tutkimusyksikkö on vast'ikään aloittanut toimintansa vuokratiloissa, ja lohikannan hoidon tehostamiseen pyritään jo ennen varsinaisen kalanviljelylaitoksen rakentamista.

Kalojen rodunjalostuslaitos on eräitä lähivuosien hankkeita. Suunnitelmien laadinta laitosta varten on edennyt hyvää vauhtia. Lohen ja meritaimenen luonnonmädin hankintayksiköt Suomenlahdelle ja Selkämerelle ovat myöskin suunnittelun alla. Tähän tähtäävää koe- ja tutkimustoimintaa on jo useamman vuoden ajan suoritettu. Niinikään Perämerellä tarvitaan mädinhankintaa luonnonkannoista. Hoidetaanko asia yhdessä velvoiteviljelijöiden kanssa, vai täysin itsenäisesti, ei vielä ole tiedossa.

Vaikka valtion kalanviljelyn piirissä rakennetaan jatkuvasti uutta ja toimintaa täten laajennetaan, tulee edelleen kiinnittää huomiota myös jo käynnissä olevan toiminnan hiomiseen. Tarvitteena tulee olla pyrkimys entistä parempaan tuotteen laatuun sekä tuotannon tehostamiseen. Tämän kaiken tarkoituksena on tietenkin se, että saadaan runsaasti hyvälaatuisia istukkaita, ja kalavesien hoitotulos täten paranee.

## VIRANOMAISEN PUHEENVUORO

MARKKU ARO<sup>1</sup>

Hyvät kuulijat. Minulla on ilo ja kunnia maa- ja metsätalousministeriön kalastus- ja metsästysosaston puolesta käyttää kalastusviranomaisen puheenvuoro näillä valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivillä.

Kun aloite tämänkaltaisten neuvottelupäivien järjestämisestä aikoinaan tehtiin, muistamani mukaan ajatus syntyi Pekka Tuunaisen ja Kai Westmanin keskusteluissa, niin tämä ajatus varsin nopeasti saavutti hyväksymisen. Kun neuvottelupäiviä vuosittain säännöllisesti ryhdyttiin järjestämään, ne pidettiin aluksi vain viranomaisen sisäisinä tilaisuuksina, mutta varsin pian havaittiin välttämättömäksi laajentaa kutsuttujen joukkoa.

Näillä neuvottelupäivillä on alusta lähtien ollut kiistämätön ja tärkeä asema. Yhteisesti on voitu keskustella kalanviljelyn keskeisistä kysymyksistä ja tarkastella niitä julkisesti. Nämä neuvottelupäivät ovat myöskin olleet keino, jolla ministeriön ja tutkimuslaitoksen, ja miksei myöskin myöhemmin mukaan tulleiden muiden tahojen välille on syntynyt hyvä ja hedelmällinen keskusteluyhteys.

Kun tarkastelee käytyjen neuvottelupäivien ohjelmistoja, voi tehdä sen havainnon, että loheen liittyvät kysymykset ovat alusta lähtien olleet aivan keskeisessä asemassa. Näin näyttää olevan edelleenkin. Lohikysymystä on voitu tarkastella ja käsitellä hyvin monelta eri kannalta. Kun samoja aiheita on luodattu vuodesta toiseen, voi jopa ulkopuolinen saada varsin hyvän käsityksen alalla tapahtuneesta kehityksestä esim. tutustumalla neuvottelupäivistä laadittuihin laajoihin selostuksiin.

---

1) Maa- ja metsätalousministeriö, kalastus- ja metsästysosasto, Vironkatu 7, 00170 HELSINKI

Aivan alusta lähtien neuvottelupäivillä on käsitelty lohta velvoitekalana. Myöskin alusta lähtien sopimusviljelykysymykset ovat olleet esillä. Lohikantojen puhtauteen ja vielä olemassa olevien puhtaiden kantojen säilyttämiseen on kiinnitetty huomiota alusta lähtien. Luonnonmädin hankintaan kuuluvat kysymykset niin ikään ovat useimmiten olleet tarkastelun kohteina.

Myös muita kysymyksiä näillä päivillä on voitu käsitellä. Luonnonravintolammikkoviljely muun muassa on ollut laajan käsittelyn aiheena. Kalanviljelyn kehitys on ollut varsin nopeaa viimeksi kuluneen kymmenen vuoden aikana. Valtion kalanviljelylaitosten ja luonnonravintolammikoiden rakentamishjelmat ovat edenneet. Ministeriö ja metsähallinto ovat tulleet viljelytoimintaan mukaan lähinnä luonnonravintolammikkoviljelypuolella. Yksityinen kalanviljelykin on laajentunut, vaikkakaan tämä laajentuminen ei ensisijaisesti ole kohdistunut luonnonkalojen viljelyyn siinä määrin kuin kirjolohen. Tutkimuslaitoksen johtaja Pekka Tuunainen luetteloi varsin perusteellisesti niitä haasteita - uusia haasteita - joihin valtion kalanviljelytoiminnan on pystyttävä lähitulevaisuudessa vastaamaan. Tässä omassa puheenvuorossani tarkastelen eräitä näistä haasteista ministeriön kannalta.

Syvää huolta olemme ministeriössä tunteneet ennen kaikkea ensiksikin siitä, että valtiovarainministeriön suunnalta - siis sen ministeriön, joka aina lopullisen sanansa sanoo siitä, missä määrin hankkeita voidaan edistää ja missä määrin valtion budjettiin voidaan rahaa niiden toteuttamiseen ottaa - on alkanut kuulua äänenpainoja, joiden mukaan tie valtion kalanviljelylaitosten rakentamisessa on kohta kuljettu loppuun. Valtion kalanviljelytoimintaan olisi mukamas panostettu jo niin runsaasti yhteiskunnan julkisia varoja, että kohta pitäisi saada tuloksia ja tuottoa näistä sijoituksista. Niinkuin tiedämme, rakentamishjelma on edelleen erittäin pahasti kesken. Myönnämme sen, että määrärahoja on kohtuullisen tyydyttävässä määrin saatu kalanviljelylaitosten ja luonnonravintolammikoiden rakentamiseen ja moneen muuhun tähän liittyvään toimintaan. Mutta keskeneräisiä hankkeita ei voida tietenkään pysäyttää, eikä niiden etenemistä missään mielessä ole hyväksi jarruttaa. Kaikki tiedämme pitkän luettelon näistä

meneillään olevista rakentamis- ja suunnitteluhankkeista: Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos, Porraskosken lohenviljelylaitos, Pieksänkosken rodunjalostuslaitos, Leustojärven ja Haka-suon kalanviljelylaitokset, miksei vielä Käylänkin laitos, Perämeren laitos ja muutamia muita. Meidän tulee yhteisesti yrittää pitää puolemme, ja voin ministeriön täyden vaikutuksen tähän luvata. Me emme aio toimia suodattimena emmekä jarrumiehinä näissä hankkeissa.

Kalanviljely ja siihen liittyvä tutkimus on siis voimakkaasti laajentunut. Kun tätä kehitystä tarkastelee ja sitä on ollut seuraamassa läheltä, niin jatkuvasti paljastuu tietämyksessä olevia aukkoja, jopa huomattaviakin. Tämä ei, se että tällaista puutetta tietämyksessä on, ole kenenkään syy taikka vika erityisesti niinkuin joskus on yritetty väittää. Kysymys on yksinkertaisesti siitä, että voimavaroja on ollut liian vähän. Tehtävää on monin verroin enemmän kuin on ollut tekijöitä ja enemmän kuin tekijöiltä on edes kohtuudella voinut vaatia. Me kaikki olemme kädet täynnä työtä, emmekä yhtä-äkkisesti pysty ja kykene selvittämään kaikkia niitä kysymyksiä, jotka vielä vaativat selvittelyä.

Muutamaan erityiseen kysymykseen ministeriön puolesta haluaisin kuitenkin vielä puuttua. Ensimmäinen koskee Saimaan järvilohia ja nieriää. Ministeriön vaatimus ja toivomus on se, että nyt vielä kun voidaan toimenpitein jonkinlaisia tuloksia saada, niin mikäli mahdollista, tulisi vielä voida lisätä ponnisteluja Saimaan järvilohen ja nieriän pelastamiseksi.

Toinen edellisen rinnalla hieman vähäisempi, mutta kuitenkin tärkeä ja ratkaistava kysymys on kuhan ja harjuksen viljelyn saaminen vakaalle pohjalle. Monena vuotena näiden lajien istutuspoikasista on ollut puutetta niin, että ei edes kaikkia vesioikeuspäätöksissä määrättyjä velvoitteita ole voitu täysimääräisesti hoitaa. Ministeriö toivoo tutkimuslaitoksen edelleen paneutuvan kuhakysymykseen niinkuin myös harjuskysymykseen niiden vaatimalla huolella.

Kolmantena tutkimuslaitoksen ja ministeriön välisenä yhteisenä hankkeena voisinkin mainita, että ministeriö on vastikään tilannut tutkimusohjelmia, joilla voidaan lisätä kalanistutusten antamien tulosten selvittelyä. Tästä työstä on sovittu yhteisesti tutkimuslaitoksen ja ministeriön kesken ja

arvatenkin aivan lähiaikoina tutkimuslaitoksessa valmistuu ilmeisen laajoja ohjelmia, joilla - sanoisin lähimmän kymmenen vuoden aikana, ehkäpä viidentoista vuoden aikana selvitellään ministeriön myöntämin lisämäärärahoiin istutusten tuloksellisuutta.

Syvää huolta ministeriössä on syntynyt siitä, että kalatalouden ympärille, lähinnä kalanviljelyn ympärille, voimakkaasti laajentuneen ja kehittyneen alan ympärille, on ilmaantunut liikuskelemaan sellaisia aineksia, jotka suoranaisesti eivät nyt kuulu koko tähän sektoriin. Tunnettua on, että aina on olemassa sellaisia tahoja, jotka katsovat, että repimällä rakennetaan parhaiten ja tunnettua on myöskin se, että on olemassa tahoja, joiden ainoana pyrkimyksenä on synnyttää epäjärjestyksiä ja epäsopua epäjärjestyksen ja epäsovun itsensä vuoksi. Pidän tällaisten joukkojen ilmaantumisesta varsin valitettavana, sillä nämä tahot ja joukot mustaavat kalataloutta, luovat siitä huonoja, vääriä mielikuvia ja voivat tällä tavoin vakavasti vahingoittaa alan kehitystä, muun muassa määrärahakehitystä. Tämän vuoksi kalatalousnaisten ja -miesten on tiivistettävä rivinsä tällaisia hajotuspyrkimyksiä vastaan.

Lisäksi meidän on edelleen tiivistettävä rivejämme, jotta me voisimme kamppailla hyvän budjettikehityksen puolesta. Aineelliset edellytykset alan hyvinvoinnille, suunnitelmien toteutukselle, luodaan ja myönnetään kuitenkin valtion tulo- ja menoarviossa. Toivotan valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäiville menestystä.

## AUTOMAATTISEN TIETOJENKÄSITTELYN KÄYTTÖ- MAHDOLLISUUDET KALANVILJELYSSÄ

UNTO ESKELINEN <sup>1</sup>

### 1. Yleistä

Käsittelen seuraavassa automaattisen tietojenkäsittelyn (ATK) mahdollisuuksia, mutta ennen kaikkea tarpeita kalanviljelijän ja kalanviljelytutkijan näkökulmasta sillä kokemuksella, joka näistä tarpeista on syntynyt Laukaan keskuskalanviljelylaitoksella (LKKVL). Laitoksen ominaisluonne vaikuttaa tietenkin sovellustustarpeisiin. Laukaan tapauksessa erilaisten tietokanta- ja simulointisovellutusten tarve on suuri ja kaupallis-hallinnollisten ratkaisujen tarve vähäinen. Käsillä oleva sovellutusmahdollisuuksien tarkastelu on aineistojen osalta todellinen. ATK-ratkaisumalleja käsitellään esimerkinomaisesti.

Automaattisen tietojenkäsittelyn räjähdysmäisen yleistymisen perussyynä on siinä, että ATK:sta on tullut taloudellisin tiedonhallinnan ja käsittelyn menetelmä ja toisaalta siinä, että tietojenkäsittelytarpeet ovat suurissa yksiköissä paisuneet manuaalisen hallittavuuden ulottumattomiin. Taloudelliseksi ATK:n käytön pienissäkin yksiköissä ovat tehneet seuraavat syyt:

- Teknologia on edennyt vaiheeseen, jossa tietokoneiden kapasiteetti/hinta-suhde ja kapasiteetti/koko-suhde ovat sellaisia, että melko suuriakin tarpeita vastaavat pienikokoiset kokonaisjärjestelmät ovat hinnaltaan kaikkien ulottuvilla.
- Riskit (erityisesti yhden mikron hankinnassa) ovat pienet. Hinta ei ole suurinvestointi ja kuolettuu nopeasti. Laitteistokehittelyn pioneerivaihe on ohi, ja standardit ovat vakiintuneita mm. käyttöjärjestelmien, liitännöiden, massamuistien yms. osalta.

---

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos, 41360 VALKOLA

- Merkkiriippumattomia huoltoja on tullut. Väliinpuutoamisriskiä ei ole.
- Koneiden kasvanut kapasiteetti on antanut mahdollisuuden luoda keskustelemaan käyttöön perustuvia ohjelmia, joiden käyttö ei edellytä ATK-henkilöstöä.
- Valmisohjelmatarjonta ja ohjelmointipalvelut ovat lisääntyneet, joten koneita voidaan käyttää tehokkaasti ja monipuolisesti hyväksi.

ATK:n käyttöarvo ja -rajoitukset on osattava mieltää oikein. ATK ei ole itseisarvo tai patenttilääke, joka muuttaa huonot lähtötiedot hyväksi tuloksiksi. Vaikka tiedon arvovaltaisuus kolminkertaistuu, jos se esitetään printteritekstinä ja oikea laita on suora, ei asialla ole merkitystä ao. tiedon käyttöarvolle päätöksenteossa. ATK-laitteisto/ohjelmistokokonaisuus on suurimuistinen ja erittäin nopea lasku- ja kirjoituskone sekä oikein käytettynä erinomainen tutkimuksen ja päätöksenteon apuväline.

## 2. Sovellutusalueista

Esimerkkejä sovellutusalueista on koottu liitteen 1 luetteloon. Luettelo on lähtenyt yhden laitoksen tietyn hetken tilanteesta eikä sellaisenaan kattava. Monien listalta puuttuvien käyttömuotojen yleinen painoarvo voi olla suurempi kuin monien listaan sisällytettyjen. Laitteistolle asetettavista vaatimuksista lähtien sovellutukset on jaettavissa kahtia:

- a) Tietojenkäsittely ja -taltiointi
- b) Prosessinohjaus

Edellinen on selvä pääkäyttöalue ja edellyttää laitteelta hyvää ja joustavaa muistikapasiteettia. Jälkimmäiseen riittää vaatimaton muistitila, kunhan ulkoisten lisälaitteiden liitännämahdollisuudet ovat hyvät. Hankintaa ajatellen ominaisuusristiriitaa ei ole, sillä prosessinohjaus käyttömuotona edellyttää omaa keskusyksikköä.

### a) Tiedonkäsittely ja -taltiointi

LKKVL:n tyyppisessä laitoksessa viljelytoiminnassa joudutaan välittömiä ratkaisuja varten keräämään ja kirjaamaan valtava määrä tietoa. Tällä tiedolla olisi koottuna ja analysoituna



huomattavaa käyttöarvoa laajemminkin mm. viljelylaitossuunnittelun ja oman laitoksen toimintasuunnittelun ja tulostenusteidan apuvälineenä. Manuaalisesti tiedon käsittely ei ole mahdollista. Viljelyn suunnittelun ja seurannan tehostamisessa ATK on tarpeen. ATK:n käyttötapa viljelytiedon hallinnassa voi olla esim. seuraava: Tarvittavat tiedostot ja rekisterit laaditaan moniavaimisiksi tietokantaohjelmiksi, joista rekisteritiedot sellaisenaan saadaan halutun parametrin mukaan käyttöön. Ennusteet ja simuloinnit ovat ohjelmia, joihin rekistereistä poimitaan haluttu data.

Hallinnon ja työnjohdon ohjelmat ovat niin kuin viljelyseurannankin - pysyväiskäyttöisiä ja melko yleisesti sovellettävissä olevia.

Tutkimuksien ohjelmatarpeet ovat pääosin hankekohtaisia. Yleiskäyttöisiä valmisohjelmia tarvitaan mm. matematiikan, tilastotieteen ja grafiikan käytön tarpeisiin.

#### b) Prosessinohjaus

Monien kalanviljelyssä ja kalanviljelytutkimuksessa käytettävien laitteiden toimintojen ohjauksessa on käytetty itse laitteeseen sijoitettua mikroprosessoritekniikkaa. Tämän tekniikan ongelmana tutkimuksen kannalta on mm., että toimintalogiikka on kiinteä, usein yksisuuntainen eikä toimintatietoja ole mahdollista taltioida ja analysoida. Erityisesti ruokinnanohjauksessa tietokoneohjauksesta on etua.

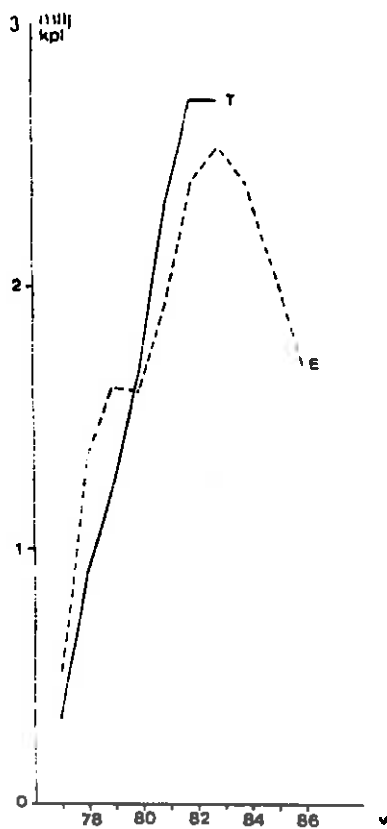
### 3. Eräitä esimerkkejä

LKKVL:lla ei toistaiseksi ole tietokonetta. Alla esitettävät esimerkit on toteutettu tilapäistyöntekijöiden henkilökohtaisilla koneilla, joiden kapasiteetti on pieni. Ao. esimerkit eivät siksi voi olla ohjelmasuunnittelun malleja, mutta havainnollistavat kuitenkin riittävän hyvin ATK:n sovellutuskohteita.

#### 3.1 Mädituotantoennuste

Mädituotanto emokalaviljelyllä on erittäin pitkäkiertoinen tuotantoprosessi. Tuotannon mitoittamista koskevat ratkaisut on tehtävä 3 - 6 vuotta etukäteen. Hyvät ennusteet olemassa

olevien parvien odotettavissa olevasta tuotannosta ovat korvaamaton apu viljelysuunnittelulle. LKKVL:lla on 4 emolohi-ikäluokkaa. Parvien populaatioparametreja (kasvu, kuolleisuus, sex ratio, fekunditeetti) on seurattu tuotantokierron ajan. ATK:n avulla on aineistosta voitu laatia ennusteyhtälöt, joilla voidaan kuvata mädintuotantokaari kutuikään tulevaa naarasta kohti. Yleiset ennusteyhtälöt, niiden LKKVL:n aineistolle kalibroidut muodot ja ennusteen sekä todellisen mädintuotannon vastaavuus on esitetty kuvassa 1.



## YHTÄLÖT

fekunditeetti  $f$ 

$$f_i = 2.99 w_i^{0.876}$$

lisäkasvu  $\Delta w$ 

$$a) \Delta w_i^k = 17.494 w_i^{-0.5417}$$

$$b) \Delta w_i^k = 2.737e^{-1.477 \cdot 10^{-3} w_i}$$

 $i$  = kutukertaindeksiyhtälö a, kun  $i = 1-3$ yhtälö b, kun  $i = 4-$ 

Kuva 1. Lohen mädintuotanto LKKVL:lla (T) ja kutuikään tulevien parvien kokoon perustuva ennuste samalle ajanjaksolle ja vuosille 1984-1986 (E).

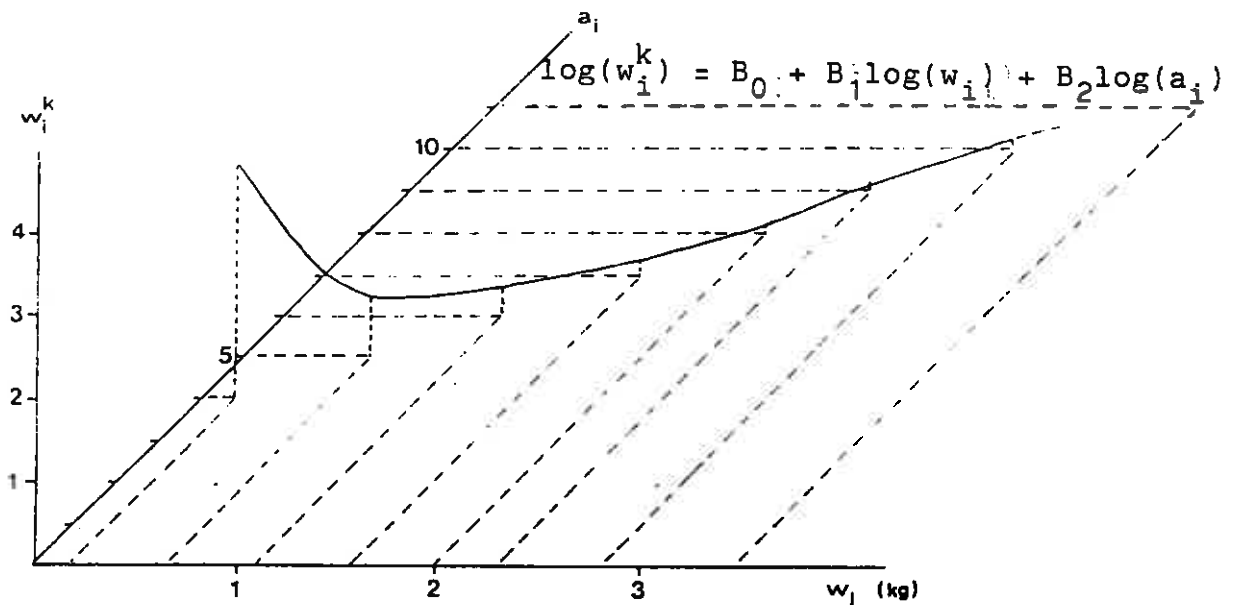
Vaikka ennustetta ei ole laadittu tarkentuvaksi, se on melko yhtäpitävä todetun tuotannon kanssa.

Varsinainen ATK:n käyttöalue kuitenkin vasta alkaa siitä, mihin tässä on lopetettu. Laajempi muistikapasiteetti tarjoai-

si mahdollisuuden tehdä ennusteista tarkentuvia ja ennenkaikkea simuloida optimaalinen viljelysuunnitelma.

### 3.2. Lisäkasvu/rehutarvemalli

Riittävän kauan toiminnassa olleen laitoksen oman viljelyhistorian analysointi antaa mahdollisuuden laatia tietyn hetken kalastolle todennäköisintä lisäkasvua ja sen vaatimaa rehumäärää koskevat prognoosit. LKKVL:n vuosien 1975-1983 viljelyaineistosta laadittiin tällainen malli kuudelle lajille. Lajikohtaisten, kahden selittävän muuttujan regressioanalyysillä ratkaistujen lisäkasvuyhtälöiden selitysasteet ( $R^2$ ) vaihtelivat välillä 0,74 - 0,86 eli malli on varsin käyttökelpoinen. Esimerkki kasvukertoimen kuvaajasta on kuvassa 2.



Kuva 2. Esimerkki erään lohivarven (LN-1972) kasvukertoimen riippuvuudesta kalan iästä ( $a$ ) ja lähtöpainosta ( $W$ ).

### 3.3 Viljelytulosaalyysi

Viljelytulokseen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen on keskeisen tärkeää kalanviljelyssä. Tiedon analysointia tarvitaan oikeiden viljelymenetelmien valintaan ja viljelytilojen mitoittamiseen. Tällainen tiedonkäsittely on laajojen materiaalien ristikkäiskäsittelyä monien muuttujien suhteen ja niin tärkeää kuin onkin, ilman ATK:n apua mahdotonta toteuttaa.

Viljelytiedon ATK-käsittelyn yksinkertaistettuna sisärajona LKKVL:lla analysoitiin lohen 1. kesän viljelyaineisto kolmen muuttujan (emoikäluokka/alkuperä, reumerkki ja viljelyvuosi) suhteen. Tulostusesimerkiksi on oheen liitetty vuositarkastelu.

VUOSITARKASTELU			VUOSITARKASTELU		
LUOKKA	KALAM.	MASSA	LUOKKA	KUOLL.%	K.PATNO
1980			1980		
	10139.88	30.47		42.26	5.26
	512.87	7.34		14.1	0.95
N=25			N=25		
1981			1981		
	9948.17	30.56		36.13	5.2
	1001.86	6.41		19.29	1.35
N=18			N=18		
1982			1982		
	9181.86	49.05		12.37	6.17
	1172.41	8.		7.5	0.99
N=29			N=29		
1983			1983		
	8285.93	40.69		15.46	5.86
	821.34	8.08		11.99	1.81
N=28			N=28		
KOKO AINEISTO:			KOKO AINEISTO:		
KALAM.			KUOLL.%		K.PATNO
	9308.44	38.73		24.99	5.68
	1165.44	10.85		18.37	1.12
TOTAL	N=100		TOTAL	N=100	

Taulukko 1. Laukaan keskuskalanviljelylaitoksen lohenkasvatus. Vuosittaiset keskitulokset.

Jatkuvasti kertyvän viljelytiedouden nykyistä parempi hyväksikäyttö on tarpeen mm. laitossuunnittelussa. ATK:n käyttöönotto viljelytiedouden rekisteröinnissä ja käsittelyssä on tähän pääsemiseksi välttämätöntä.

### 3.4 Ruokinnan ohjaus

Automaattiruokinnan ohjausjärjestelmien kehittäminen on erityäin tarpeellisena nähty tavoite LKKVL:n tyypisessä laitoksessa, jossa laji- ja kantaruunsauden sekä tutkimustarpeiden vuoksi yksikään allas ei ruokinnan suhteen ole toisen kopio. Kaupalliset tietokoneohjatut ruokintajärjestelmät ovat nopeasti yleistymässä. Ne ovat kuitenkin massatuotantoon tarkoitettuja ja tutkimusyksikön käyttöön ominaisuuksiltaan erittäin

puutteellisia. Rinnakkaisten ruokintaohjelmien määrä on pieni, ohjelmoitavuus vähäinen ja tulosten käsittelymahdollisuudet olemattomat. LKKVL:lla on piirustuslaudalla kehittyneempi järjestelmä, joka on käyttökelpoinen myös ruokintatutkimuksessa. Keskusyksikköön (pieni mikro) esiohjelmoidaan lajeittain ruokintanormin halutut riippuvuusyhtälöt ja kasvatustuloksen johdannaissuureiden laskenta- ja vertailuohjelma sekä haluttu ruokinnan jaksotus. Ruokinta-automaattien käyttöä hoitaa oma aliohjelma, jonka tekninen toteutus riippuu keskusyksikön ominaisuuksista (sarja- ja rinnakkaisliitännäportti). Syöttötietoina ovat päivittäin (tai anturein jatkuvasti rekisteröityvinä) ne ympäristötekijät, joihin ruokinnan halutaan reagoivan (lämpötila, valo, happi) sekä kuolleisuus ja jaksoittain kalojen keskipaino. Punnitusten välillä kone laskee ruokintatarpeen muutoksen rehunkulutuksen ja ennakkorehukertoimen avulla. Menetelmä on hyvä vain, jos automaattien syöttönopeus on vakio, minkä vuoksi systeemin suunnittelun yhteydessä on jouduttu kehittämään tällainen automaatti.

4. Automaattisen tietojenkäsittelyn käytön kannattavuudesta  
Tietojenkäsittelyä ja prosessisovellutuksia tulee tarkastella erillisinä.

LKKVL:n tyyppisen laitoksen kohdalla ainoa järkevä laitteisto on suurikapasiteettinen mikro. Merkistä riippuen laitteistokokonaisuuden hinta on 30 000 - 50 000 mk. Ohjelmien hinta riippuu niiden koosta ja hankinta/tekotavasta. Käyttökelpoinen perusohjelmisto tietorekistereihin on saatavissa noin 10 000 markalla. Tämän suuruusluokan kustannuksilla ATK kuolettaa itsensä jo nykyisin tehtävissä töissä työnsäästönä vuodessa tai kahdessa. Kannattavuus paranee edelleen, jos osakin edellä kuvatun laisista manuaalisesti mahdottomista tiedonkäsittelyistä katsotaan tarpeelliseksi.

Prosessinohjaussovellutuksissa kustannusten ja hyötyjen arviointi on vaikeampaa. Esimerkiksi edellä kuvatussa ruokinnanohjausjärjestelmässä keskusyksikön ohjelmakapasiteettitarve on niin pieni, että sellaiseksi riittää sopivilla lisälaitteiliitännöillä varustettu 3 000 - 6 000 mk laite. Niiltä osin kustannukset allasta ja varsinkin ruokintaohjelmaa kohti voivat olla jopa pienemmät kuin tavanomaisilla ohjauskeskuksilla.

Automaattien ohjaukseen tarvittavien lisälaitteiden osalta hintahaarukka on väljempi: 50 - 500 mk/automaatti. Hyötyjen arvioinnissa on tilaa makuasioille. Tutkimuksen kannalta selvä hyöty on aivan uusien mahdollisuuksien avautuminen ruokintatekniikan tutkimuksiin. Heti saatava tieto rehun hyväksikäytöstä voi auttaa parantamaan kasvatustaloutta. Joka tapauksessa tällaisen kehitystyön tulee olla jo tutkimustehtävään sisältyvä velvollisuus.

# AUTOMAATTISEN TIETOJENKÄSITTELYN SOVELLUTUSMAHDOLLISUUKSISTA KALANVILJELYSSÄ

## I PROSESSINOHJAUS

Ruokintajärjestelmät	}	Hapetus- ja lämmitystarpeen optimointi ja tulovesisuhteen säätö
Vesitysjärjestelmät		
Lämmitysjärjestelmät		
Hapetusjärjestelmät		
Valaistuksen ohjaus		
Kylvetysten ohjaus		

## II VILJELYN SUUNNITTELU JA SEURANTA

### 1. Tiedostot

- Haudontaerätiedostot
- Parvi- ja allaskorttitiedostot
- Kalastoluettelo
- Ympäristötekijärekisteri
- Kalataase ja kalavirrat
- Istutus- ja luovutustietorekisteri

### 2. Ennusteet

- Rehunkulutus
- Kasvu/lisäkasvu
- Mädintuotanto
- Vedenottovesistön vesitase ja säännöstelytarve
- Veden tarve
- Kuormitustarkkailu

### 3. Ajoitukset

- Kutu/lypsyt
- Mädinkehitys ja kuoriutumisen
- Smolttiutumisen
- Juoksutukset ja säännöstely

#### 4. Simuloinnit

Vedenkäytön optimointi

Mädintuotto/emoviljelykierron optimointi

Kasvatusolojen optimointi halutun päämäärän saavuttamiseksi

Rehun käyttötalouden optimointi (proteiini/energia/hinta)

### III TUTKIMUS

Aineistojen käsittely ja tilastolliset analyysit

Aineistojen keruu (tiedostot)

Koejärjestelyjen suunnittelu

Tekstinkäsittely

Matemaattiset sovellutukset

Graafinen suunnittelu ja tulostus

Kokeiden ohjausjärjestelmät

Automaattinen tulostus ja laskenta analyysilaiteteknööissä

Kirjallisuustiedot erikoisaloittain

### IV HALLINTO JA TYÖNJOHTO

#### 1. Työnjohto

Allasjärjestelyt/sisäiset kalasiirrot

Työvoimajärjestelyt

Kuljetuskärjestelyt

#### 2. Hallinto

Henkilötietorekisterit

Tekstinkäsittely

Palkkakirjanpito ja muu sisäinen laskenta

Sopimusreskontra

Kirjastorekisteri



## KALANVILJELYVÄEN JATKOKOULUTUS

ALPO MÄNTYRANTA<sup>1</sup>

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) koulutusohjelmaluonnoksen mukaan tulisi jokaisen taloon tulevan työntekijän saada tietty tulokaskoulutus, johon sisältyy tietty yleistietopaketti siitä, minkälaiseen taloon on tultu työskentelemään. Toisena yhtä tärkeänä koulutuskohtana samainen ohjelma pitää työhönopastuskoulutusta kunkin työntekijän omalla työpaikalla. Tällainen koulutus tulee antaa jokaiselle taloon tulevalle sukupuoleen ja asemaan katsomatta, ja koulutus on sitä tärkeämpää, mitä alempi koulutustaso ja työkokemus työhön tulijalla on. Kuitenkin tuo viimeinen virke toteutuu yleensä päinvastaisessa järjestyksessä eli vähäisimmän koulutuksen saaneet myös vähiten saavat tietoa tulevasta työstään ja työnantajastaan.

Pyrittäessä selvittämään tietyn ammattiryhmän varsinaiset koulutustavoitteet tulee aluksi selvittää ryhmän ammatillinen lähtötaso. Jos taso on kirjava, tulee välitavoitteiden avulla pyrkiä tasaamaan koulutettavien valmiuksia niin, että lopputavoitteiden saavuttaminen tulee kaikille mahdolliseksi.

Koulutustavoitteet ryhmäkoulutuksessa tulee asettaa sellaisiksi, että kukin työntekijä tuntee oman työnsä sekä teoriassa että käytännössä. Yksinkertaisena esimerkkinä voitane mainita mm., että kalanviljelytyöntekijän tulisi tietää, mitä tapahtuu, jos kalat jäävät liian pitkäksi ajaksi formaliinikylyyn ja miksi kalat kuolevat, jos ne eivät saa altaaseen jatkuvasti uutta vettä.

---

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Itä-Suomen keskus-  
kalanviljelylaitos, 58175 Enonkoski

Edellä olevalla tarkoitan, että koulutusohjelmat tulee laatia siten, että jokaiselle ammattiryhmälle määritellään selvät koulutustavoitteet. Koulutuksen toteuttamiseen pitäisi myös pyrkiä vaikuttamaan siten, että työntekijän kiinnostus koulutusta kohtaan pysyisi hyvänä. Yhtenä motiivina voitaisiin pitää tiettyä uralla etenemisen nopeuttamista, joskin sen käyttö automaattisena tuo esiin myös ongelmia.

Kalanviljelijöiden ja kalanviljelytyöntekijöiden koulutustavoitteet tulisi määrätä ainakin tietyille kalanviljelyyn läheisesti liittyville tehtäville ja tiedoille. Tärkeimpiä ovat mielestäni kalojen biologia ja fysiologia, vesikemia, asioiden taulukointi eli muistiinmerkitseminen, matematiikka yms. Lisäksi koulutustavoitteilla tulisi selventää erilaisten työmenetelmien opiskelu ja yhdenmukaistaminen RKTL:n laitoksissa.

Erilainen ja tavallaan kalanviljelyn ulkopuolinen, mutta erityisen tärkeä koulutusala on työnjohtokoulutus, jota valtion kalanviljelyssä tarvitsevat erityisesti kalastusmestarit mutta myös kalanviljelijät. Kysymys ei tietenkään ole läheskään aina siitä, että osaa teettää tietyt työt, vaan kyse on tietyn "me - hengen" luomisesta, jota ei voida luoda missään niin hyvin kuin itse työtehtävien parissa. Toisaalta ei tuota "me - henkeä" myöskään voi muuttaa "te - hengeksi" missään tilanteessa yhtä helposti kuin samaisissa työtilaisuuksissa taitamattoman työnjohdon seurauksena. Työnjohtokoulutuksen tärkeyttä on myös korostettu niin edellä kerrotussa RKTL:n koulutusohjelmassa kuin myös koko valtionhallinnon henkilöstön koulutusohjelmassa, jonka valtiovarainministeriön asettama arvovaltainen työryhmä laati. Työnjohtajakoulutuksen tärkeyttä osoitti se, että työnjohtajakoulutus oli tässä ohjelmassa sijoitettu heti johtajakoulutuksen jälkeen.

RKTL:n tyyppinen kalanviljelytyönantaja tarvitsee myös erityiskoulutettua työvoimaa varsin paljon. Tällainen tarve on voimakkaasti lisääntymässä sitä mukaan kuin yhteiskunnan ote erilaisiin kalanviljelyn määrä- ja laatuksymyksiin on tiukkenemassa. Koulutustarvetta tällä alalla ilmenee jo nyt runsaasti kalojenkäsittelyn, merkinnän, kuljetuksen ja ennen kaikkea laatuksymysten seurannan aiheuttamana. Erityisen tärkeänä pidän asennekasvatusta uusien menetelmien omaksumiseksi ja toteuttamiseksi.

Hallinnollista koulutusta tarvitsevat erityisesti kalastusmestarit, jotka joutuvat lisääntyvässä määrin osallistumaan suunnittelu- ja hallintotehtäviin. Viitataan vain automaattisen tietojenkäsittelyn lisääntymiseen sekä kalanviljelyn, tilinpidon että myös tutkimuksen yhteydessä. Hallinnollista erityiskoulutusta tarvitsevat erityisesti vastaavat kalastusmestarit ja sellaisiksi koulutettavat.

Talon sisällä pitäisi alkaa myös yksittäisille kalastusmestareille ja eräille muillekin ammattihenkilöille tietäntyyppinen erityiskoulutus eri tehtävien hoitajiksi. Tällaisia tehtäviä ovat mm. sukelluskoulutus, alusten kuljetus yms., joita tarvitaan usein eri toimipisteissä.

Yhteenvetona voitaneen todeta, että jatkokoulutus alallamme on laitoksen sisäisenä työmuotona kalanviljelyväen osalta lähes hoitamatta. Asiaan tulisi puuttua nopeasti. Jatkokoulutuksen hoito tulisi määrätä jollekin henkilölle tai työryhmälle, jonka olisi ensin määriteltävä koulutustavoitteet eri ammattiryhmille ja toiseksi realistiset keinot tavoitteiden saavuttamiseksi.

LOHEN LUONNON- JA LAITOSKANTOJEN HOIDON JA SUOJELUN  
YHTEENSOVITTAMINEN - ESIMERKKINÄ  
TORNIONJOEN JA KEMIJOKISUUN LOHIKANNAT

IRMA KALLIO<sup>1</sup>

1. Johdanto

Itämereen laskevissa joissa on ollut n. 60 erilaistunutta lohikantaa, joista Suomen puolella oli n. 20 (CHRISTENSEN & LARSSON 1979). Nykyään Suomen puolella on vain Tornionjoessa ja Simojoessa luonnonvaraiset lohikannat ja nämäkin lohikannat ovat heikentyneet (TUUNAINEN ym. 1979, SIMOLA & JUTILA 1983). Tornionjoen kannan heikkeneminen ilmenee mm. poikastiheyksien voimakkaasta laskusta 1960-luvulta 1970-luvulle, etenkin joen latvaosissa (KARLSTRÖM 1977, taulukko 1).

Taulukko 1. Tornionjoen poikastiheydet vuosina 1962-1970 ja 1976 (KARLSTRÖM 1977).

Havaintoasema	Aseman etäisyys jokisuusta, km	Jokipoikasia <sub>2</sub> kpl / 100m <sup>2</sup>		Muutos %
		1962-1970	1976	
Revonsaari	20	2,69	1.12	- 58
Lappeakoski	200	12,20	4,83	- 60
Liedakkokoski	400	4,38	0,34	- 92

Samaan aikaan kun luonnonvarainen lohen poikastuotanto on laskenut, ovat viljelypoikasten istutusmäärät kasvaneet (taulukko 2). Nykyinen arvioitu lohen luonnonpoikastuotanto on 55 000 vaelluspoikasta Tornionjoesta Suomen puolelta ja 12 000 Simojoesta

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto,  
P1202, 00151 HELSINKI

(KARLSTRÖM 1983, TOIVONEN 1962, TOIVONEN & JUTILA 1982). Lohen täysimääräiset velvoiteistutukset Kemi- ja Iijokisuuhun alkavat kolmivuotiskautena 1984 - 1986. Tällöin tullaan istuttamaan vuosittain 615 000 ja 310 000 vaelluskokoista poikasta (vähintään 14 cm, taulukko 2). Oulujokeen on lisäksi määrätty 100 000 vaelluskokoisen lohen poikasen vuosittainen istutusvelvoite. Jos luonnonkantojen tuotanto pysyy saman suuruisena, 67 000 vaelluspoikasta, ja yhden luonnonpoikasen oletetaan vastaavan elinkyvyltään kahta viljelypoikasta (135 000), on Perämeren tulevasta lohen vaelluspoikasista vain 12 % luonnonkudusta peräisin (taulukko 3). Todellisuudessa viljelykalojen osuus voi olla vielä suurempi, koska Tornionjokeen ja Simojokeen istutetaan pikkupoikasia ja vaelluspoikasia luonnonkantojen elvyttämiseksi.

Taulukko 2. Perämeren pohjoisosan velvoiteistutukset (vuosina 1984-1986) ja arvioitu nykyinen luonnonpoikastuotanto lohella.

Joki	Luonnontuotanto kpl	Velvoiteistutukset kpl
Tornionjoki	55 000 (Suomen puoli)	
Kemijoki	-	615 000
Simojoki	12 000	
Iijoki	-	310 000
Oulujoki	-	100 000
yht.	67 000	1 025 000

Taulukko 3. Perämeren viljeltyjen ja luonnonvaraisten lohikantojen vuosittainen vaelluspoikastuotanto (1984-1986). Luonnon vaelluspoikasten määrä on kerrottu kahdella viljely- ja luonnonpoikasten määrien saattamiseksi vertailukelpoisiksi.

	Luonnontuotanto	Velvoiteistutukset
kpl	135 000	1 025 000
%	12	88

Lohen kalastuksessa on tapahtunut suuri muutos 1920-luvulta 1980-luvulle. 1940-luvulle saakka kalastettiin pääasiassa kutuvaelluksella olevaa lohta rannikolta tai joesta ja avomereltä pyydettiin 40 % kokonaissaaliista. 1960-luvulta lähtien avomereltä on pyydetty yli 80 % (TOIVONEN 1981, IKONEN & AUVINEN 1982).

Luonnonkantojen heikkenemisen ja suurien viljelykantojen ylläpidon johdosta sekä näiden kantojen yhteiskalastuksen seurauksena on noussut esiin lohikantojen hoitoa, suojelua ja hyödyntämistä koskevia ongelmia ja kysymyksiä, esim. puhtaiden kantojen ja luonnonkantojen säilyttämisen merkitys, viljelykantojen vaikutus luonnonkantoihin ja yhteiskalastuksen seuraukset luonnonkantoihin.

## 2. Kantojen puhtauden säilyttämisen merkitys

Luonnonkantojen olemassaolo ja säilyminen turvaa koko lajin säilymisen. Lohi on jakautunut perinnöllisesti erilaistuneisiin kantoihin eri jokien kantojen lisääntymisisolaation ja luonnonvalinnan johdosta (RICKER 1972, STAHL 1981). Lajin monimuotoisuus koostuu kantojen sisäisestä ja välisestä muuntelusta. Alkuperäinen kanta on sopeutunut elämään kotijoessaan. Perämerellä ovat vielä Tornionjoen ja Simojoen luonnonvaraiset lohikannat sekä Iijoen ja Montan laitoskannat.

Kemijoen lohivelvoitteen hoitoa varten on valittava oikea kanta. Kemijoen velvoitteen hoitamista Tornionjoen kannalta puoltavat mm. seuraavat seikat. Tornionjoen kanta on maantieteellisesti sopeutunut elämänsä elämänsä ja vaelluskäyttäytymisensä puolesta Perämeren olosuhteisiin. Sen syönnösvaellus ulottuu Etelä-Itämerelle asti, jossa on lohelle ravintoa. Istutuspaikkaan oikea vaelluskäyttäytyminen ja leimautuminen istutuspaikkaan ovat tärkeitä lohen kasvun ja saalistuloksen kannalta sekä viljelykannan luonnonmädinhankinnan kannalta. Viljelypoikasten tulisi leimautua jokisuuhun ja palata istutuspaikalle sukukypsinä lohina. On kuitenkin todennäköistä, että osa lohista eksyy vapaaseen jokeen kudulle. Viljelykannan eksykkien vaikutus Tornionjoen luonnonkannan perinnölliseen rakenteeseen on vähäinen, kun Kemijokisuuhun istutetaan Tornionjoen lohta. Lisäksi on tarkoituksenmukaista käyttää Tornionjoen kantaa, koska luonnonkannan avulla voidaan ylläpitää elinvoimaista viljelykantaa.

### 3. Viljelykannan ylläpitäminen

Viljelykanta on ylläpidettävä sekä emokalanviljelyn että luonnonmädhankinnan avulla. Emokalanviljelyn etuna on se, että se turvaa mädintuotannon, vähentää luonnon kutukalojen pyyntiä, säilyttää viljelykannan geenipoolin useamman vuoden ajan ja mahdollistaa siirtymisen puhtaan kannan käyttöön Kemijokisuussa. Kudulle palaavat viljelykalat ovat pieni osa istutetusta joukosta ja saattavat edustaa perinnöllisesti vain osaa viljelykannasta. Tornionjoen luonnonkannasta perustettujen emokalastojen avulla voidaan säilyttää viljelykannan perinnöllinen rakenne.

Kemijokisuuhun on istutettu aikaisemmin useaa eri lohikantaa, mm. Iijoen kantaa. Siirtyminen puhtaaseen Tornionjoen kantaa vie useita vuosia, koska osa lohista tuotetaan luonnonmädistä kudulle palaavien viljelykalojen avulla, joiden alkuperästä ei ole varmuutta. Vuonna 1982 ja 1983 oli Kemijokisuun velvoitetta varten pyydetyistä lohista luonnonkudusta peräisin 78 % ja 50 %. Tausta oli selvitetty suomun kuvion perusteella. Vuoden 1983 alhaisempi luku johtuu osittain epävarmoista tapauksista, joiden alkuperää (luonnonkudusta tai viljelty) ei saatu selville suomusta.

Melko suuri osa Kemijoen velvoitetta varten pyydetyistä lohista on ollut siis luonnonkudusta peräisin ja ilmeisesti Tornionjoen kantaa. Siirtyminen puhtaan kannan käyttöön Kemijokisuussa näyttää realistiselta, vaikka osa viljelypoikasista tuotetaan luonnonmädistä.

Luonnonmädhankintaa puoltavat seuraavat seikat. Luonnonkutukat ovat olleet aikuisvaiheen tai koko elämänsä luonnonvalinnan alaisina. Viljelykannan ylläpitäminen luonnonvalinnan läpikäyneiden kalojen avulla voi lisätä viljelykannan elossasäilyvyyttä (SAUNDERS & BAILEY 1980) ja oikeaa vaelluskäyttäytymistä (ISAKSSON 1976).

Molempia mädinhankintatapoja tarvitaan. Luonnonmädistä perustetaan emokalastot ja kasvatetaan osa viljelypoikasesta. Puhtailla emokalastoilla varmennetaan viljelypoikasten tuotanto ja siirrytään Tornionjoen kannan käyttöön Kemijokisuussa.

#### 4. Laitoskannan vaikutus luonnonkantaan

Viljelykanta voi vaikuttaa kahdella eri tavalla haitallisesti luonnonkantaa. Laitoskanta alentaa luonnonkannan adaptiivisuutta, jos se risteytyy luonnonkannan kanssa (RYMAN 1981, ALTUKHOV 1981). Kantojen voimakkaan yhteiskalastuksen seurauksesta luonnonkannan kutukaloja selviää kudulle liian vähän kannan ylläpitämiseksi edes saman kokoisena. Lohikantojen arvioimistyöryhmän mukaan luonnonvaraisen lohikannan säilyttämiseksi saman kokoisena tulisi jokeen palata 2,4 % vaelluspoikasmäärästä, joista puolet selviää kudulle (Anon. 1983).

Laitoskalojen eksyminen Tornionjokeen on todennäköistä. Luonnonkaloilla harhautumistodennäköisyys on 1 - 5 % (LARSSON 1974 ja TOFT 1975). Kun luonnonkanta on pieni viljelykantaan nähden, riittää vain muutaman prosentin harhailijajoukko vaikuttamaan luonnonkantaan.

Kantojen voimakkaasta yhteiskalastuksesta saattaa olla haitallisia seurauksia luonnonkannalle, koska sen lisääntymiskyky on alempi kuin keinollisesti ylläpidettävän laitoskannan. Kantojen yhteiskalastus ottaa todennäköisesti liian suuren osan pienestä luonnonkannasta.

#### 5. Yhteenveto

Lohikantojen hoidon, suojelun ja viljelyn ensisijaisena tarkoituksena on olemassa olevien erilaistuneiden lohikantojen säilyttäminen ja lohen tuotantokapasiteetin ylläpitäminen. Tornionjoen luonnonvarainen lohikanta säilytetään elinvoimaisena ja puhtaan turvaamalla riittävän suuri kuteva luonnonkanta joessa ja käyttämällä viereisen rakennetun joen istutuksiin Tornionjoen lohen viljelykanta ja leimaamalla istutetut vaelluspoikaset Kemijokisuuhun. Tornionjoen viljelykanta tulee ylläpitää emokalojen ja luonnonmädhankinnan avulla. Kalastus on säädeltävä ajallisesti ja paikallisesti siinä määrin, että Torninjokeen pääsee nousemaan lohia kudulle riittävästi joen poikastuotantokapasiteetin hyödyntämiseksi täysimääräisesti.



## Kirjallisuus

- ALTUKHOV, Yu.P. 1981. The stock concept from the viewpoint of population genetics. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 38:1523-1538.
- Anon. 1980. Baltic salmon assessment working group. -ICES. Anadromous and Catadromous Fish Committee C.M. 1980/M:3. 13 p.+ 14 tables + 9 figures.
- Anon. 1983. Report of the Baltic Salmon assessment working group. Copenhagen, 16-22 March 1983. -ICES. Anadromous and Catadromous Fish Committee C.M. 1983/Assess.10 38p.
- CHRISTENSEN, O. & LARSSON, P-O. 1979. Review of the Baltic salmon research. *Coop.Res.Rep.* 89. 124p.
- IKONEN, E. & AUVINEN, H. 1982. Results of stocking with Baltic salmon in Finland in 1969-1980. ICES. Anadromous and Catadromous Fish. Committee C.M. 1982/M:38.
- ISAKSSON, A. 1976. The improvement of returns of one-year-smolts at Kollarfjörður Experimental Fish Farm, 1971-1973. *J.Agr.Res.Icel.* 8. 1-2:19-26.
- KARLSTRÖM, Ö. 1977. Biotopval och besättningstäthet hos lax- och Öringungar i svenska vattendrag. *Inf. Sötvatt.lab. Drottningholm* 6. 72s.
- KARLSTRÖM, Ö. 1983. Hur är situationen för laxbestånden i våra naturliga och odlade laxälvar. - Fiskeriintendenten, Övre norra distriktet. 11s. Moniste.
- LARSSON, P-O. 1974. Migration of the Swedish West Coast Salmon Stocks. *Laxforskningsinstitutet. Meddelande.* 3/1974.
- RICKER, W.E. 1972. Heredity and environmental factors affecting certain salmonid populations. *Teoksessa: Simon, R.C. & Larkin, P.A. (toim.). The stock concepts in Pacific Salmon. H.R. MacMillan lectures in Fisheries, Univ. British Columbia, Vancouver, B.C.*
- RYMAN, N. 1981. Genetic perspectives of the identification and conservation of Scandinavian stock of fish. *Can.J. Fish.Aquat.Sci.* 38:1562-1575.
- SAUNDERS, R.L. & BAILEY, J.K. 1980. The role of genetics in Atlantic salmon management. -In: *Atlantic salmon: its future.* Went, A.E. ed. Fishing News Books Ltd., Farnham. Survey, U.K. s.182-200.

- SIMOLA, O. & JUTILA, E. 1983. Alustava suunnitelma Simojoen lohikannan säilyttämiseksi ja suojelemiseksi. -RKTL, kalantutkimusosasto. Käsikirjoitus.
- STAHL, G. 1981. Genetic differentiation among natural populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in northern Sweden. *Ecol.Bull.* 34:95-105.
- TOFT, R. 1975. Lukt- och synsinnets roll for lekvandringbetendet hos Östersjölax. Laxforskningsinstitutet. Meddelande. 10/1975.
- TOIVONEN, J. 1962. Kalastus. - Tornionjoki C 1:3. Imatran Voima Osakeyhtiö. 22s.
- TOIVONEN, J. 1981. Lohen avomeripyynti aiheuttaa ongelmia. -Suomen luonto 40:295-297.
- TOIVONEN, J. & JUTILA, E. 1982. Report on parr population densities tagging experiment and river catches of the salmon stock of the river Simojoki in 1972-1980. ICES. Anadromous and Catadromous Fish Committee C.M. 1982/M:40. 16p.
- TUUNAINEN, P., NYLANDER, E., ALAPASSI, T. & AIKIO, V. 1979. Kalastus ja kalakannat Tornionjoen vesistöissä. - RKTL, kalantutkimusosasto, Monistettuja julkaisuja 1984: 25.86s.

LOHIKALALAJIEN EMOKALASTOJEN TAUSTASTA  
VALTION KALANVILJELYLAITOKSILLA

IRMA KALLIO<sup>1</sup>

1. Johdanto

Valtion kalanviljelyn eräänä tehtävänä on alkuperäisten ja uhanalaisten kalakantojen säilyttäminen. Uhanalaisia kantoja on pyritty säilyttämään pääasiassa emokalanviljelyn ja laitospäädin tuotannon avulla. Emokalakantoja viljelemällä on onnistuttu ylläpitämään rakennettujen jokien vaelluskalakan-  
toja, esim. Iijoen lohi ja meritaimen (taulukot 1 ja 2) sekä Saimaan järvilohi (taulukko 6). Emokalanviljely tulee myös tulevaisuudessa olemaan keskeinen keino kantojen ylläpitämiseksi ja hoitamiseksi, koska vain sen avulla voidaan varmistaa mä-  
dintuotanto puhtaista ja uhanalaisista kannoista ja turvata näiden kantojen geenireservit. Luonnonmädinhankinnan tulok-  
sellisuus on ollut toistaiseksi liian sattumanvaraista, jotta se voisi korvata kokonaan laitospäädin tuotantoa.

Emokalanviljelyn merkitys kantojen säilyttämiseksi on tiedostettu, esim. kalanviljelylaitokset on mitoitettu emokalasto-  
jen ylläpitämistä varten. Kuitenkin on tehty hyvin vähän emokalakantojen kehittämiseksi ja kalakantojen suojelemiseksi muilla keinoilla kuin emokalanviljelyn avulla. Kalakanto-  
jen säilyttämiseksi ja emokalakantojen kehittämiseksi oli mm.

- (1) kartoitettava olemassa olevat kalakannat, etenkin uhanalaiset arvokalakannat,
- (2) selvitettävä, mitkä kannat otetaan emokalanviljelyyn,
- (3) miten olemassa olevia emokalastoja parannetaan,
- (4) miten emokalastot perustetaan ja miten jälkeläiset tuotetaan,
- (5) mihin vesistöihin tiettyä viljelykantaa istutetaan ja

---

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto,  
PL 202, 00151 HELSINKI

- (6) mitä muita keinoja emokalanviljelyn lisäksi ja rinnalla on kalakantojen suojelemiseksi ja ylläpitämiseksi; esim. luonnonkantojen vahvistaminen, uusien luonnonkantojen perustaminen, maidin pakastus.

Valtion nykyisten emokalakantojen parantaminen edellyttää, että on tietoja viljeltävien kantojen alkuperästä, taustasta ja elinkelpoisuudesta. Emokalastojen perinnöllisen pohjan arvioimiseksi on kartoitettu mahdollisuuksien mukaan viljeltävien parvien perustajien ja laitossukupolvien lukumäärä. Perustajien määrän perusteella yhdessä sukupolvessa on laskettu efektiivinen populaatiokoko ( $N_e = 4n_{\sigma} \times n_{\phi} / n_{\phi} + n_{\sigma}$ ) ja jälkeläisten sukusiitosaste ( $F = 1/2N_e$ ) parven sisäisessä risteytyksessä. Kun emokalastojen alkuperä, sukulaisuus, perustajien määrä ja viljelyhistoria ovat selvillä, on pohjatietoa tehdä oikeita ratkaisuja emokalastojen ja viljelypoikasten perinnöllisen muutelman laajentamiseksi ja parantamiseksi.

## 2. Emokalastojen tausta

### 2.1 Iijoen lohi

Iijoen luonnonvarainen lohikanta on tuhottu 1960-luvulla joen sulkemisen seurauksena. Vuosina 1965-1969 ja 1971 Iijoen suuhun palanneiden kutukalojen mädistä on perustettu valtion kalanviljelylaitokselle emokalakantoja. Luonnonmätiä saatiin näinä vuosina 27,5, 17, 30, 17, 6,3 ja 1,4 litraa (taulukko 1). Emokalastoja ei ole uusittu merivalinnan läpikäyneiden kutukalojen avulla, vaan on perustettu toisen laitospolven emokalastoja.

Iijoen lohikannan geenipoolin säilyttäminen on lähes kokonaan näiden emokalastojen varassa. Emokalastoja uudistettaessa on tärkeää, että emokalastojen koko muuntelu pystytään siirtämään seuraaviin sukupolviin ja samalla emokalastoja perustettaessa käytetään aikuisvaiheessa luonnonvalinnan läpikäyneitä kutukaloja. Uusien emokalastojen perustaminen pelkästään luonnonmädin ja maidin avulla voi vähentää ja muuttaa kannan geneettistä rakennetta, koska kudulle palaavat kalat edustavat todennäköisesti pientä ja sattumanvaraista osaa viljelypoikasista ja ovat kalastusvalinnan seulomia. Iijoen lohikannasta tulee perustaa luonnonvarainen kanta, jotta kanta olisi koko elämänkierron

ajan luonnonvalinnan alainen ja kannan efektiivinen populaatioko-  
koko laajenisi.

## 2.2 Meritaimen

Suomessa on ollut ainakin 47 meritaimenkantaa. Nykyään on enää viisi jokea, joihin nousee pieni meritaimenkanta: Tornionjoki, Lestijoki, Isojoki, Summanjoki ja Urpаланjoki (TOIVONEN & IKONEN 1978). Valtion kalanviljelylaitoksiin on taltioitu Isojoen, Tornionjoen, Iijoen ja Lestijoen kannoista emokalaparvet (taulukko 2). Ruotsista on tuotu Daljoen meritaimenta.

Kaikki meritaimenen viljelykannat ovat perinnöllisesti kapealla pohjalla. Emokalastot on perustettu muutaman luonnonkalan avulla tai emokalat ovat toisen laitospolven sukusiitettyjä laitoskaloja tai viljelykanta perustuu yhteen emokalastoon. Useiden parvien emokalat ovat perinnöllisesti yhtä läheisiä kuin sisarukset. Tästä seuraa, että jälkeläisten sukusiitosaste nousee 0,25 prosenttiin parven sisäisessä risteytyksessä. Sukusiitoksen on havaittu alentavan kasvua ja elinkykyä (KINCAID 1967a ja 1967b).

Isojoen, Lestijoen ja Tornionjoen meritaimenesta tulisi perustaa luonnonmädistä uusia emokalastoja, sillä emokalaparvet perustuvat vain muutamaankin yksilöön. Kalakannan emokalastojen efektiiviseksi populaatiokooksi on suositeltu 50. Pienten luonnonvaraisten kantojen osalta tähän tavoitteeseen päästään perustamalla useana vuonna emokalastoja luonnonmädistä. Vaikka vuosittain saataisiin vain muutamia kutukaloja, kannattaa näistä perustaa emokalastoja. Perinnölliseltä taustaltaan kapeat emokalastot ovat käyttökelpoisia poikastuotannossa, jos niitä on useita samasta kannasta, niillä on eri tausta jos jälkeläiset tuotetaan risteyttämällä eri parvien naaraat ja koiraat keskenään. Tällöin viljelypoikasten sukusiitos on lähellä nollaa. Iijoen meritaimenen viljelypoikasten sukusiitosta voidaan välttää parhaiten risteyttämällä eri alkuperää olevat parvet ristiin. Uusiin emokalastoihin tulisi siirtää Iijoen meritaimenkannasta jäljellä oleva muuntelu käyttämällä uusien parvien perustajina geneettisesti melko laajojen parvien 4/73:n ja 1/78:n kaikki kutukalat ja käyttämällä osittain Iijoen meritaimeneksi tunnustettuja merivalinnan läpikäyneitä kutukaloja.

Meritaimenen luonnonvaraisia kantoja tulisi vahvistaa, esim. pikkupoikasistutuksin ja Iijoen kanta tulisi kotiuttaa meritaimenesta "tyhjään" jokeen. Kiiminkijoki soveltunee Iijoen meritaimenen uudeksi kotijoeeksi, sillä sinne on istutettu jo useana vuonna taimenen poikasia, ja joessa on meritaimenen poikasille soveltuvia koskialueita.

### 2.3 Järvitaimen

Järvitaimenen luontainen lisääntyminen on loppunut tai vähentänyt useissa joissa (TOIVONEN 1966 ja 1972, PIKKARAINEN 1970, MÄKINEN 1972, TUUNAINEN & KITTI 1974, TUUNAINEN ym. 1979). Alkuperäiset ja puhtaat järvitaimenkannat ovat lähes kokonaan hävinneet mm. vesistöjen rakentamisen ja kutualueiden ruoppauksien ja suunnittelemattoman ja voimakkaan siirtoistutustoiminnan seurauksena. Alkuperäisiä taimenkantoja esiintyy vielä ainakin Koutajoen vesistöalueella: Oulankajoessa, Kitkajoessa sekä Jyrävän ylä- että alapuolella ja Kuusinkijoessa (TOIVONEN 1978) ja Paatsjoen vesistöalueella (TUUNAINEN & KITTI 1974).

Järvitaimenen viljely valtion kalanviljelylaitoksissa perustuu lähes kokonaan emokalanviljelyyn ja laitosmädin tuottoon. Luonnonmätiä on hankittu viljelypoikasten kasvattamiseksi vain Kitkajoesta Jyrävän alapuolelta ja Juutuanjoesta. Useista viljelyn kohteena olevista kannoista alkuperäinen luonnonkanta on hävinnyt. Vuoksen, Keski-Suomen, Pallasjärven, Pöyrisjärven, Kiellajoen ja Varisjoen taimenen emokalastot ovat perinnöllisesti hyvin kapealla pohjalla (taulukot 3 ja 4). Vuoksen ja Keski-Suomen järvitaimenkannan luonnonmädin hankintaa on yritetty, mutta tulokset ovat olleet melko heikkoja.

Pallasjärven, Pöyrisjärven, Kiellajoen ja Varisjoen järvitaimenen emokalastoja ei voida pitää elinvoimaisina kantoina. Viljelyparvet perustuvat muutamaan kalaan ja ei ole luultavasti olemassa elinvoimaisia luonnonkantoja. Tällaisten emokalastojen tilalle tulisi hankkia emokalastot kannoista, jotka ovat elinvoimaisia ja joista on jäljellä luonnonkanta. Emokalastoja tulee perustaa useampana vuonna luonnonmädistä. Tällöin voidaan viljelypoikasia tuotettaessa tehdä emokalaparvien välisiä risteytyksiä ja välttyä parven sisäisestä risteytyksestä koituvasta sukusiitoksen noususta.

Keski-Suomen eli Rautalammin reitin ja Vuoksen järvitaimenkannat ovat laajamittaisen viljelyn kohteena. Näitä kantoja on istutettu ympäri Suomea Lappia myöten. Vuoksen kanta ei ole ns. puhdas, tietyn vesistöreitin kanta. Se on sekoitus, risteymäkanta, Heinäveden reitin, Lieksan reitin ja Saimaan järvitaimenkannoista ja mahdollisesti näihin vesistöihin muualta siirretyistä kannoista.

Pielisjokeen nousevien järvitaimenten heterotsygotia-asteeksi on todettu 5,6 %, mikä on yli kaksi kertaa korkeampi kuin 13 ruotsalaisella järvitaimenkannalla (VUORINEN 1984). Tämä korkea heterotsygotia-aste viittaa siihen, että Pielisen kanta on risteymä useammasta kannasta. RYMANin (1981) entsyymigeneettiset tutkimukset taimenkannoista tukevat tätä oletusta. Skellefte-joen hybridikannoissa (*S. trutta*) oli merkittävä heterotsygoottinen ylimäärä, mitä ei ole koskaan tavattu puhtaisissa ja häiriintymättömissä luonnonkannoissa (RYMAN 1981).

Vuoksen kannan luonnonmädinhankintapaikka emokalastojen perustamista varten on muuttunut koskien ja järvitaimenkantojen häviämisen myötä. Nykyisten tuottavien emokalastojen voidaan sanoa perustuvan varmuudella vain kuuteen (6) kalaan, koska toisen parven alkuperä on jossakin määrin epämääräinen. Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitokseen on määrä perustaa uusia Vuoksen järvitaimenen emokalastoja luonnonmädistä esimerkiksi Heinäveden reitin tai Lieksan reitin kannoista.

#### 2.4 Purotaimen

Paikalliset taimenkannat ovat heikentyneet tai hävinneet useista puroista (WESTMAN 1974). Valtion kalanviljelylaitoksille on otettu viljeltäväksi purotainta Ohtaojasta, Kemijoesta ja Luutajoesta (taulukko 5). Näiden kolmen kannan emokalastot perustuvat yhteen emokalaerään tai mätierään.

Valtion kalanviljelylaitoksille tulisi ottaa useampia elinvoimaisia purotaimenkantoja viljeltäväksi ja tulisi selvittää paikallisen taimenen käyttökelpoisuutta, sekä istutus- ja saalistulosta rakennettujen vesistöjen latvapurojen hoitokalana järvitaimenen rinnalla.

## 2.5. Järvilohi

Suomessa on esiintynyt kaksi erillistä järvilohikantaa Vuoksen vesistöalueella, toinen Saimaan järviolueella, toinen Pielisellä. Saimaan järvilohikanta lisääntyi Pielisjoessa ja sen sivujoessa Koitajoessa. Pielisen kannan poikastuotantoalueet olivat Lieksanjoen alaosissa Pankajärvelle saakka (SEPPOVAARA 1962, MÄKINEN 1977).

Järvilohen luonnonvaraiset kannat ovat tuhoutuneet jokien rakentamisen seurauksena 1950 - 1970-luvuilla. Järvilohi on pystytty säilyttämään emokalanviljelyn avulla. Emokalat ovat lähinnä Pielisjoen kantaa. Lieksan kantaa on osaksi perustajina kahdessa parvessa (taulukko 6). Järvilohen toisen laitospolven yhdistetyt emokalastot perustuvat kuuteen (6) mätierään. Todennäköisesti näiden parvien ensimmäisen laitospolven perustajat ovat luonnonkudusta peräisin. Uudet, ensimmäisen laitospolven emokalaparvet on perustettu Pielisjokeen nousseiden kutukalojen avulla. Nämä emokalat olivat mitä todennäköisemmin istutettuja.

Koska järvilohi on ollut luonnonkierrosta pois pari sukupolvea ja lisääntyvien yksilöiden määrä eli kannan efektiivinen populaatiokoko on ollut melko suppea, on tärkeää ja kiireellistä perustaa järvilohesta luonnossa lisääntyvä kanta sekä varmistaa emokalanviljelyn avulla kannan nykyisen muuntelun säilyminen.

## 3. Yhteenveto

Emokalanviljely on havaittu välttämättömäksi arvokalakantojen säilyttämiseksi ja niiden mädintuotannon kohoamiseksi. Selvitys lohen, meritaimenen, järvitaimenen, purotaimenen ja järvilohen emokalastojen alkuperästä ja perustajista kuitenkin osoittaa, että emokalastojen perinnöllinen pohja on hyvin kapea tai emokalastot ovat jo toista kalasukupolvea laitoskassa. Koska emokalanviljelyllä on nykyisin keskeinen tehtävä arvokalakantojen hoidossa ja ylläpitämisessä, tulee laajentaa viljeltävien kantojen emokalastojen perinnöllistä pohjaa kalakantojen geneettisen muuntelun säilyttämiseksi ja etsiä uusia elinvoimaisia viljelykantoja. Emokalanviljelyn



lisäksi jäljellä olevia kalakantoja tulee hoitaa mm. vahvistamalla luonnonkantoja tai perustamalla uusia luonnonvaraisia kantoja ja hankkimalla luonnonmätää viljelypoikasten tuottamiseksi.

## Kirjallisuus

- KINCAID, H.L. 1976a. Inbreeding in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J.Fish.Res.Board. Can. 33: 2420-2426.
- KINCAID, H.L. 1976b. Effects of Inbreeding on Rainbow Trout Populations. Trans.Am.Fish.Soc. 2: 273-280.
- MÄKINEN, K. 1972. Jokien rakentamisen vaikutus vaeltavien lohilajien poikastuotantoon Suomessa. Käsikirjoitus. Helsingin yliopisto. Eläintieteen laitos. 98 s.
- MÄKINEN, K. 1977. Järvilohi ja Pohjois-Karjalan jokien rakentaminen. Pohjois-Karjalan luonto 32-35.
- PIKKARAINEN, P. 1970. Selostus kalastuksesta ja kalakantojen tilasta Lieksanjoen alueella vuosina 1966-1969. Moniste. Pohjois-Karjalan maatalouskeskus.
- RYMAN, N. 1981. Genetic perspectives of the identification and conservation of Scandinavian stocks of fish. Can. J.Fish.Aquat.Sci. 38: 1562-1575.
- SEPPOVAARA, 1962. Zur Systematik und Ökologie des Lachses und der Forellen in den Binnengewässern Finnlands. Ann. Zool.Soc.Vanamo 24: 1-86.
- TOIVONEN, J. 1966. Lausunto vedensäännöstelyn vaikutuksista Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. Moniste 72 s.
- TOIVONEN, J. 1972. Vedensäännöstelyn vaikutus Inarinjärven kalakantoihin ja kalastukseen. Täydentävä lausunto. Moniste 28 s.
- TOIVONEN, J. 1978. Population densities of young stages of the brown trout (*Salmo trutta L.*) in the rivers Kuusinkijoki, Kitkajoki and Oulankajoki. Acta Univ.Oul. A 68 Biol.4: 175-182.
- TOIVONEN, J. & IKONEN, E. 1978. Meritaimen Suomessa. Suomen kalastuslehti 1: 4-10.
- TUUNAINEN, O. & KITTI, J. 1974. Taimenen kalastuksesta Inarin ja Utsjoen kuntain eräissä vesistöissä. Lapin sivistysseuran julkaisuja n:o 36.
- TUUNAINEN, O., KYRÖ, J., JOMPPANEN, H. & GUTTORM, J. 1979. Lausunto Inarinjärven vesistöjen kalataloudellisista muutoksista ja säännöstelyn osuudesta niihin. Inari. Moniste 54 s.

- WESTMAN, K. 1974. Uhanalaiset kalalajimme ja kalakantamme, sekä niiden suojeleminen ja säilyttäminen. RKTL. Tiedonantoja 3: 1-24.
- VUORINEN, J. 1984. Reduction of genetic variability in a hatchery stock of brown trout, Salmo trutta L. J.Fish.Biol. 24: 339-348.

Taulukko 1. Iijoen merilohen emokalastojen tausta.

Laji/kanta	parven tunnus	1. sukupolvi		2. sukupolvi perustajat (parv.koko) ♀♂(kpl), mätiiä (l)	tunnus	sukupolvi	koko 1983 kpl
		perustajat ♀♂(kpl), mätiiä (l)	tunnus				
<b>Merilohi</b>							
Iijoen	2/67	67	30			1.	78
	1/71		1,4			1.	120
	1,2/69		6,3			1.	295
	1/72	62	27,5	1/65->	11,6	2.	216
	2-6/74	62	27,5	1/65->	(281)	2.	505
		186	17	1/66->	16,8		
		67	30	2/67->	(816)		
		144	17	1/68->	6,3		
	7/75	67	30	2/67->	(162)	2.	127
	1-3/76	186	17	1/66->	(985)	2.	1010
		67	30	2/67->	(394)		
	1, 3/77	186	17	1/66->	(709)	2.	2400
		67	30	2/67->	(346)		
	1,2/78	186	17	1/66->	(561)	2.	1000
		67	30	2/67->	(280)	2.	

Taulukko 2. Meritaimenen emokalastojen tausta, efektiivinen populaatiokoko ( $N_e$ ) ja sukusiitosaste (F).

Laji/kanta	parven tunnus	1. sukupolvi perustajat $\text{♀} \times \text{♂}$ (kpl) mätää (l)	2. sukupolvi perustajat (koko) $\text{♀} \times \text{♂}$ (kpl) mätää (l)	sukupolvi polvi	suku- koko	$N_e$	F	luonnon- kanta
Meritaimen								
Isojoen	74/27	? 7 x 2	?(134 x 70) 68,4	2.	201			on
Daljoen	76/155L	7 x 2		1.	275	6.2	.08	heikentynt
Tornionjoen	78/126	71/9-parvi 1 x 1	?(132 ♀♂) 58	2.	359			38
Iijoen	1-75	1 x 1		1.	315	2	.25	häviämässä
	7/70	1 x 1		1.	76	2	.25	hävinnyt
	4/73	37 ♀♂	?(159 ♀♂) 25,3	2.	418			
	3/77	1 x 1; 7/70-parvi	?(297 ♀♂) 42,4	2.	300		>.25	
	1/78	190 ♀♂, luonnonemot	25 ♀x♂♂	1.-2.	500			
Lestijoen	9/77	2,4	?(273 ♀♂) 30	2.	678			on, heikko
	5/78	2,4	?(182 ♀♂) 31,7	2.	500			

Taulukko 3. Järvitaiminen emokalastojen tausta, efektiivinen populaatiokoko ( $N_e$ ) ja sukusiitosaste (F).

Laji/kanta	parven tunnus	1. sukupolvi perustajat ♀x♂ (kpl) mätää (l)	2. sukupolvi perustajat ♀x♂ (kpl) mätää (l) (parven koko)	sukupolvi	suku- polvi	koko 1983 kpl	$N_e$	F	Luonnon- kanta
<b>Järvitaimen</b>									
Juutuan	21/73	4 x 3	2,8	1.	199	7	.07	on	
	21/75	9 x 14	6,7	1.	2000	22	.02		
	21/77	16 x 20	12,6	1.	1600	36	.01		
	21/78	13 x 21	11,5	1.	200	32	.02		
Ivalojoen	ss/81-83				35				Luonnonkaloja
Pallasjärven	67,69	?		1.	50			?	39
	2/73	2 x 2		1.	407	4	.13		
Pöyrisjärven	2/76	2 x 3	2,0	1.	294	5	.10	?	
Kiellaajoen	77	7 x 2		1.	760	6	.08	?	
Varisjoen	2/71	5 x 3	3,4	2.	224	2	>.25	hävinnyt	
Kitkajoen	1/69		16,5						on
Jyrävän yläp.	4/72	?	?	1.	13				
	1/73	?	?						
	1/77	?	16,5						
		?	?						
		?	16,5						
	ss/76-77	luonnon emokalat (45 ♀♀, 55 ♂♂)		2.	995				
	1/77	?	16,5	0.-1.	100		<.01		
		?	?	2.	2700				
Jyrävän alap.									poikaset kasv. luonnonmädistä

Taulukko 4. Vuoksen ja Rautalammin reitin järvitäinen emokalastojen tausta, efektiivinen populaatiokoko ( $N_e$ ) ja sukusiitosaste (F) parven sisäisessä risteytyksessä.

Laji/kanta	parven tunnus	1. sukupolvi perustajat $\varnothing \times \sigma$ (kpl) mätiiä (1)	2. sukupolvi perustajat $\varnothing \times \sigma$ (kpl) mätiiä (1)	sukupolvi polvi	suku- koko 1983 kpl	$N_e$	F	luonnon- kanta	luonnonkantojen alkuperä
<b>Järvitäinen</b>									
Vuoksen	74/30-40	?JTV-68, laitostämädistä?	? (218 $\varnothing \sigma$ )	15	2./3.	40		tn Koitereen tai Lleksan kantaa	
	78/178	4 x 2	2,4		1.	599	5.3	.09	Pielisjoki
Rautalammin reitin	74/1,9,95	tn 68-parvesta	?		2.	81			Simunankoskesta
	75/A64	tn 68-parvesta	?		2.	171			
	80/142	?(1802 kpl 2+vuot ja	?(271 $\varnothing \sigma$ )	93	2.				
	80/140-142	2500 kpl 3+vuot useita $\varnothing \sigma$ v. 1970				520			Simunankoskesta
	5/74	? (Laukaalta mätiiä)			2.	420			
	2/78	? v. 1957 luonnonmätiiä -->v.1967, 28 l laitostm.	4 x 1	2,2	3.	1000	3.2	.16	Simunankoskesta
	79/Y1Y2	68-parvesta -->73/A38 } ?luonnonmädistä 71/45)	? (73/A38 $\varnothing \times \sigma$ 71/45 $\sigma \sigma$ )	3.		136			Simunankoskesta
	78	3 x 4	2,4	1.		670	7	.07	Äyskoskesta

Taulukko 5. Purotainen emokalastojen tausta, efektiivinen populaatiokoko ( $N_e$ ) ja sukusiitosaste (F).

Laji/kanta	parven tunnus	1. sukupolvi perustajat ♀x♂ (kpl) mätiiä (l)	2. sukupolvi perustajat (koko) ♀x♂ (kpl) mätiiä (l)	sukupolvi polvi	suku- koko 1983	$N_e$	F	luonnon- kanta
Purotainen								
Ohtaoja	1/71	?, luonnonemot, ss1/66	? (74 ♀♂)	1.-2.	138		on	
	1/74	?, luonnonemot, ss1/66	? (70 ♀♂)	1.-2.	185			
	1/79	ss1/66--> 1/71	?	2.-3.	500			
Kemijoen	ss79-ss81	52 ♀♂, luonnonemot		0.-1.	51			
	3/80	ss79-ss81	2 x 1	1.-2.	800	2.6	.19	
Luutajoen	1/79	11 x 11		1.	400	22	.02	



Taulukko 6. Järvilohen emokalastojen tausta, efektiivinen populaatiokoko ( $N_e$ ) ja sukusiitosaste ( F ) parven sisäisessä risteytyksessä.

Laji/kanta	parven tunnus	1. sukupolvi		2. sukupolvi		suku- polvi	koko 1982 kpl	$N_e$	F	Luonnonkantojen alkuperä	
		perustajat $\sigma \times \sigma$ (kpl) mätää (I)	vuosi	perustajat (parv. koko) kpl	mätää (I)						
Järvilohi	75/K1	?	12,1	1969	(469)	2.	342			{ Pielisjoesta Lieksanjoesta	
		?	12,5	1963			441			AS	
	76/189L	17x3	14,4			1.	415	10.2	.05	Pielisjoesta N	
	1/77	?	12,1	1969	?	2.	490			{ Pielisjoesta Kuurna Paihola Jakokoski	
	-77	10x3	2,0				2400	9.2	.05	Pielisjoki, Kuurna	
	3-5/69	?	12,5	1963 ?		2.	65			{ Lieksanjoesta Pielisjoesta Paihola Jakokoski	
		?	12,1	1969 ?							
	1/67	( ?	1,8	1969 ?				800			Pielisjoesta
		( ?	1,1	1967 ? (474)							
	1/80	10x3	8,6	( yhd. toiseen parveen				10400			Pielisjoesta

## PERINNÖLLISEN ERILAISTUMISEN MERKITYS KALAKANTOJEN HOIDON KANNALTA

MARJA-LIISA KOLJONEN<sup>1</sup>

Kalakantojen perinnöllisen erilaistumisen ehto on, että lisääntyvät yksilöt eivät sekoitu keskenään, vaan kannat pysyvät erillisinä jonkin pysyvän tekijän vaikutuksesta ja lisääntyvät säännöllisesti erillisinä. Tavallisin kantoja erottava tekijä on kutupaika mutta se voi olla myös kutuaika. Erikseen lisääntyvissä kannoissa tapahtuu muuttumista perinnöllisesti erilaiseksi sekä sattuman että erilaisista ympäristöistä aiheutuvien valintatekijöiden vaikutuksesta. Elinkyvyn kannalta merkityksellisempää on erilaistuminen, joka aiheutuu valintapaineiden vaikutuksesta. Erilaistuminen on lajin kannalta edullista, siten saadaan jokaiseen ympäristöön siinä mahdollisimman hyvin selviytyvä kanta.

Siihen, kuinka paljon kannat erilaistuvat toisistaan vaikuttavat kannasta toiseen muuttavien yksilöiden määrä, kannan koko ja erisuuntaisten valintapaineiden voimakkuus. Muutamien tai joissain tapauksissa muutamien kymmentenkään yksilöiden vaihtuminen sukupolvessa ei välttämättä hävittä erilaistumista. Valinnan vaikutus on sitä tehokkaampaa, mitä suuremmista populaatioista on kyse ja jo yli sadan kalan kannoissa valinnan vaikutus on selvä. Erisuuntaiset valintapaineet ovat sitä voimakkaampia, mitä erilaisempia ympäristöt ovat.

Erilaistumista saattaa tapahtua lähes kaikissa perinnöllisissä ominaisuuksissa. Hyvin suuri osa ominaisuuksista on ainakin osittain perinnöllisesti määrätynyt. Tällaisiksi tiedetään esim. kasvunopeus, smolttiutumiskä, sukukypsyysikä, mätimunankoko, kutuaika, kutunousunaika ja vaelluskäyttäytyminen. Kantojen väliset erot näissä ominaisuuksissa kertovat todennäköisesti paitsi perinnöllisistä eroista kantojen välillä myös kantojen ympäristöissä vaikuttavista erilaisista valintapaineista.

Koska edellämainittuihin ominaisuuksiin vaikuttaa kuitenkin aina

---

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto,  
PL 202, 00151 HELSINKI

myös ympäristö, kantojen välisten erojen mittaaminen niiden avulla on hankalaa. Helpompi mittaustapa, johon ympäristötekijät eivät vaikuta, on tutkia kantojen entsyymigeenejä. Entsyymigeenitietojen perusteella voidaan laskea onko kantojen välillä tilastollisesti merkitsevä ero erilaisten geenimuotojen osuuksissa. Samalla saadaan tieto siitä kuinka suurina kantojen väliset erot ovat. Tavallisesti yksittäisten kalojen tunnistaminen kannalleen ei kuitenkaan ole mahdollista. Tällaisten tutkimusten perusteella tiedetään, että kaikki Suomessa viljelyssä olevat lohikannat eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi eli ovat perinnöllisesti erilaistuneita.

Kantojen elinkyky on erilaistumisen ja sopeutumisen seurauksena paras niiden alkuperäisessä ympäristössä. Erilaistumalla tapahtuneen sopeutumisen merkitystä kannan elinkyvylle on vaikea mitata. Selvimmin se kuitenkin ilmenee tilanteissa, joissa kalakantoja on siirretty joesta toiseen. Erilaisten siirtoistutuskokeiden perusteella tiedetään, että siirretyt kannat eivät tavallisesti onnistu lisääntymään vieraassa joessa. Sopeutumisen merkityksestä kertovat sellaiset tulokset, että laitoksessa kasvatetut lohenoikaset palaavat todennäköisemmin takaisin, jos ne istutetaan omaan alkuperäiseen jokeen kuin viereiseen jokeen. Lisäksi lohien on havaittu palaavan istutusjokeen paremmin, jos joki sijaitsee lähellä niiden alkuperäistä jokea. Koiralohen istutuskokeissa on havaittu, että vieraisiin jokiin lohia palasi 5-10 kertaa vähemmän kuin siihen jokeen, josta kanta oli perustettu.

Kalakantojen perinnöllisen erilaistumisen huomioon ottaminen merkitsee, että kalakantoja ei saa tarkoituksettomasti sekoittaa ja toisaalta istutuskantaa valittaessa otetaan huomioon mahdollinen ennalta sopeutuminen tiettyyn ympäristöön. Kullekin vesialueelle tulisi istuttaa vain yhtä kantaa kutakin lajia. Alueille missä sekoittuminen luonnonkantoihin on mahdollista tulisi istutettavan kannan olla mahdollisimman läheistä sukua ja maantieteellisesti läheinen kanta, jolloin kantojen sekoittumisesta on mahdollisimman vähän haittaa.

Istutuskantaa valittaessa on olemassa periaatteessa kaksi vaihtoehtoa, 1) käytetään hyväksi alkuperäistä sopeutumista tai 2) mahdollistetaan uusi sopeutuminen. Tilanteissa, joissa lähistöllä on luonnonkanta, sen käyttäminen myös istutuskantana on paras vaihto-

ehto. Tapauksissa, joissa tahdotaan istuttaa kantaa muuttuneeseen tai lajille epätyypilliseen ympäristöön, uuden kannan luominen voi olla perusteltua. Tällöin useita lähiseutujen kantoja yhdistämällä luodaan kanta, jolla on mahdollisimman paljon perinnöllistä muuntelua ja siten hyvät edellytykset sopeutua uuteen ympäristöön. Sopeutuminen on kuitenkin varsin hidas tapahtuma ja kantojen yhdistäminen kannattaa vasta jos sopivaa kantaa ei ole olemassa etukäteen. Kärpäsillä tehdyillä kokeista kuitenkin tiedetään, että sopeutuminen on selvästi nopeampaa, jos kannassa on enemmän muuntelua.

## MAIDIN PAKASTAMINEN PERINTÖAINEKSEN SÄILYTTÄMISEKSI

KEIJO NYHOLM <sup>1</sup>

Lohikalojen maidin pakastusmenetelmät ovat kehittyneet viime vuosina niin, että niitä voidaan kokeilla perintöaineksen säilyttämiseen ns. maitipankeissa. Kalakannan perintöaines ja perinnöllinen muuntelu voidaan taltioida, kun pakastetaan riittävästi edustavan koirasjoukon maitia.

Geenipankilla voidaan lohikaloista puhuttaessa tarkoittaa maidissa olevan monipuolisen perintöaineksen säilyttämistä pakastettuna. Jotta pakastettu perintöaines voidaan palauttaa muuntelultaan köyhtyneeseen kalakantaan, tulee tavalla tai toisella turvata riittävä mädin saanti.

Maitipankin käyttö voi tulla kysymykseen esim. seuraavantalaisissa tapauksissa:

- Perintöaineksen säilyttäminen kalastuksen aiheuttamaa valintapainetta vastaan
- sairauksien ym. aiheuttaman tuhoutumisen varalta
- kun muin keinoin ei ole esim. taloudellisesti mahdollista säilyttää perintöainesta

Tehokkaasti ja suurina määrinä viljellyn kannan, josta on olemassa ns. varakannat, perintöaineksen säilyttäminen voidaan ja tuleeikin turvata oikein suoritetuilla hedelmöityksillä ja emokalojen valinnalla.

Pakastetun maidin tarve mätiyksikköä kohden on nykyisillä menetelmillä suuri. Sen käyttö tuleeikin kyseeseen lähinnä vain emokalastoja muodostettaessa. On mahdollista, että myöhemmin menetelmät paranevat niin, että maidin pakastusta voidaan käyttää muihin tarkoituksiin (esim. poikastuotanto).

Pakastusmenetelmät ovat vielä niin uusia, ettei ole selvää käsitystä siitä, kuinka kauan maidin hedelmöityskyky pakastettuna säilyy. Vuoden säilytyksestä on saatu kuitenkin joitakin hyviä tuloksia.

---

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskusalanviljelylaitos, 41360 VALKOLA

## LOHIKANTOJEN SÄÄTELYTOIMIKUNTA

JOUNI KITTI<sup>1</sup>

## 1. Johdanto

Lohijokien määrä Itämeren alueella on voimalaitosrakentamisen ja muun vesiluontoa muuttavan toiminnan johdosta vuosisadan vaihteen 65 joesta laskenut seitsemään. Suomen osalta vastaavasti 19 lohijoesta on jäljellä kaksi jokea (Tornio- ja Simojoki). 1950-luvulla alkoi uudemman kalastusteknologian turvin kehittyä lohen avomerikalastus, joka kasvatti saaliitaan siinä määrin, että ilman tehokasta kalanviljelyä lohikannat olisivat taantuneet. Lisäksi avomeripyynti alkoi verottaa lohikantoja siten, että saaliina oli syönnösvaelluksella olevat lohet ja pyynti oli siten valikoivampaa. Avomeripyynnin kehittyminen johti myös saalissuhteiden muutoksiin. Kun muutama kymmenen vuotta sitten lohisaaliista saatiin joki-, jokisuu- ja rannikkopyynnissä yli 40 % oli niiden osuus 1970-luvun jälimmäisellä puoliskolla laskenut n. 20 % ja jokisaaliin osuus enää 2-3 %. Vastaavasti avomeripyynnin osuus on tällä hetkellä n. 80 % Itämeren lohikannan kokonaissaaliista. Saalissuhteiden voimakkaasta muutoksesta on seurannut osittain luonnon vaelluspoikastuotannon romahtaminen mm. Tornionjoessa.

Viime vuosina on myös rannikon paunettipyynti voimakkaasti kehittynyt, mikä osaltaan vaarantaa lohikantoja, sen pyytäessä kuldulle vaeltavaa lohta. Vastaava rannikkopyynnin voimakas kehittyminen on tapahtunut myös Ruotsissa. Riittämättömän lohenviljelyn johdosta ei Itämeren alueen luonnonvaraista poikastuotantoa ole voitu riittävästi korvata ja sen seuraukset me tiedämme kaikki, lohikannat heikkenevät.

Viljeltyjen lohenpoikasten tuotanto on meillä nopeasti lisääntymässä velvoitteiden lisääntymisen ja valtion toimenpiteiden

---

1) Maa- ja metsätalousministeriö, kalastus- ja metsästysosasto, Vironkatu 7, 00170 HELSINKI

ansiosta. Lohikantojen tämänhetkinen uhanalainen tilanne vaatii sääätelytoimenpiteitä, ennen kaikkea mädin saannin turvaamista luonnonkaloista kalanviljelyn tarpeita varten.

Itämeren alueella toimivat kansalliset ja kansainväliset tutkimuselimet ovat suositelleet lohen nykyisen Itämeren saaliin alentamista 25 %, mikäli halutaan turvata vielä jäljellä olevien luonnonkantojen säilyminen ja lisätä lohenpoikasten luonnontuotantoa. Tämän suuruisen saaliin vähentäminen turvaisi myös luonnosta saatavat riittävät mätimäärät kalanviljelyä varten. Asian tuntijat ovat esittäneet saalistason laskua kaikkia pyyntimuotoja koskeviksi.

Tähän asti suoritetut sääätelytoimenpiteet ovat perustuneet kansainvälisen Itämeren kalastuskomission suositukseen jäsenmailleen kalastuksen säätelemään tähtääviksi toimenpiteiksi, jotka koskevat pyyntivälineitä, -laitteita ja pyyntitapoja sekä rauhoitus-aikoja ja -alueita. Koska Itämeren kalastuskomissiossa ei ole voitu sopia lohenkalastuksen kiintiöimisestä, on jouduttu kansallisella tasolla säätelemään kalastusta. Myös Ruotsissa pyritään turvaamaan lohen nousu jokiin kansallisissa säännöksin. 1.4.1983 asti Ruotsissa voimaan asetettiin, joka sisältää jokisuupyyntin rauhoittamisen alkukesällä kiinteillä pyydyksillä sekä erilaisia rajoituksia jokipyyntiin.

## 2. Lohikantojen sääätelytoimikunnan asettaminen

Lohikantojen heikon tilan johdosta maa- ja metsätalousministeriö asetti 11.12.1980 toimikunnan, jonka tehtävänä oli selvittää kiireellisesti lohikantojen suojelemiseksi tarvittavat toimenpiteet ja kiinnittää erityistä huomiota ei-ammattimaisen lohenpyyntin rajoittamiseen siinä määrin kuin se oli tarpeen lohikantojen turvaamiseksi ja ammattikalastajien toimeentulon turvaamiseksi sekä tarpeellisen lohen poikastuotannon tehostamiseksi.

Toimikuntaan, joka otti nimekseen "Lohikantojen sääätelytoimikunta" kuului jäsenenä 10 ammattikalastajaa, 4 kalastusalan järjes-

töjen edustajaa, 4 kalatalousviranomaisen edustajaa ja yksi lohitutkimuksiin perehtynyt henkilö sekä 4 sihteeriä.

Toimikunta käsitteli lukuisia lohenkalastukseen liittyviä kysymyksiä päästen lopulta yksimielisyyteen kalastuksen säätelyä koskevista ehdotuksista, korvauskysymyksiä lukuunottamatta. Toimikunta sai ehdotuksensa valmiiksi 20.12.1983 ja luovutti ministeri Yläjärvelle mietintönsä 16.2.1984.

### 3. Lohikantojen säätelytoimikunnan ehdotukset

Lohikantojen heikon tilan johdosta päättyi lohikantojen säätelytoimikunta ehdottamaan kalastuskapasiteetin rajoittamista. Sen mukaan lohenkalastus saatettaisiin luvanvaraiseksi Suomen kalastusvyöhykkeellä ja yleisellä vesialueella meressä. Tässä yhteydessä lohiverkot, lohisiimat ja rysäpyydykset varattaisiin pelkästään ammattikalastajien käyttöön.

Luvanvaraisuuden mahdollistamiseksi se esitti kalastuslain 6 §:ään uuden momentin ottamista ja 3 momentin muuttamista. Uuden 2 momentin mukaan asetuksella voitaisiin säätää, että vain kalastusta ammattimaisesti harjoittavilla henkilöillä on oikeus käyttää ammattimaisia pyydyksiä ja pyyntitapoja Suomen kalastusvyöhykkeellä ja yleisellä vesialueella meressä. Lakiesityksen mukaan merilohen ja -taimenen ammattimainen pyynti voitaisiin asetuksella säätää luvanvaraiseksi. Asetusluonnoksen 3 §:n mukaan merilohen ja meritaimenen kalastus ammattimaisilla pyydyksillä Suomen kalastusvyöhykkeellä olisi sallittu vain maa- ja metsätalousministeriön luvalla ja määräämillä ehdoilla. Maa- ja metsätalousministeriö siis antaisi tarkemmat ohjeet lupaehdoista, luvan hakemisesta ja luvan myöntämisestä. Sellaisten lohenkalastajien kohdalla, jotka saavat toimeentulostaan muusta kalastuksesta saattaa kysymys lohen ammattimaisesta kalastajasta olla vaikeasti ratkaistava. Tämän vuoksi asetusluonnoksen 2 §:n toiseen momenttiin on otettu säännösehdotus, että lohen ammattikalastajana pidetään ammattikalastajaa, jonka merilohen ja meritaimenen kalastuksesta saadut tulot ylittävät muusta kalastuksesta saadut tulot. Toisin sanoen lain tar-



koittaman lohien ammattimaisen kalastuksen lupasysteemin piiriin pääsevältä henkilöltä edellytettäisiin, että hän saa asetuksella määriteltävän osan toimeentulostaan KL 6 §:n 2 mom. tarkoittaman ammatin harjoittamisella.

Lupia myöntävän viranomaisen tulee ennen ratkaisun tekoa kiinnittää huomiota sen lisäksi mitä edellä sanottiin hakijan toimeentulon rakenteeseen samoin kuin lohikantojen tilaan ja muihin kalataloudellisiin näkökohtiin. Lupaa haettaisiin maa- ja metsätalousministeriön vahvistamaa kaavaketta käyttäen. Maa- ja metsätalousministeriölle osoitettu lupahakemus jätettäisiin liitteineen kyseessä olevan piirin kalastustoimistoon, jonka tulisi tarkastaa hakemukset sekä hankkeeseen tarpeelliseksi katsomansa lausunnot ja muut lisäselvitykset. Kalastuspiiri siis joutuisi kiinnittämään huomiota asetusluonnoksen 4 §:ssä mainittuihin seikkoihin. Toimikunta esitti kalastuslain 6 §:n 3 momenttia muutettavaksi. Eesityksen mukaan kalastuspiiri voisi silloin kun ammattimaisen kalastuksen tarve edellyttäisi vuokrata maa- ja metsätalousministeriön ohjeita noudattaen yleisellä vesialueella meressä olevan merilohen tai -taimenen pyyntipaikan taikka antaa määräajaksi luvan sen käyttämiseen jne. Ahvenanmaalaisten kalastajien luvat käsiteltäisiin Ahvenanmaan maakuntahallituksessa, koska kalastusta koskeva lainsäädäntövalta Ahvenanmaan maakunnassa kuuluu Ahvenanmaan maakäräjille.

Toimikunta katsoi, että pyynnin luvanvaraisuudella voidaan turvata niiden kalastajien asema, joiden toimeentulo on riippuvainen lohienkalastuksesta. Muusta ammatista toimeentulonsa saavat sekä virkistyskalastajat voisivat asetusluonnoksen 3 §:n mukaan pyytää lohta vain määrätyllä alueella siimalla, jossa on enintään 100 koukkua alusta kohti.

Toimikunta katsoi, että kalastuksen lupamenettely on välttämätön koska tehokas lohienpyynti on vähentänyt huomattavasti luonnontilassa olevien jokien lohikantoja. Lohienkalastuksen voimistuminen erityisesti avomerellä on johtanut siihen, että lisääntymisjokiin palaavien lohien määrä on riittämätön. Tämän kehityksen seurauksena suuri osa lohien poikasten kasvualueista Tor-

nio- ja Simojoessa on jäänyt tyhjiksi, jolloin lohen luonnonpoikastuotanto on alentunut niin jyrkästi, että villit lohikannat ovat vaarassa tuhoutua. Toimikunta totesikin, että luonnonkantojen pienentyessä vaaraantuu myös lohen viljely, koska viljelyn tulee perustua ensisijaisesti luonnosta saatavaan mätiin.

Muina toimenpiteinä lohikantojen turvaamisessa kalastuksen rajoittamisen lisäksi esitti säätelötoimikunta lohen nousun varmistamista niihin jokiin joissa poikastuotanto on mahdollista sekä toteuttamalla kutujoissa riittävää valvontaa. Tehostettua valvontaa toimikunta esitti suoritettavaksi Tornion-Muonionjoen, Simojoen ja Kiiminjoen varsilla sekä näiden suualueilla. Valvonnan tehostamiseksi toimikunta ehdotti 100 000 markan määrärahaa valtion vuoden 1985 tulo- ja menoarvioon.

Toimikunta katsoi, että lohikannat olisi myös turvattava istutuksin. Sellaisiin luonnontilassa olevien jokien (kuten Tornio ja Simojoki) poikastuotantoalueille, joihin lohi ei nouse riittävästi pitäisi istuttaa lohenpoikasia. Tätä varten vuoden 1985 valtion budjettiin toimikunta esitti varattavaksi 0,5 miljoonaa markkaa.

Toimikunta ehdotti myös valtion kalanviljelylaitoksen ja tutkimusyksikön rakentamista Perämerelle. Laitos tulisi tarkkailemaan velvoiteistutuksia varten tuotettujen poikasten laatua, tuottaisi vertailua varten poikasia, hankkisi mätiä sekä seuraisi kalatauteja. Kyseisen laitoksen pitäisi tuottaa myös lohenpoikasia siltä osin kuin velvoiteistutuksia pidetään riittämättöminä. Toimikunta esitti vuoden 1985 tulo- ja menoarvioon varattavaksi määräraha yksikön suunnittelua ja rakentamista varten.

Lohen säätelöyksen vaikutusta luonnonkantoihin olisi toimikunnan mielestä selvitettävä Tornionjoessa ja Simojoessa tehtävillä tutkimuksilla. Tällaiseen tutkimukseen olisi vuonna 1985 toimikunnan mielestä varattava puoli miljoonaa markkaa.

Mietintöön liittyi useita eriäviä mielipiteitä. Ne eivät kohdistuneet varsinaisesti mietinnön ehdotuksiin vaan siihen, että eh-

dotetuilla säätelytoimilla ei kyetä riittävän nopeasti ja tehokkaasti turvaamaan jäljellä olevia luonnonkantoja. Monissa eriävissä mielipiteissä on myös kiinnitetty huomiota korvausesitysten puuttumiseen. Toimikunnan ehdotuksilla siis pyritään siihen, että luonnonvaraisiin jokiin pääsisi riittävä määrä emokaloja ja että lohenviljely saisi tarvitsemansa mätimäärän emokalapyynnissä.

## VAELLUSKALAKANTOJEN ELVYTTÄMISTYÖRYHMÄ

EERO JUTILA<sup>1</sup>

Esityksen aiheena oli vaelluskalakantojen elvyttämistyöryhmän toiminnan esittely. Työryhmän puheenjohtajana toimi tarkastaja Pentti Munne maa- ja metsätalousministeriöstä ja jäseninä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen, Kalatalouden Keskusliiton, Suomen Kalamiesten Keskusliiton, Suomen Luonnonsuojeluliiton ja vesihallituksen edustajat. Seuraavassa on tiivistelmä työryhmän mietinnöstä (Työryhmämuistio MMM 1985:7).

Maa- ja metsätalousministeriö asetti 5.5.1983 työryhmän, jonka tehtävänä oli koordinoida eri tahoilla vesistöjemme vaelluskalakantojen suojelua ja elvyttämistä koskevat hankkeet. Työryhmä otti nimekseen vaelluskalakantojen elvyttämistyöryhmä. Työryhmän työn pohjaksi pyydettiin lausunnot metsähallitukselta, vesihallitukselta, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselta, kalastuspiirien kalastustoimistoilta ja vesipiirien vesitoimistoilta. Työryhmä on kuullut myös useita asiantuntijoita.

Muistiossaan työryhmä on tarkastellut maamme alkuperäisiä ja nykyisiä vaelluskalakantoja, niiden taantumiseen vaikuttaneita ja säilymistä nykyisin uhkaavia tekijöitä sekä vaelluskalakantojen elvyttämismenetelmiä: vesistöjen kalataloudellisia kunnostuksia, kalastuksen säätelyä sekä kalanviljely- ja istutustoimintaa. Koska vaelluskalakantojen tuhoutuminen on aiheutunut pääosin vesirakentamisen ja likaantumisen seurauksena tapahtuneesta vesistöjen muuttumisesta, on työryhmä katsonut elvyttämistoiminnassa ensisijaiseksi toimenpiteiksi vaelluskaloille sopivien elinympäristöjen muodostamisen ja lisäämisen. Tämän vuoksi muistio pääosin keskittyy kalataloudellisiin kunnostuksiin ja niiden edistämiseen liittyvien

hallinnollisten, oikeudellisten, taloudellisten ja biologisten näkökohtien tarkasteluun ja esitysten tekoon. Keskeisimmän osan muodostaa kalataloudellisten kunnostusten toimenpideohjelma kunnostuskohdeluetteloineen. Toimenpideohjelma jakautuu kahteen osaan: lyhyen ja pitkän aikavälin ohjelmaan.

Lyhyen aikavälin ohjelma on ensisijaisesti työohjelma koko maan kattavan, järjestelmällisen kunnostustoiminnan käynnistämiseksi. Se käsittää kunnostuskohdeluettelon luokkien I ja II kohteiden osalta esitettyjen toimenpiteiden toteuttamisen. Kohteet on pyritty esittämään kalastuspiireittäin tärkeysjärjestyksessä. Luokittelu kahteen luokkaan on tehty kiireellisyysjärjestyksen ja/tai toteuttamisvalmiuden perusteella siten, että luokkaan I sijoitetut kohteet on tarkoitettu välittömästi toteutettavaksi. Useat luokan II kohteet ovat sellaisia, joiden tärkeyden ja toteuttamisedellytysten selvittäminen vaatii lisäselvityksiä.

Luokkaan II sijoittamisen perusteena on saattanut olla myös kohteen I-luokkaan kuuluvia vähäisempi merkitys tai kiireellisyysaste. Suurin osa kalatie-esityksistä on sijoitettu II-luokkaan, vaikka niiden tarve on useimmiten ilmeinen ja ne tärkeytensä puolesta kuuluisivat I-luokkaan. Perusteena on se, että on katsottu tarpeelliseksi ennen hankkeen toteuttamiseen ryhtymistä selvittää kalateiden toimivuutta ja tarkoituksenmukaisinta rakennetta.

Pitkän aikavälin ohjelma käsittää seuraavat tehtävät:

- Lyhyen aikavälin ohjelmaan kuuluvien ja muiden kalataloudellisten kunnostusten toteuttamisen seuranta.
- Kalataloudellisten kunnostusten tuloksellisuuden seuranta ja siihen liittyvä tietojen hankinta, kokoaminen ja välittäminen.
- Kunnostusmenetelmien kehittäminen.
- Kalataloudellisten kunnostuskohteiden järjestelmällinen inventointi koko maan osalta, ja inventoinnin pohjalta laadittavan täydentävän ohjelman toteuttaminen.
- Mahdollisten muiden vaelluskalakantojen elvyttämisen edellyttämien toimenpiteiden toteuttaminen.

Tehtäviä hoitamaan tulee perustaa seurantaryhmä. Se ei osallistu perustiedon tuottamiseen, vaan hankkii ne kunnostuksia suunnittelevilta, toteuttavilta ja tutkimuksia suorittavilta organisaatioilta.

Pitkän aikavälin ohjelman puitteissa selvitetään myös kunnostuskohdeluettelon III luokan kohteiden merkitys. Tähän luokkaan on sisällytetty ne työryhmälle tehtyihin esityksiin kuuluneet kohteet, joiden merkityksen arviointiin ei tietojen puuttuessa ollut edellytyksiä tai joiden toteuttamista ei muuten pidetty ainakaan tässä vaiheessa tarkoituksenmukaisena. Lisäksi siihen on sisällytetty kohteita, joiden arvo ja merkitys on kiistaton, mutta joiden osalta kunnostustoimenpiteillä ei ole välitöntä kiirettä.

Lyhyen ja pitkän aikavälin ohjelmat esitetään aloitettaviksi välittömästi ja samanaikaisesti. Luokan I kohteiden osalle esitettyjen toimenpiteiden toteuttamisen kokonaiskustannuksiksi on arvioitu 10,1 milj. mk. Luokan II kohteiden osalta kustannukset ovat samaa suuruusluokkaa. Kiireellisimpien kunnostuskohteiden (I luokka) toteuttamiseksi olisi seuraavana viisivuotiskautena varattava vuosittain 2,5 milj. mk, ja seurantaan sekä selvityksiin 0,5 milj. mk, eli yhteensä 3,0 milj. mk.

Toimenpideohjelman lisäksi työryhmä on esittänyt lukuisia suosituksia, joista pääkohdat ovat seuraavat:

- Uiton lakattua vesistöissä jokialueet tulee entistää. Kriisiaikojen uittoväylävaraukset eivät saa olla kunnostuksen esteenä tai viranomaisten on ainakin sovittava kunnostustoimenpiteistä, jotka varauksista huolimatta voidaan toteuttaa.
- Jos uittoväylän, veneväylän ja poikastuotantoalueiden tarpeita ei voida tietyllä vesistöalueella yhdistää on viranomaisten sovittava siitä, minkä tarpeen pohjalta vesistöä kehitetään.
- Vesiensuojelutoimenpiteillä tulee turvata vaelluskalavesistöissä riittävän hyvä vedenlaatu.
- Vaelluskalojen kannalta tärkeissä vesistöissä tulisi tutkia vaihtoehtoja nykyistä vähemmän haitallisen säännöstelyjärjestelyjen aikaansaamiseksi.
- Lohen merikalastusta tulisi kiireellisesti ryhtyä säätelemään lohikantojen säätelytoimikunnan tavoitteiden mukaisesti. Toteutettavia toimenpiteitä tulisi soveltaa sopivilta osiltaan myös muihin vaelluskaloihin.

- Vaelluskalojen kannalta tärkeiden jokien suualueilla tulisi käydä kalaväylän rajat ja tarvittaessa merkitä ne vesistöön. Samoin tulisi käydä kalastusasetuksen 10 §:ssä mainitut kolmen ja viiden kilometrin rajat. Tarvittaessa tulee käyttää alueellisia ja määräaikaaisia kalastuskieltoja.
- Tärkeimmillä jokialueiden kalastuspaikoilla ja koskialueilla tulisi käydä valtaväylän rajat. Tarvittaessa tulee verkkokalastusta rajoittaa tai kieltää se määräajaksi kokonaan kunnostetuilla alueilla. Lisäksi vaelluskalojen kannalta tärkeissä joissa tulee muutenkin tarvittaessa rajoittaa kalastusta määräaikaaisin rauhoituksin (esim. viikkorauhoitus).
- Kalanviljelyssä tulee erityistä huomiota kiinnittää kantojen alkuperään, puhtauteen ja perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämiseen. Uhanalaisten lajien viljelyä tulee tehostaa.
- Kalataloudellisten kunnostusten suunnittelusta ja toteuttamisesta huolehtii myös tulevaisuudessa maa- ja metsätalousministeriön toimeksiantojen perusteella vesihallinto, joka kehittää organisaatiotaan kyseisten tehtävien asettamat vaatimukset huomioonottaen.
- Kalataloudellisissa kunnostushankkeissa tulee jo suunnitteluvaiheessa selvittää kalataloudellisten hoitotoimenpiteiden tarve ja suorittajat. Hoitotoiminta tulee aloittaa välittömästi kunnostuksen toteuttamisen jälkeen.
- Istutuksissa on ensisijaisesti käytettävä vesistön omaa kantaa.
- Kalataloudellisiin kunnostuksiin tulee liittää tulosten seuranta.

NEVAN LOHEN LUONNONMÄDINHANKINTA -  
TAVOITTEET, RISKIT JA TOTEUTUS

UNTO ESKELINEN <sup>1</sup>

## 1. Yleistä

Lohikalojen luonnonmädinhankinnan tavoitteet ja järjestäminen ovat jälleen viime vuosina olleet voimakkaasti esillä toisaalta perinnöllisyystieteellisten näkökohtien vahvistumisen seurauksena ja toisaalta siksi, että erityisesti lohen viljelyssä tapahtuneet nopeat muutokset ovat edellyttäneet mädinhankinnan tehostamista myös poikastuotannon tarpeita varten. Tässä esityksessä tarkastelen Nevan lohikannan luonnonmädinhankinnan tavoiteasettelun ja toteutuksen ongelmia Kymijokisuun kokemusten pohjalta.

## 2. Tavoitteet

Suomenlahden ja Selkämeren alueille istutettavan Nevan lohikannan kohdalla seuraavat lähtökohdat on muistettava tavoiteasettelussa:

- 1) Em. alueella ei ole luonnonvaraisia lohikantoja jäljellä.
- 2) Istutuksilla ei ole mahdollista luoda luonnossa lisääntyviä kalastusvahvuisia kantoja.
- 3) Koko istutusmateriaalin geneettinen tausta on neljän Neuvostoliitosta vuosina 1972-1978 tuodun mätierän emojen varassa. Emoja oli yhteensä noin 100 paria.
- 4) Tuotantotekniseltä kannalta mädintuotantarpeet eivät välttämättä edellytä luonnonmädinhankintaa.

Näistä lähtökohdista luonnonmädinhankinnan tavoitteiksi jäävät:

- Luonnonvalinnan mukanapito viljelykierrossa geneettisen muuntelun ja adaptiivisten ominaisuuksien turvaamiseksi.



- Mädituotantovarmuuden parantaminen rinnakkaisena tuotantomenetelmänä emokalaviljelylle.

Mädinhankinnan mitoituksen perustana ovat emoparvien perustamisen geneettiset tavoitteet. Jäkimmäinen tuotantotavoite toteutuu automaattisesti, jos riittäväksi katsottava kutupari määrä saadaan emoparvien perustamiseen. Jokaista 50 kutuparia kohti jää emoparvitarpeen yli mätimäärä, joka riittää 100 000 - 200 000 smoltin tuottamiseen.

Luonnonmädin hankinnan käyttö osana istukastuotannon mätitarpeen tyydyttämistä edellyttää jokavuotista pyyntiä, kun taas emoparvien sopiva perustamisväli on 2 vuotta. Jos molemmat tarpeet halutaan tyydyttää, lienee käytännöllisin toiminnan mitoitus sellainen, jossa riittävän laajapohjainen emoparvi saadaan kahden peräkkäisen vuoden yhdistelmäikäluokkana.

### 3. Riskit

Nevan lohen tärkeimpien istutusjokien suualueiden veden laatu, hydrografia sekä kalastus- ja kalavesien omistusolot ovat mädinhankintavarmuuden kannalta epäedullisia, minkä vuoksi istukastuotannon mätitarpeita ei ole syytä paljontaan laskea luonnonmädin hankinnan varaan, varsinkaan, jos hankintapaikkoja ei ole useita. Hyvin toimiva emokalaviljely on edelleen syytä pitää perustana sekä mitoittaa ja rytmittää tuotanto sen mukaisesti.

Tautien leviämisvaara on riski, joka on melko hyvin eliminotavissa emoparvien perustamiseen tarvittavien mätijä ja poikasmäärien kohdalla. Ongelma on mittavampi, jos karanteenitarpeita on sadoille tuhansille poikasille, mitä laajamittainen luonnonmädin käyttö istukastuotannossa edellyttänee.

Vaikka Nevan lohen tapauksessa ei olekaan kyse meillä alkuperäisen lohikannan suojelusta, on kantapuhtauden säilyttäminen perusteltua mm. mahdollisen jalostustarpeen vuoksi. Mädin hankintaa ajatellen riittäviä istutuksia on järkevää tehdä vain suurten jokien suualueille. Esimerkiksi Kymijoella entisenä lohijokena tehdään jo nyt lohen velvoiteistutuksia, ja niiden määrän kasvu on odotettavissa. Mitä enemmän on istuttajia, sitä enemmän on istutettavia kantoja. Epäilyjä kantasekoituksista on jo. Lohen kaupallisen ruokakalaviljelyn nopea lisääntyminen rannikkoalueella, myös jokisuiden lähialueilla,

lisää jo sinällään kantojen sekoittumisriskiä. Vielä suurempi tähän liittyvä ongelma on uusien lohikantojen tulo mätimarkkinoille. Kuviota ei voi hallita. Korostan heti, ettei näiden ongelmien esiin tuonti ole lohen ruokakalaviljelyn vastustuspuheenvuoro. Ao. viljelyn kehitys on tervetullut ja elinkeinon rakennetta monipuolistava lisä kalanviljelyyn. Mielestäni olisi vain suotavaa, että tietyn rannikonosan ruokakalaviljelyssä ja istutuksissa käytettäisiin samaa kantaa. Nevan kannan viljelyominaisuudet eivät ainakaan ole este. Syyt kantakirjävuu-teen lienevät sekä käytännöllisiä että taloudellisia. Jos lohesta vielä tulee markkinaistukas, on kantapuhtaus mädinhankinnassa turvattavissa vain merkinnöillä.

#### 4. Toteutus

Nevan lohella kierto luonnonmädistä emoiksi, niiden ensimmäisistä jälkeläisistä istukkaiksi ja merivaiheen jälkeen kutupyyn- tiin on kestänyt 9 vuotta. Toisaalta laitosemojen kutukierto ke- stää ainakin 7 vuotta. Näin ollen kaikkien perustaja- populaation emoikäluokkien jälkeläisten mätiä on saatavissa ensimmäisen kerran vuoden 1987 kutupyynnissä ja sen jälkeen parin vuoden ajan. Tuohon ajankohtaan mennessä mädinhankinta- menetelmän tulisi olla riittävän varma.

Nevan lohen luonnonmädhankinnan strategian tulee perustua riskien minimointiin. Pysyväisluonteisen mädinhankinnan jär- jestäminen erikseen Suomenlahden ja Selkämeren alueille on pe- rusteltua. Tällöin voidaan puolittaa epäonnistumisriskit, joi- den syynä ovat:

- Todetun taudin aiheuttama mädin siirto- tai käyttökielto
- Paikallisista olosuhteista johtuva pyynnin epäonnistumi- nen
- Kantasekaannukset toisessa pyyntipisteessä

Toimintamallina ihanteellinen olisi keskitetty ratkaisu, jossa olisi järjestettävissä poikasten vapautus, merkintä ja muu seuranta, emokalojen pyynti kiintein laittein ja säilytys, lypsyt, emojen tutkimusnäytteenotto sekä mahdollinen karantee- nihaudonta. Ainakaan Kymijokisuulla tälle toimintamallille ei ole edellytyksiä. Veden laatu joessa on heikko. Kalan nousun turvaaminen on vaikea. Tästä syystä pyynti ja säilytys on rat- kaistava erikseen.

Kymijokisuulla parhaaksi nähdyt ratkaisut pyynnissä ja säilytyksessä ovat seuraavat:

Pyynti: Pääpyyntimuotona loukkupyynti jokisuulahtien edustoilla. Vain näin on turvattavissa riittävä saalis ja eri aikoihin kudulle nousevien emojen edustavuus saaliissa.

Tukipyyntimuotoina tarvittaessa juuri kudun edellä verkko- ja nuottapyynti patojen alapuolelta.

Säilytys: Puhdasta murtovettä käyttävän säilytysaseman rakentaminen jokisuulahtien ulkopuolelle alueelle, joka täyttää huollon ja vesityksen tarpeet eikä ole liian kaukana sopivista pyyntipaikoista. Järjestelmässä tarvitaan hyvä elävän kalan siirtovene.

##### 5. Avoimia kysymyksiä

Onko perustajapopulaation koko riittävä? Onko tarpeen tai mahdollista lisätä meillä olevan kannan geneettistä muuntelua mädin lisätuonnilla?

Mitä hyötyä olisi lisääntyvän kannan, vaikkapa pienenkin, luomisesta Suomen puolelle?

Tuleeko luonnontilan aikainen kutuvaelluskäyttäytyminen säilyttää, kun lisääntymismahdollisuutta luonnossa ei ole?

Miten lohen merikalastusta säädellään tulevaisuudessa? Mitä käytännön mahdollisuuksia on uuden kalastuslain ja muun säädösten turvin parantaa mädinhankinnan edellytyksiä ilman, että joudutaan motiivien ristiriitaan: Lohia istutetaan, jotta turvattaisiin kalastusmahdollisuudet. Kalastus kielletään, jotta turvattaisiin istutusmahdollisuudet.

## VILJELYKALOJEN KUNNONTESTAUSOHJELMISTA

ANTTI SOIVIO<sup>1</sup>

## 1. Johdanto

Lohi-istutusten määrän jyrkkä kasvu 1970 -1980 lukujen vaihteessa johti nopeasti tarpeeseen seurata viljeltyjen istukkaiden laatua ja kuntoa. Silmämääräisen arvion (suomupeite, evien vauriot ja väritys) ei katsottu riittävän edes punnituksen ja mittauksen täydentämänä. Fysiologisen kuntotutkimuksen perustaksi otettiin taulukkoon 1 kerätyt kirjallisuustiedot lohen smolttiutumiseen liittyvistä muutoksista. Jo seurannan alkuvaiheessa oltiin siis tietoisia siitä, että smolttiutumisen tulee ajoittua istutusajankohtaan (koska päinvastaista mahdollisuutta ei käytännössä ole). Vuonna 1981 tämä toiminta nimettiin RKTL:n KTO:n suunnitelmissa osaprojektiksi 1302 (Lohi-istukkaiden laatu- ja kuntotarkkailu).

Tarkkailun ensisijaiseksi tavoitteeksi tuli alkuvaiheessa riittävän fysiologisen tiedoston kerääminen. Pian todettiin, että eri laitosten toisistaan poikkeavilla viljelyrutiineilla tuotettiin samasta mädistä toisistaan hyvinkin paljon poikkeavia istukkaita. Koska smolttiutumisen ja kalan kunnan on todettu riippuvan viljelyrutiineista, pyrittiin niistä saatavilla oleva tieto keräämään mahdollisimman tarkasti. Viljelytuloksia näihin tietoihin vertaamalla on saatu tärkeää, joskin vielä hajanaista näkemystä viljelyn vaikutuksista lohen smolttiutumiseen. Kun jo tarkkailun tässä vaiheessa alkaa näyttää siltä, että mm. käytetty rehu ja tietty viljelyrutiini vaikuttavat kumpikin erikseen istukkaan smolttiutumiseen ja istutus-kuntoon, en malta olla kiinnittämättä huomiotaan niihin mahdollisuuksiin, joita kalanviljelyn hallitseminen yksin istukas-tuotannossa soisi. On erittäin todennäköistä, että fysiologisesti oikea-aikaisesti istutettuna hyväkuntoinenkin poikas-erä antaa moninkertaisen saaliin väärin ajoitettuun istutukseen verrattuna. Lisätiedon hankkiminen suoraan kalanviljelyyn kohdistuvalla tutkimuksella on katsottava mielekkääksi ja erittäin tarkoituksenmukaiseksi rahansijoitukseksi.

---

1) Helsingin yliopiston Eläintieteen laitos, Fysiologian osasto, Arkadiankatu 7, 00100 HELSINKI

Taulukko 1. Smolttiutumisesa tapahtuvia muutoksia ja niihin johtavia fysiologisia mekanismeja.

Muutos	Smolttiutukseen verrattuna +/-	Fysiologinen vaikutusmekanismi / Varsinainen syy	Sääteilyllinen tausta
Hopeoituminen	+	guaniinin ja hypoksaantiinin kertyminen suomuihin	kilpirauhashormoonin (tyroksiini) lisääntynyt erityys
Evien reunojen tummuminen	+	pigmentoituminen	aivolisäkkeen ACTH-hormoonin ja kortisolin erityksen lisääntyminen
Poikaslaikut	-	pigmentin häviäminen	
Kudosten suola/vesitasapainon säätely merivedessä	+	kidusten kloridisolujen kehittyminen ja Na,K-ATPaasi-aktiivisuuden lisääntyminen	ACTH-hormoonin erityksen lisääntyminen
Suolaveden sieto	+	munuaisen ja kidusten suola/vesitasapainon säätelykyvyn kehittyminen	
Suolaiseen hakeutuminen	+		
Kyky kasvaa merivedessä	+		
Kuntokerroin	-	pyrstön pituuskasvu	kasvuhormoonin kiihtynyt erityys
Kasvunopeus	+		kilpirauhashormoonin lisääntynyt erityys
Hapenkulutus	+	kiihtynyt aineenvaihdunta	" "
Ammoniakin tuotto	+	kiihtynyt typpiaineenvaihdunta	" "
Ruumiinontelon rasvamäärä	+		adrenaliinin ja kortisolin erityksen lisääntyminen
Maksan glykogeenipitoisuus	-		
Veren sokeri	+		
Pohjakosketus	-	ilmarakon pullistuminen	sopeutuminen meriveteen?
Reviirihakuisuus	-		
Vaellushalukkuus	+	reviirikäyttäytymisen muutos	kilpirauhashormooni?
Valkosolujen määrä	-		kortisolin lisääntynyt erityys

## 2. Käytetyt menetelmät

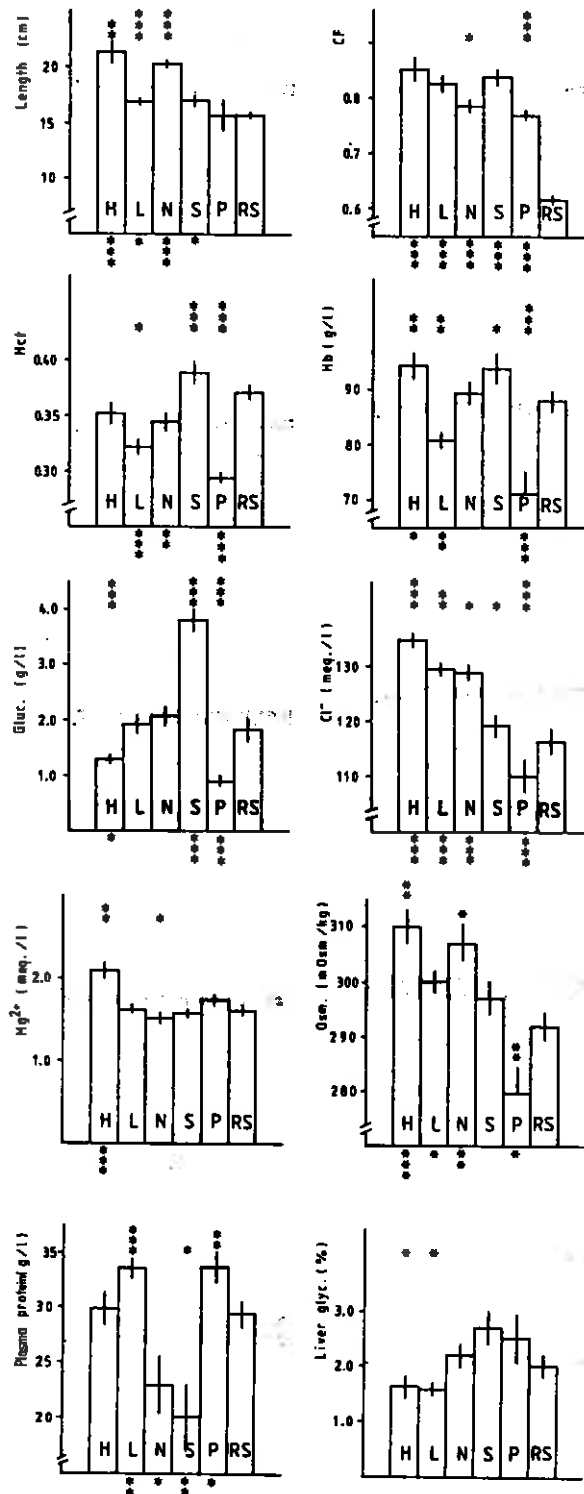
Kalojen kunto määriteltiin kullakin näytteenottokerralla silmämääräisen evien, kiduskansien ja kidusten kuntoarvion lisäksi mittaamalla veren hapenkuljetuskykyä kuvaavia suureita (hemoglobiinipitoisuus, hematokriittiarvo ja punasolujen keskimääräinen hemoglobiinipitoisuus, MCHC) sekä seuraamalla kalojen ravitsemuustilannetta (maksan ja lihaksen glykogeeni-pitoisuus, lihaksen ja koko kalan rasvapitoisuus, plasman proteiinipitoisuus). Plasman sokeri (glukoosi) ja maitohappo (laktaatti) pitoisuuksien perusteella arvioitiin kalojen häiriintyneisyyttä.

Kalojen smolttiutumisen vaihetta arvioitiin altistamalla kalat 28<sup>o</sup>/oo:n merivedelle kahdeksi vuorokaudeksi ja mittaamalla tämän jälkeen plasman osmolaalisuudessa, kloridi (Cl<sup>-</sup>)- ja magnesium (Mg<sup>2+</sup>)pitoisuudessa sekä lihaksen vesipitoisuudessa tapahtuneet muutokset murtovesiarvoihin verrattuna.

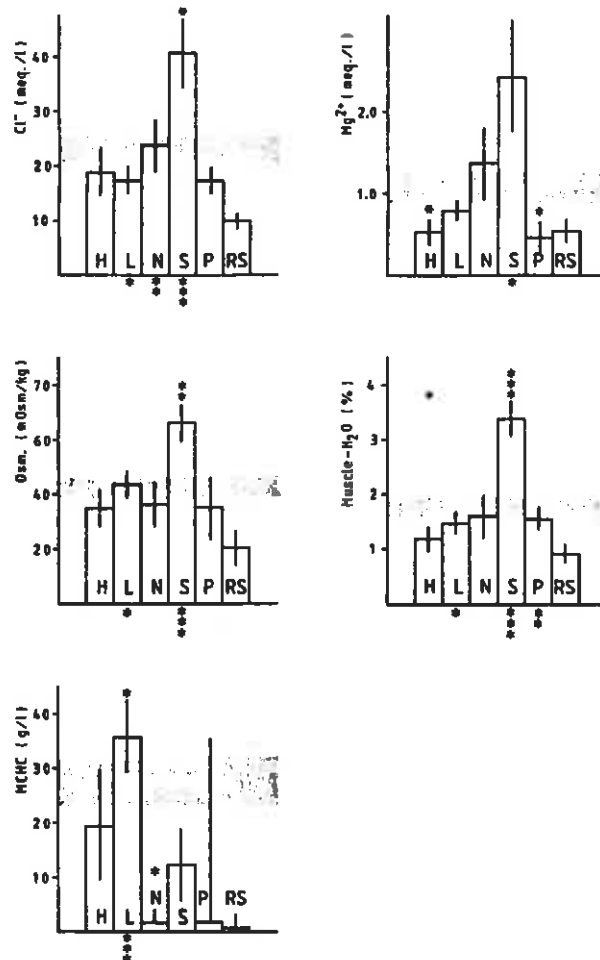
Edellä kuvattujen määritysten tuloksille on asetettu raja- l. "hyväksyttävyyss"arvot, jotka perustuvat usean vuoden seuranta-tuloksiin. Veren hemoglobiinipitoisuuden (Hb) tulee olla yli 85 g/l, maksan glykogeeni-pitoisuuden yli 1,5 % ja koko kalan rasvapitoisuuden yli 3 %. Vaellusvalmiutta suola-altistuksella testattaessa ei poikasryhmän plasman kloridipitoisuus saa ylittää 160 mekv/l eikä magnesiumipitoisuus 3 mekv/l. Plasman osmolalisuuden tulee pysyä alle 360 mOsm/l eikä lihaksen vesi-pitoisuus saa muuttua yli 2 %yksikköä. Altistuksen aikainen kuolleisuus ei saa ylittää 10 %. Poikaslaikkujen tulee olla jo hieman pehmenneitä, muttei mielellään kokonaan kadonneita.

## 3. Tuloksia muutamien esimerkein

Kuvassa 1 on esitetty RKT:n KTO:n sopimusviljelyssä olleiden nevan kannan lohien eräitä tutkittuja fysiologisia muuttujia ennen istutuskuljetusta. Jo näistä tuloksista voidaan havaita eri laitosten samasta mädistä tuottamien poikasten fysiologisen kunnon poikkeavan suuresti toisistaan. Kuvassa 2 on esitetty merivesialtistuksen aiheuttamat muutokset em. kalaryhmissä. Havaintojen perusteella Hanka-Taimenen pitkälle hopeoitunut kalaryhmä, jolla on korkea veren Hb ja pitkälle kehittynyt osmoottinen säätelykyky edustaa laadukasta istukasta. Saimaan Lohen kalaryhmän poikaslaikut olivat huomattavan selvästi näkyvissä ja niiden osmoottinen säätelykyky oli vielä heikosti kehittynyt. Tätä lienee hieman konpensoinut hyvä vararavintotilanne Saimaan Lohen kaloissa. Kuitenkin



Kuva 1. Kalan pituus, kuntokerroin (CF), veren hematokriittiarvo (Hct) ja hemoglobiinipitoisuus (Hb),<sup>24</sup> plasman sokeri- (gluc), kloridi-ioni- (Cl<sup>-</sup>), magnesiumioni- (Mg<sup>2+</sup>) ja proteiinipitoisuudet sekä osmolalisuus, (Osm.) ja maksan glykogeenipitoisuus (Liver glyc.) eri kalanviljelylaitoksilla istutuskuljetuksen alkaessa. H = Hanka-Taimen, L = Laukaan KKV, N = Nilakkalohi, S = Saimaan Lohi, P = Porlan KVL, RS = Simojoen luonnonpoikanen. Varjostettu alue: keskiarvo + keskiarvon keskivirhe kaikista viljellyistä kalaryhmistä. Tähdet osakuvioiden yläpuolella ilmoittavat kyseisen laitoksen tilastollisen eron laitosten keskiarvosta ja osakuvioiden allaolevat tähdet ilmoittavat laitoskohtaisten erojen merkitsevyyden Simojoen luonnonpoikasiin (t-testi). \* = P < 0,05 ; \*\* = P < 0,01 ; \*\*\* = P < 0,001.



Kuva 2. Merivesialtistuksen (48 t, saliniteetti 28 ‰) vaikutukset osmoottiseen ja ionitasapainoon eri istukasryhmissä. Tolpilla on ilmoitettu erot altistettujen ja makeanveden kalojen välillä. Selitykset kuten kuvassa 1, paitsi lihaksen vesipitoisuus (Muscle-H<sub>2</sub>O) ja MCHC ks. teksti.



on katsottava, että Saimaan Lohen istukkaat olivat smolttiutumisen alkuvaiheissa. Laukaan ja Nilakkalohen istukkaat sijoituivat Hanka-Taimenen ja Saimaan Lohen poikasten välille. Oman ryhmänsä muodostavat Porlan istukkaat, jotka osoittivat lähes Simojoen luonnonpoikasten tasoisia smolttiutumismuutoksia. Alhainen veren Hb ja glukoosi olivat laitospoikasillekin huonoja. Samoin suola-altistuksessa kuoli runsaasti kaloja. Viimeksi mainittuun saattaa yhtenä syynä olla altistuksen järjestäminen liian nopeasti kaloja rasittaneen nuottauksen jälkeen.

Suurimmat saalisluvut, sekä prosentuaalisesti että kiloissa laskettuna saatiin Hanka-Taimenen, Porlan ja Nilakkalohen istukkaista (Taulukko 2). Laukaan ja Saimaan Lohen istukkaat antoivat muita hieman huonomman saaliin, mikä saattaa johtua niiden istutushetkellä turhan kehitymättömästä smolttiutumisesta. Taulukossa 3 on kerättyä istukkaiden smolttiutumisen- ja kunto seurannan vertailu +/- menetelmää käyttäen ja tällöin on havaittavissa "lievä korrelaatio" smolttiutumismuutosten kehittyneisyyden ja saaliin välillä.

Tuloksia tulkittaessa on huomattava, että kyseessä oli istutusseuranta eikä smolttiutumistutkimus. Niinpä Porlan pieneenkin ryhmään (1 300 istukasta) mahtuu useampia erilaisia viljely- ja merkintäeriä, joiden keskiarvotuloksia tässä on käsitelty. Hajonta Porlan merkintäerien saalistuloksissa oli suuri.

#### 4. "Smoltin tekemisen" säätelystä

Koska smoltti on erittäin käsittelyherkkä tulisi istukas laitoksella viljellä sellaiseksi, että kuljetusaikana se olisi vielä jokipoikanen ja muuttuisi istutushetkellä "smoltiksi", joka uisi nopeasti ulos istutuspaikalta ja välttäisi näin mm. predaattorien aiheuttamat vaarat. Ongelma on siis varsin selvä ja helposti rajattavissa, mutta ratkaisu saattaa olla vaikea. Kun tutkimme taulukossa 1 olevia smolttiutumisen kuvaajia, tulee muistaa, että vain luonnonoloissa muutokset tapahtuvat synkroonisesti. Asiaa luonnossa helpottaa suuresti se, ettei kalan tarvitse lähteä vaellukselle, elleivät kaikki smolttiutumisen osatekijät ole kohdallaan. Kasvinkumppaneilleen voi aina toivottaa: "Tervemenoa, tulen ensi keväänä perässä". Istutuskäytäntö kalanviljelyssä on toisenlainen. Kalat istutetaan 2-vuotiaina - ennalta päätettynä ajankohtana, jonka määräävät kuljetuskaluston tehollinen käyttöajoitus ja laitosten tarve ulkoaltaiden tyhjentämiseen uusien poikaserien

Taulukko 2. Keväällä 1981 fysiologisesti tutkittujen istukasryhmien merkintäpalautukset tammikuussa -84 tehtyjen tulostusten perusteella. Olkiluodon istukkaat ovat IiJoen kantaa, muut NevaJoen. Näiden ryhmien merkintätutkimuksesta vastasivat Pekka Ahlfors, Olli Sumari, Kai Westman ja Alpo Ahoniemi.

istutuserä	keskipituus cm	istutusvuosi		2. vuosi		3. vuosi		yhteensä	
		%	kg/1000	%	kg/1000	%	kg/1000	%	kg/1000
<b>Istutuspaikka Ahvenkoski:</b>									
Hanka-Taimen	20.9	1.7	20	4.8	138	5.2	329	11.7	488
LKKVL I	16.0	0.1	0	2.2	42	2.3	115	4.6	158
II	16.1	0.1	0	4.6	113	3.1	140	7.8	253
III	15.9	0.9	6	2.1	56	2.4	122	5.4	185
IV	16.3	0.3	1	3.8	86	3.6	199	7.7	288
Nilakkalohi	19.2	0.5	3	5.7	136	4.1	241	10.3	381
Seimaan Lohi	18.1	0.6	4	3.9	90	4.5	246	9.0	342
Porlan kv1 I	15.2	0	0	1.2	26	4.8	268	6.0	294
II	16.5	0.6	5	4.5	137	5.5	300	10.6	443
<b>Istutuspaikka Kokemäenjokisuu:</b>									
Porraskoski I	15.1	0.5	0	0.5	7	0.5	32	1.5	40
II	15.1	0.9	0	1.2	33	0.3	9	2.3	42
<b>Istutuspaikka Kemijokisuu:</b>									
Olkiluoto	15.0	0.1	0	0.3	4	0.3	8	0.7	12

Taulukko 3 Fysiologisen ja merkintätutkimuksen keskinäinen vertailu kevään 1981 lohi-istukkaista "+/-" -asteikolla.

+ / ++ = keskimääräistä parempi  
 0 = lähellä keskiarvoa  
 - / -- = keskimääräistä heikompi  
 ? = ei havaintoja

	Koko	Vaelus valmius	Hapenkulje- tuskyky	Energia- varastot	Kuljetus- rasitus	"Ennuste"	Tulos	Tulos/ Koko
Hänke-Taimen	++	++	+	0	-	++	++	0
LKKVL	-	0	0	0	0	0	-	0
Nilakkalohi	+	0	0	0	-	0	0	0
Porlan kvl	-	++	-	++	?	+	+	+
Saimaan lohi	0	-	+	+	+	0	0	0
Porraskoski	-	-	++	---	?	-	--	--
Olkiluoto	-	--	--	0	?	--	--	--

alkaessa kuoriutua hallissa - täysin istukkaiden smolttiutumisvaiheesta riippumatta.

Kuvassa 3 on esitetty eräitä ulkoisia tekijöitä, jotka vaikuttavat täysikasvuiseen viljeltyyn lohikalaan. Mikseipä niillä olisi vaikutusta myös lohen herkempään pikkupoikasvaiheeseenkin. Eri valmistajien kaupallisten kalarehujen on havaittu tuottavan istukaskalat smolteiksi eriaikaisesti - huolimatta muuten samanlaisista viljelyoloista, ja veden laadun heikkenemisen on todettu kasvun hidastamisen lisäksi viivyttävän vaellusvietin heräämistä. Parven tiheys ja vesityksen määrä vaikuttavat joko suoranaisesti tai tautialttiutta lisäämällä istukkaiden smolttiutumisaikajankohtaan. Sekä lämpötila että valaistus (sekä valo-pimeä rytmi että valon voimakkuus) ja ennenkaikkea näiden keskenäinen suhde lienee eräs tehokkaimmista tavoista säädellä smolttiutumista. Periaatteessa lämpötilan kohottaminen ja valaistuksen määrän lisääminen aikaistavat keväästä smolttiutumista. Tutkimuksen puuttuessa ei "aikatauluja" kyetä vielä antamaan.

Suurimittaisessa istukasviljelyssä lämpötilan kohottaminen ei haudonta- ja starttivaihetta lukuunottamatta useinkaan ole kannattavaa suurten kustannuslisien vuoksi. Tekniikka kuitenkin kehittyy. Vielä vajaat 8 vuotta sitten ei eteläisessäkään Suomessa kyetty lohta varmuudella tuottamaan istutuskokoon kahdessa vuodessa, joka nykyään jopa ilman lämpimän veden käyttöä on pohjoisemopanakin lähes poikkeukseton rutiiniaika.

Viljely on onnistunut täydellisesti mikäli istukas on smoltti. Usein istukkaassa kuitenkin tavataan ainoastaan joitakin smolttin piirteitä. Tällöin istukkaan arvon ratkaisevat poikasen fyysinen kunto ja mahdollisuudet smolttiutua istutuksen jälkeen. Kalan fyysiseen kuntoon kyetään ratkaisevasti vaikuttamaan viljelymenetelmillä ja ruokinnalla (myös rehulla). Liian tiheässä ja vähävetisessä viljelyssä tuotetaan tautiherkkiä, usein pintaviallisia istukkaita. Samaan tulokseen ajaudutaan kaloja liiallisesti käsittelemällä, varsinkin lämpimän veden aikaan.

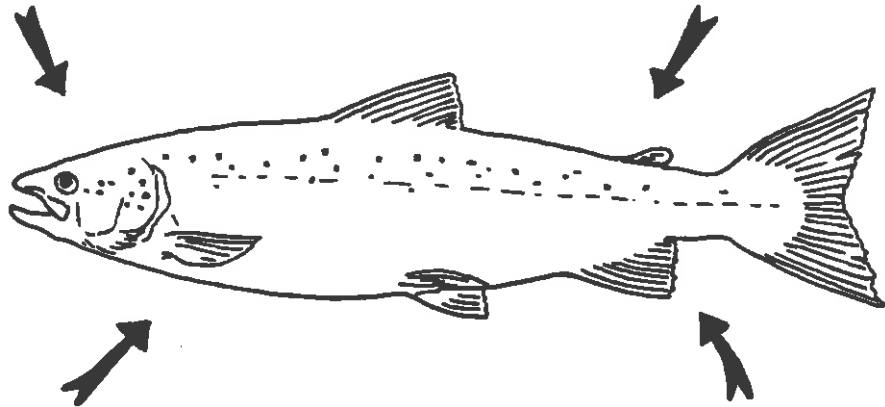
Maassamme tuotetaan sopimusviljelyjärjestelmän puitteissa Laukaan KKVL:n nevalaisen mädistä hyvinkin eri arvoisia istukkaita. Tämän todistavat myöhemmin saalistilastot ja merkkipalautukset ja tilanne voidaan jo nyt ennakoida fysiologisen seurannan avulla. Vastaus kysymykseen: "Miten hyvälaatuinen istukas tulisi tuottaa?" on vielä avoin. Pelkästään tuotannon

## KEMIALLISET

1. Vesikemia
2. Ravinto
3. Aineenvaihdunnan kuonat

## BIOLOGISET

1. Parven tiheys
2. Mikro- ja makro-organismit



## FYSIKAALISET

1. Lämpötila
2. Valaistus
3. Äänet
4. Liuenneet kaasut

## VILJELY

1. Käsittely
2. Siirrot
3. Ruokintamenetelmä
4. Hoitokylvetykset

Kuva 3. Lohikalan kasvuun ja kehittymiseen vaikuttavia ulkoisia tekijöitä.

tuloksia seuraamalla vie kohtuuttoman pitkän ajan ennenkuin saamme valmiudet laadukkaiden istukkaiden tuotantoon. Oikotietä ei onneen löydy tälläkään alueella, vaan kalanviljelyn ongelmat, myös huonon istukas - saalis -suhteen syyt, on selvitettävä suoraan kalanviljelyn ongelmiin puretuvalla tutkimuksella.

## MIKÄ ON HYVÄ SMOLTTI JA MITEN SE TEHDÄÄN?

ANTTI SOIVIO<sup>1</sup>

## 1. Johdanto

"Smoltiksi" eli vaelluspoikaseksi kutsutaan lohenpoikasta, jonka vaellusvalmius on jokivaiheen lopuksi herännyt ja karkoit-  
tanut poikasen reviiiriltään. Näin ollen vaellushalu luonnehtii  
smoltia kaikista parhaiten, ja käytännössä smoltista voidaankin  
puhua nykyään ainoastaan luonnonpoikasista keskusteltaessa. Luon-  
nonpoikasen vaellushaluan on helposti todettavissa - juuri sen  
kehityttyähän poikanen useimmiten joutuu tietoisuuteemme - uitu-  
aan tutkijan smolttirysään.

Vaellushalun ilmenemistä edeltävät luonnonpoikasessa useat  
muutokset. Osa näistä on silmin havaittavia, kuten esim. suomu-  
peitteen hopeoituminen, poikaslaikkujen katoaminen, evien ja eri-  
tyisesti niiden reunojen tummuminen sekä kalan "laihtuminen" eli  
pyrstön voimakkaasta pituuskasvusta johtuva kuntokertoimen lasku.  
Näitä näkyviä muutoksia edeltää kuitenkin joukko kalan sisäisiä  
- näkymättömiä - muutoksia, joiden seurauksia nuo näkyvät ilmiöt  
ainakin osittain ovat (taulukko 1).

---

1) Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos, fysiologian osasto,  
Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki

Taulukko 1. Eräitä smolttiutumiseen liittyviä kalan ulkonäön tai sisäisen tasapainon muutoksia.

Muutos	Smolttitaso jokipoika- seen verrattuna +/-	"Syy"
Hopeoituminen	+	guaniinin ja hypoxanttiin kertyminen suomuihin
Evien reunojen tummuminen	+	Pigmentoituminen
Poikaslaikut	-	
Suolaveteen sopeutuminen	+	
Suolaveden sieto	+	Suola/vesitasapainon muutos
Suolaiseen hakeutuminen	+	
Kyky kasvaa merivedessä	+	
Kidusten Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> - ATPaasiaktiivisuus	+	
Kuntokerroin	-	
Kasvunopeus	+	
Hapenkulutus	+	
Ammoniakin tuotto	+	
Maksan glykogeeni	-	
Veren sokeri	+	
Hormoonitoiminta	+	
Kilpirauhasen aktiivisuus	+	
Aivolisäkkeen kasvuhormoni	+	
Adrenaliini	+	
Kortisoli	+	
Pohjakosketus	-	
Reviirihakuisuus	-	
Vaellushalukkuus	+	
		Aineenvaihdunnan muutokset, jotka johtuvat hormonaalisista muutoksista

Sekä hopeoituminen että evien reunojen tummuminen ovat melko hyviä villin smoltin ulkoisina tuntomerkkeinä, mutta laitoskaloilla täydellinen "kirkastuminen" (myös poikaslaikut ihosta hävinneet) ja ennenkaikkea evien reunojen tummuminen ovat pienemmällä istutuskoisilla poikasilla hyvin harvoin tavattavia merkkejä. Lohen värimuutokset eivät olekaan luotettavia smolttiutumisasasteen kuvaajia, ja niinpä smolttiviljelyssä välttämätön kehitysvaiheen tunteminen vaatii fysiologisia lisätutkimuksia (taulukko 1).



Viljelyksellisesti kalan kehitysvaiheen tarkka tunteminen on ensiarvoisen tärkeää, koska pitkälle smolttiutuneen kalan kaikkien käsittely huonontaa istutustulosta merkittävästi. Samoin liian aikaisin istutettu kalaryhmä antaa huonon tuloksen. Viljelytulokseen vaikuttaminen on näihin asti rajoittunut kasvunopeuden lisäämiseen ja aivan viime aikoina ihmettelyyn, miksi kalat menettävät selkävänsä. Muutama sana lieneekin paikallaan, mitkä ulkoiset tekijät vaikuttavat lohikalan kehittymiseen ja kasvuun intensiivisessä kalanviljelyssä.

## 2. Kemiaalliset vaikuttajat

Kaloihin tietysti viljelyveden kemia ja ympäristömyrkyt vaikuttavat voimakkaasti ja varsinkin jälkimmäiset etupäässä haitalliseen suuntaan. Näille muuttujille emme yleensä kohtuullisin kustannuksin kykene tekemään mitään, vaan alistumme vallitseviin olosuhteisiin. Typelliset ja muut aineenvaihdunnalliset jätteet viljelyvedessä heikentävät oleellisesti kalojen menestymistä, joten niitä tulee välttää. Huono vedenlaatu johtaa yleensä kalojen kunnan heikkenemiseen ja sen myötä tautivaaran lisääntymiseen. Tilanne on hallinnassamme sikäli, että veden laatu on helppo parantaa joko vesitystä lisäämällä tai kalakuormaa pienentämällä.

Käytetyn ruokavalion (rehun) koostumus on oleellinen kalan kehitykseen ja kasvuun vaikuttava kemiallinen tekijä. Laukaan keskuskalanviljelylaitoksessa tekemiemme rehututkimusten perusteella voidaan todeta, että käytetyt kaupalliset lohirehut vaikuttavat ainakin lohienpoikasen rasvapitoisuuteen, energiavarastojen määrään, fyysiseen kuntoon ja smolttiutumisaikajankohtaan.

## 3. Biologiset vaikuttajat

Parven viljelytiheys tai ilmeisesti liikkumistila sivusuunnassa on eräs viljelyn minimitekijöistä. Liian tiheässä parvessa kalat rasittuvat, ja niiden iho saattaa vaurioitua, jolloin erilaiset tauditeja aiheuttavat mikro-organismit (bakteerit ja virukset) sekä loiset alkavat kukoistaa parvessamme. Seurauksena on kylvetysten ja hoitotoimien ansiosta lisärasitusta, joka jälleen heikentää kalaa. Asia saadaan korjatuksi vain säätämällä parven tiheys ja vesitys sellaisiksi, että kalat parveutuvat tasaisesti.

#### 4. Fysikaaliset vaikuttajat

Liuennut happi on eräs tunnetuimmista viljelykalojen minimitekijöistä lähes jokaisella laitoksella. Intensiivisessä kalanviljelyssä ei poistoveden happikyllästeisyys voi laskea alle 70 %:n ilman, että kalalle on siitä selvää häiriötä. Kaasujen ylikyllästeisyys puolestaan, varsinkin typen osalta, johtaa nopeasti kaasukuplatautiin, joka on kaloja tappava.

Lohikalat ovat herkkiä eräille äänitaajuuksille. Kaikkihan tietävät, että äkilliset kolahdukset, jopa askeläänet allaspenkalla, saavat aikaan pakoreaktioita kalaparvessa. Erityisen herkkiä lohikalat näyttävät olevan jaksoluvuille 330 - 400 Hz, jotka ovat yleisiä pumppuväriinöissä.

Valaistus, erityisesti sen voimakkuus ja valojakson pituus vaihtelevat luonnossa vuodenajan mukaan. Varsinkin keskitalvella on yksikesäiselläkin luonnonpoikasella käytössään hyvin vähän valoa niin määrällisesti kuin ajallisestikin. Kesällä saattaa valaistusjakson pituus taas olla jopa kuukausien pituinen.

Vaihtolämpöisten eläinten, kuten kalojen, kaikkien elintointojen vilkkaus on riippuvainen ympäristön lämpötilasta. Aineenvaihdunnan reaktiot kiihtyvät hieman yli kaksinkertaiseksi lämpötilan kohotessa 10 astetta. Tähän yleissääntöön on lukuisia poikkeuksia, jotka äärimmäisissä lämpötiloissa ( $T < 1^{\circ}$  tai  $> 20^{\circ}$ ) entisestään mutkistavat kalojen elämää.

#### 5. Viljely

Kalojen käsittely, haaviminen ja istutus- ym. siirtotoimet häiritsevät normaalissa viljelyrutiinissa kalojen jokapäiväistä rauhaa. Liiallinen häirintä stressaa kaloja niin, että viljelijä saa aiheen kalojensa hoitokylvetyksiin, koska kalataudit ja loisvaivat ilmenevät nimenomaan huonokuntoisissa kalaryhmissä.

Ruokintamenetelmillä on erittäin suuri vaikutus kalojen kasvuun ja kehittymiseen. On selvää, että keskustelu automaattiruokinnan tai käsiruokinnan etevämmydestä tulee jatkumaan vielä pitkään. Viimeaikainen ruokinta-automaattien kehittyminen antaa kuitenkin aiheen ounastella, että tämä ruokintatyyppe on ottamassa "konkarinaskelta" kehityksessään; kiitos uuden rehuteknologian, rehu saadaan kalan ulottuville huomattavasti entistä tehokkaammin.

Automaattiruokinnan haittapuolena tulee edelleen säilymään se, että käsiruokintaan liittyvä kalojen toistuva "automaattinen" tarkkailu jää toteuttamatta.

## 6. Smoltin tekemisen säätelymahdollisuuksia

Nykyisissä viljelyoloissa, kun vapautusallasideologia on vasta lyömässä itseään läpi Suomessa, tulisi istukas kyetä viljelemään laitoksella sellaiseksi, että se vielä hyvin kestää kuljetuksen, mutta on istutuksen jälkeen parhaassa vaellusvireessään. Ongelma on siis varsin selväpiirteinen, mutta sen ratkaiseminen tuottaa edelleen vaikeuksia. Kun tutkimme taulukkoon 1 kerättyjä smolttiutumisen kuvaajia, tulee muistaa, että vain luonnonoloissa kyseiset muutokset tapahtuvat sykroonisesti. Asiaa luonnossa helpottaa se, ettei kalan tarvitse lähteä vaellukselle, elleivät kaikki smolttiutumisen osatekijät ole kohdallaan. Kavereilleen voi aina toivottaa: "Tervemenoa, tulen ensi keväänä perässä". Istutuskäytäntö kalanviljelyssä on tiettävästi hieman erilainen, vaikka koe-ryhmät ovatkin osoittaneet, että 3-vuotias istukas yleensä antaa hyvän saaliin.

Viljelykokein, joita suurimmassa mittakaavassa on maassamme toteutettu Olkiluodon lohilaitoksella, on selvästi osoitettu, että lohen smolttiutumisajoitukseen voidaan vaikuttaa lämpötilaa, valaistusta (rytmi ja jaksotus) ja kalatiheyttä muuttamalla. Lämmön kohottaminen parantaa kalan kasvua, mutta se näyttää myös ennenaikaistavan smolttiutumista, varsinkin jos valaistuksen määrä pidetään suurena. Valojaksoa lyhentämällä ja valaistuksen voimakkuutta pienentämällä saadaan smolttiutuminen hidastumaan. Yhdistämällä sekä valojakson että lämpötilan säätely samaan kalaryhmään on tuotettavissa oikea-aikaisia istukkaita, joiden kuljetus jopa kyetään hoitamaan kylmän veden aikana, mikäli riittävät vastaanottotilat ovat käytettävissä. Myöskin kalojen stressiä lisäämällä kyetään smolttiutumista viivyttämään. Viljelyrutiinina tämä on kuitenkin varsin kyseenalainen, koska parven sairastuvuus lisääntyy merkittävästi. Lisäksi tuotetut poikaset ovat normaaleja istukkaita huonokuntoisempia.

Tavanomaisessa viljelyssä lämpötilan kohottaminen ei haudontaja starttivaiheita lukuunottamatta useinkaan ole mahdollista suurten kustannusten vuoksi. Tekniikka kuitenkin kehittyy, sillä vie-

lä vajaat 10 vuotta sitten ei eteläisessäkään Suomessa kyetty varmuudella tuottamaan lohta istutuskokoon kahdessa vuodessa, joka nykyään on lähes poikkeukseton rutiini. Valaistuksen voimakkuuden ja valointensiteetin säätely sitävastoin ovat mahdollisuuksien rajoissa maa-allasviljelyssäkin. Olkiluodon kokemusten perusteella on valojaksoa ja valon voimakkuutta kyettävä säätämään, mikäli lähdetään viljelyssä kalojen keinolliseen lämmittämiseen. Tämä toisaalta on lähes välttämätöntä, mikäli huomattava osa poikasista pyritään saamaan normaalikesinä istutuskokoon 1-vuotiaina.

Mikäli istukas on smoltti, on viljely onnistunut täydellisesti. Usein istukkaassa kuitenkin tavataan ainoastaan joitakin smoltin piirteitä. Tällöin istukkaan arvon ratkaisevat poikasen fyysinen kunto ja mahdollisuudet smolttiutua istutuksen jälkeen. Kalan fyysiseen kuntoon kyetään vaikuttamaan ratkaisevasti viljelymenetelmillä ja ruokinnalla (myös rehulla). Liian tiheässä ta vähävetisessä viljelyssä tuotetaan tautiherkkiä, usein pintaviallisia istukkaita. Samaan tulokseen ajaututaan kaloja liiallisesti käsittelemällä. Tässä on monta ristiriitaisuutta; ainoastaan lajittelemalla kyetään tuottamaan tasalaatuisia, samankokoisia kaloja, mutta lajittelu rasittaa kaloja, varsinkin lämpimän veden aikaan, jopa kohtuuttomasti. Tästä taas seuraa kalojen kylvetyksiä jne.

Paitsi kalojen rehun saantia, joka ensisijaisesti vaikuttaa niiden kasvuun, myös rehun laatu vaikuttaa istukkaan laatuun, nimittäin smolttiutumisen ajoittumiseen. Olisi siis kyettävä valitsemaan oikeaa hyvälaatuisia rehua, mutta... (kunhan rehutehtaat itsekin tietäisivät, mitä kaikkea heidän rehuissaan on ja mitä sieltä puuttuu!).

Nykyisen tietämyksen puitteissa on mahdotonta antaa yksiselitteisiä ohjeita siitä, kuinka hyvä smoltti tehdään. Voimme kuitenkin todeta, että on lukuisia tapoja tehdä parempia ja ehkä vielä enemmän tapoja tehdä huonompia istukkaita.

## VASTAANOTTO- JA VAPAUTUSALTAIDEN KÄYTTÖ LOHENPOIKASTEN ISTUTUKSISSA

KAI WESTMAN<sup>1</sup>

### 1. Vastaanottoaltaat

Merkittävä osa Suomessa vuosittain istutetuista lohenpoikasista tuotetaan muualla kuin istutusvesistöissä. Poikaset joudutaan tämän vuoksi kuljettamaan istutusalueelle. Kalojen toivuttamiseksi kuljetuksen aiheuttamista rasituksista ja sopeuttamiseksi istutusvesistön olosuhteisiin niitä olisi syytä säilyttää jonkin aikaa istutusalueella ennen istutusta. Tämä voidaan tehdä vastaanottoaltaissa, joiden käytöstä on kalaistutuksissa mm. seuraavia etuja:

- kalat elpyvät kuljetusrasituksesta ennen istutusta
- muualla kasvatetut poikaset leimautuvat istutusjokeen
- eri kalanviljelylaitoksissa ja eri olosuhteissa kasvatetut poikaset tottuvat ja sopeutuvat paikallisiin lämpötila-, valaistus-, veden laatu- ym. ympäristöolosuhteisiin
- vastaanottoaltaisiin hyvissä ajoin tuotujen poikasten vaellusvalmius voi kehittyä luonnonmukaisesti
- eri olosuhteissa kasvatettujen poikasten keskinäisiä eroja voidaan jossain määrin tasoittaa ja vaellusvalmiuden kehittymistä yhdenmukaistaa vastaanottoaltaissa
- kalojen kuljetukset istutusjoille voidaan ajoittaa pitkälle aikavälille, mikä vähentää kuljetuskaluston tarvetta ja estää kuljetusten ruuhkautumisen
- poikasten laadun, kunnon ja terveydentilan parantaminen on mahdollista hoitokylvetyksillä, altaiden vedenvaihdon ja virtausnopeuden lisäämisellä, ruokinnalla jne. ennen istutusta

---

<sup>1)</sup> Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Pl 202, 00151 HELSINKI

- poikasten merkintä on mahdollista suorittaa vastaanottotilojen yhteydessä
- poikasten laatua, kuntoa, terveydentilaa ym. seikkoja voidaan tarkkailla ja tutkia

Velvoiteistutuksissa vastaanottoaltaiden käyttö helpottaa lisäksi viranomaisten suorittamaa istutusten valvontaa.

Vastaanottoaltaat on vesitettävä istutusjoen vedellä ja niiden on sovelluttava poikasten säilyttämiseen useidenkin kuukausien ajan. Altaiden olisi kokonsa, muotonsa ja materiaalsuurensa puolesta sovelluttava kalojen tarkkailuun, hoitokylvytysten antamiseen ja näytteiden ottoon. Altaita tulisi lisäksi olla niin runsaasti, että eri laitoksista peräisin olevat kalat ja istutuserät, jotka halutaan pitää erillään, voidaan sijoittaa omiin altaisiinsa.

## 2. Vapautusaltaat

Islannissa ryhdyttiin 1970-luvulla tutkimaan lohenpoikasten omaehtoisen vaellukselle lähdön vaikutusta istutustulokseen. Vapautusaltaista (release pond) vaellukselle vapaasti lähtevien poikasten vertailuna lohia istutettiin myös suoraan jokiveteen. Vapautusaltaiden käyttö lisäsi jokiin palanneiden aikuisten lohien määrän kaksin- nelinkertaiseksi suoriin istutuksiin verrattuna. Tulosten perusteella todettiin, ettei lohenpoikasten istutuksia ilman vapautusaltaiden käyttöä tulisi Islannissa enää jatkaa (ISAKSSON ja BERGMAN 1978, ISAKSSON ym. 1978).

Suomessa kokeiltiin keväällä 1983 Olkiluodon lohilaitoksen yhteydessä lohenpoikasten omaehtoista lähtöä kalankasvatusaltaasta. Muovinen uoma-allas (4 x 30 m) muutettiin vapautusaltaaksi madaltamalla altaan takareunaa. Kalojen oli silloin mahdollista uida vapaasti altaasta poistoveden mukana. Kokeissa käytetyt 1 000 kpl 1-vuotiaita Nevan lohia poistui-  
vat altaasta 27.4.-31.5. 1983 välisenä aikana puisen kalatien kautta alapuolella olevaan kanavaan ja puroon ja sitä kautta mereen. Merialueella suoritettiin vertailumielessä istutuksia samaa kasvatuserää olevilla Nevan lohilla. Merkinnöistä ei vielä ole saatavissa tuloksia.

Antamalla lohenpoikasten lähteä merivaellukselle omaehtoisesti voidaan ulkomaisten tutkimustulosten perusteella istutustuloksia parantaa merkittävästi. Tällä istutusmenetelmällä voidaan lisäksi varmistaa, että kaikki poikaset todella ovat vaellusvalmiita eivätkä pyri ennenaikaisesti takaisin istutusjokeen tai lähijokiin. Perämeren alueella tämä on erityisen tärkeää Tornionjoen ja Simojoen vielä jäljellä olevien alkuperäisten lohikantojen suojelemiseksi.

Vapautusaltaiden koko ja muoto sekä materiaali voivat ilmeisesti vaihdella paljonkin. Oleellista on, että pohjakosketuksesta irtautuvat lohen vaelluspoikaset osaavat helposti hakeutua pois altaasta. Mikäli istutusalueella on vastaanottoaltaita, tulisi vapautusaltaat sijoittaa niiden välittömään läheisyyteen kalojen kuljetusten minimoimiseksi. Toisaalta voidaan vastaanottoaltaat myös helposti rakentaa sellaisiksi, että lohenpoikaset voivat niistä poistua omaehtoisesti.

Mikäli muualla kasvatetut poikaset tuodaan suoraan vapautusaltaisiin kuukausia ennen istutusta, on altaiden sovellettava kalojen ruokintaan, hoitoon, tarkkailuun, lukumäärän arviointiin jne. samalla tavalla kuin vastaanottoaltaidenkin. Vähintään kuukautta ennen poikasten lähtöä ne on kuitenkin rauhoitettava kaikenlaiselta käsittelyltä ja häiriöltä.

Vapautusaltaat on sijoitettava siten, että lähtevät poikaset pääsevät istutusalueella sellaiseen kohtaan, jossa predaatio-, kalastus-, jätevesi- ym. haitat ovat mahdollisimman vähäiset.

Vaikuttaa siltä, että muualla kuin istutusvesistöissä tuotetut lohenpoikaset olisi edullisinta tuoda istutusalueelle jo istutusta edeltävänä syksynä, jotta niiden vaellusvalmius voisi kehittyä paikallisten olosuhteiden mukaisesti ja jotta smolttiutuvia, käsittelylle herkkiä poikasia ei jouduttaisi enää keväällä, merivaelluksen lähestyessä kuljettamaan ja muutenkaan häiritsemään.

## Kirjallisuus

- ISAKSSON, A. & BERGMAN, P.K. 1978: An evaluation of two tagging methods and survival rates of different age and treatment groups of hatchery-reared Atlantic salmon smolts. - J. Agr. Res. Iceland 10 (2): 74-99.
- ISAKSSON, A., RASCH, T. & POE, P. 1978: An evaluation of smolt releases into a salmon and a non-salmon producing stream using two release methods. - J. Agr. Res. Iceland 10 (2): 110-113.



## KALANVILJELYALTAIDEN HYDRAULIIKASTA

TIMO MÄKINEN<sup>1</sup>

## 1. Yleistä

Kalojen viljelyssä kalat joudutaan altistamaan luonnonolosuhteista jyrkästi poikkeaviin olosuhteisiin. Suuren kalatiheyden keskittäminen suhteellisen pieneen vesitilavuuteen saattaa aikaansaada ympäristön, joka on hyvin haitallinen optimaalisen kasvun ja kehityksen kannalta.

Käytössä olevat kasvatusallastyypit poikkeavat toisistaan käyttötehokkuudessaan sekä tavassa, jolla niissä turvataan kalan ympäristön laatu.

Periaatteellisesti erottuu kuitenkin vain kaksi kalanviljelyaltaan perustyyppiä: uoma-allas (kanava, raceway) ja pyöröallas. Altaiden ominaisuudet voidaan aina palauttaa näihin kahteen perustyyppiin, vaikka vaihtelu näyttääkin olevan varsin laaja.

Kalanviljelyaltaita sinänsä on tutkittu lähinnä fysikaalisten ominaisuuksien ja biologisen kapasiteetin kannalta. Altaiden hydraulikan suoranainen selvittely on sen sijaan jäänyt vähemmälle. Kuitenkin vain hydraulisten ominaisuuksien tarkalla selvittelyllä ja niiden yhteyksien kartoittamisella muihin muuttujiin on mahdollista päästä altaiden suunnittelussa selkeään optimointiin.

## 2. Uoma-altaan virtausmalli

Veden virtaus avoimessa kanavassa noudattaa seuraavanlaista yleistä mallia:

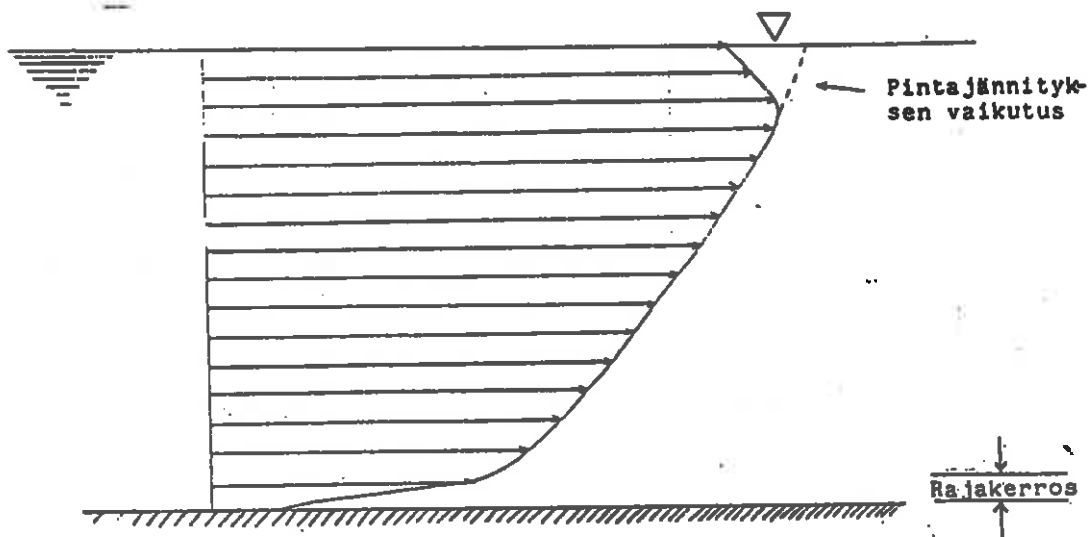
Hyvin hitailla virtausnopeuksilla virtaustila ei ole turbulenttinen. Nesteen liikkeen kanavassa alaspäin voidaan ajatella olevan laminaarinen tai ikäänkuin "ladottu kerros kerrokselta", vaikka todellista tilannetta tämä yksinkertaistaa hui-

---

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos, 41360 VALKOLA

kan liikaa. Nopeuksien jakautuminen vertikaalisuunnassa on parabolinen. Tietyn rajakerroksen alapuolella nopeus on nolla, mutta kasvaa nopeasti tästä ylöspäin, kunnes saavuttaa maksimin vähän vapaan vesipinnan alapuolella ja sitten hidastuu hieman pintajännityksen vaikutuksesta.

Suuremmilla nopeuksilla virtaustila tulee täysin turbulenttiseksi lukuun ottamatta ohutta kerrosta pohjalla. Nopeuksien jakautuminen on jotakuinkin samanlainen kuin ei-turbulenttissa tilanteessa, paitsi että nopeus lähellä pohjan rajakerrosta on suhteellisesti huomattavasti suurempi (kuva 1).



Kuva 1. Virtausnopeuden vertikaalinen jakautuminen avoimessa kanavassa virtaustilan ollessa osittain turbulenttinen (BURROWS & CHENOWETH 1955).

Keskimääräinen virtausnopeus esiintyy vertikaalisuunnassa 0,4 x koko vesisyvyys altaan pohjasta ylöspäin (BURROWS et al. 1955). Tiettyyn rajakorkeuteen nopeus on kuitenkin yhä nolla. Jos nopeutta kanavassa vähitellen nostetaan, rajakerros, jossa nopeus on nolla, käy yhä ohuemmaksi ja jos nopeus kasvaa tarpeeksi suureksi, tuo kerros häviää kokonaan. Virtaustilan sanotaan tällöin olevan täysin turbulenttinen.

Koska täysin turbulenttisen virtauksen virtausnopeus pohjan rajakerroksessa on hyvin lähellä kanavassa vallitsevaa keskinopeutta, tulee kanavan pintojen karkeudesta merkittävä vir-

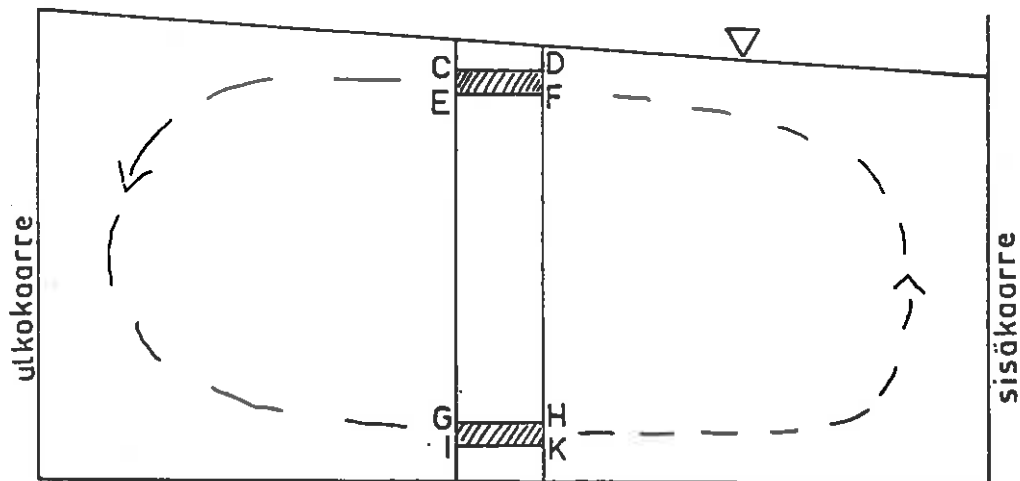
taukseen vaikuttava kitkatekijä. Edellä kuvatut kolme virtausmallia ovat tyypillisiä suoralle virtauskanavalle. Kaarteet, esteet ja äkilliset poikkileikkauksen muutokset muuttavat tätä mallia paikallisesti. Nämä paikalliset ilmiöt ovat todennäköisesti suurin tekijä, joka muotoilee kunkin kalankasvatusaltaan virtausmallia. Perusilmiönä ovat kuitenkin edellä kuvatut avoimen kanavan virtauksessa havaittavat ominaisuudet.

### 3. Pyöröaltaan virtausmalli

Teoreettisesti pyöröaltaan ulkolaidan lähelle tangentialisesti johdettu tulovesi kiertää altaassa spiraalin muotoista rataa lähestyen keskelle sijoitettua poistosihtyä ja poistoaukkoa. Pienoismallikokeissa kuitenkin havaittiin, että todellinen virtausmalli poikkeaa huomattavasti tästä mallista (BURROWS & CHENOWETH 1955, MÄKINEN & NAUKKARINEN 1982).

Altaan uloin vyöhyke ulkoseinän lähellä on suuren virtausnopeuden ja tehokkaan sekoittumisen alue. Tämän sekoittuvan vyöhykkeen sisäpuolella on tasaisen pyörrevirtauksen alue, jossa sekundäärinen spiraali-liike määrää virtausmallia. Päävirtauksen kiertäessä kehää sekundäärinen, hidas, kiertyvä liike aikaansaa pohjan läheisyydessä kiertävään päävirtaukseen radiaalisen komponentin, joka kuljettaa pohjalähteistä vettä keskellä olevaa sihtiä kohti. Keskellä allasta vesi tämän seurauksena nousee spiraalimaista rataa ylös, ja osa siitä poistuu altaasta, mutta pääosa siitä suuntautuu pintaan noustuaan keskustasta laidoille päin aikaansaaden näin veden kiertoa ja uudelleenkäyttöä altaassa.

Sekundäärivirtauksen synty pyöröaltaassa voidaan selittää avouoman kaarteessa havaitulla vastaavalla ilmiöllä. Sekundäärivirtauksen katsotaan aiheutuvan lähinnä kolmen tekijän yhteisvaikutuksesta: Seinämäkitkasta, keskipakoisvoimasta ja nopeuden epätasaisesta pystyjakaumasta. Kaavamaisesti sekundäärivirtauksen synty voidaan selittää seuraavasti (kuva 2).



Kuva 2. Sekundäärivirtauksen syntyminen avouoman kaarteessa (HOSIA & TUONONEN 1976).

Veden virratessa kaarteessa vedenpinta nousee ulkokaarteessa keskipakoisvoimaa vastaavalla määrällä. Partikkeleihin CDEF ja GHIK vaikuttaa ulkokaarten puolelta suurempi vedenpaine kuin sisäkaarten puolelta, ja paineiden erotus on yhtä suuri kummankin partikkelin kohdalla. Lähellä pintaa olevan partikkelin CDEF nopeus on suurempi kuin lähellä pohjaa olevan partikkelin GHIK, mistä seuraa, että keskipakoisvoima vaikuttaa enemmän pinnassa olevaan partikkeliin kuin pohjassa olevaan, kun molempien partikkeleiden liikeratojen kaarevuussäde on yhtä suuri. Tasapainon saavuttamiseksi partikkelin CDEF on siirryttävä ulospäin, jossa sen radan kaarevuussäde on suurempi ja keskipakoisvoima pienempi. Vastaavasti pohjassa olevan partikkelin GHIK on siirryttävä sisäkaarteeseen päin, jossa sen liikeradan säde on pienempi ja keskipakoisvoima suurempi kuin alkuasennossa. Sekundäärivirtaus ja päävirtaus yhdessä muodostavat erittäin monimutkaisen kolmiulotteisen virtauksen, sillä samalla, kun partikkeli liikkuu poikkisuunnassa, se myös siirtyy eteenpäin. Sekundäärivirtauksen liike-energia on tietysti suhteessa päävirtaukseen, mutta sen suuruuden mittaaminen systeemissä, missä vesi kuljettaa sedimenttiä mukanaan, on nykyisin vielä lähes mahdotonta (HOSIA & TUONONEN 1976). Sekundäärivirtauksen syntytavasta käy ilmi, ettei pohjan kaltevuus si-

nänsä vaikuta sen suuruuteen. Käytännössä on kuitenkin havaittu, että rakentamalla pohja keskustaan kallistuvaksi kulkeutuvat kiinteät partikkelit paremmin altaan keskelle. Sekundääri- virtausta hyödynnetään paitsi itsepuhdistuvan pyöröaltaan, myös lietettä erottavan pyörreselkeyttimen käytössä (MÄKINEN & NAUKKARINEN 1982).

Vaikka tämä pohjan radiaalisesti kiertyvä virtaus aiheuttaa oikovirtausta altaassa, on sitä edellä mainituista syistä pidettävä edullisena.

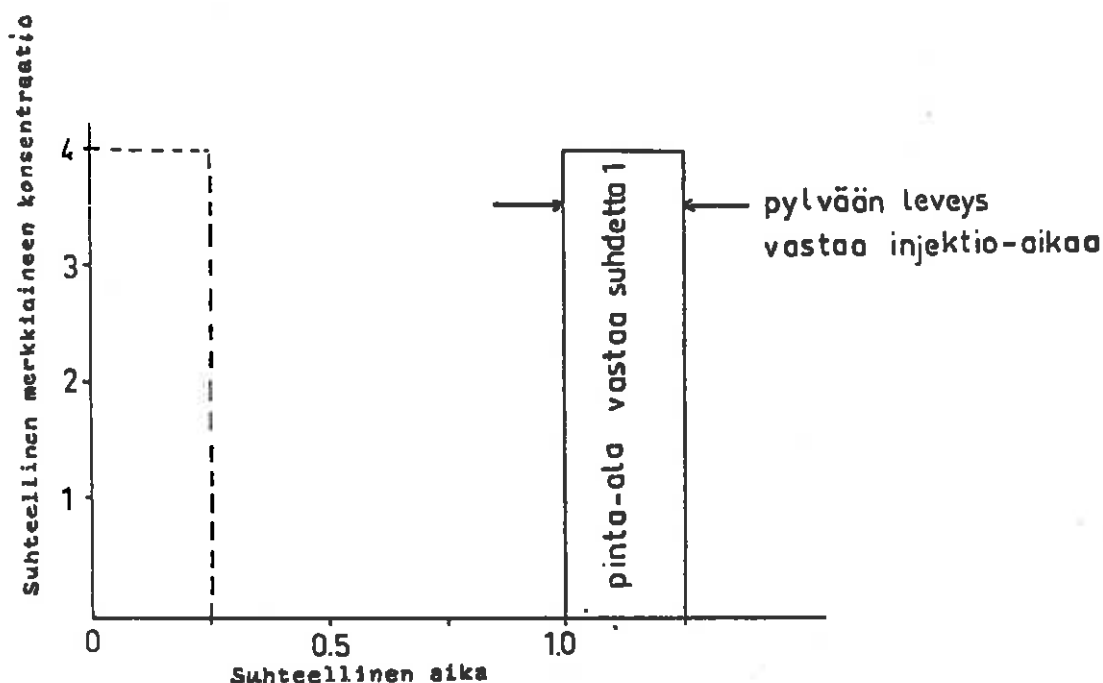
Pyöröaltaan mitoitus itsepuhdistuvuuden kannalta tapahtuu altaan halkaisijan ja tulovirtaaman suhteen optimoinnilla siten, että edellä kuvattu sekundäärivirtaus toimii tehokkaimmin. Altaan syvyyden kasvattaminen heikentää itsepuhdistuvuutta hitaan rajakerroksen tullessa vastaavasti paksummaksi, koska keskimääräinen nopeus esiintyy syvyydellä  $0,4 \times$  koko syvyys (kts. edellä kuva 1).

Virtausmallin seurauksena syntyy altaaseen renkaanmuotoinen alue, jossa veden vaihtuvuus on huomattavasti hitaampaa kuin muissa osissa allasta. Tätä aluetta on tästä syystä kutsuttu myös "kuolleeksi alueeksi". Tämän renkaan keskiakseli sijaitsee noin altaan pohjan ja vesipinnan puolella välissä sekä noin säteen kolmanneksen etäisyydellä altaan keskustasta. Altaan veden poiston erilaiset järjestelyt voivat kuitenkin muuttaa tämän alueen sijaintia.

Vaikka aluetta hitaamman vedenvaihtumisen vuoksi voidaan kutsua kuolleeksi, se ei suinkaan tarkoita, että vesi ei tällä alueella olisi liikkeessä. Koko tämä rengasmaisen vyöhyke pyörii altaan keskiakselin ympäri nopeudella, joka on vain jonkin verran pienempi kuin lähellä altaan ulkoreunaa tai keskustaa. LARMOYEX et al. (1973) havaitsivat suurilla pyöröaltailla, joilla altaanhalkaisija yleensä on 5-10 kertaa altaan syvyys, käänteisen riippuvuuden säteen keskikohdalta mitatun virtausnopeuden ja halkaisija-syvyys -suhteen välillä.

Jotta laidalle sijoitetun tangentiaalisesti suunnatun tulovesiputken sekoittava vaikutus ulottuisi hitaasti vaihtuvalle alueelle, voidaan altaan halkaisijaa pienentää tai syvyyttä lisätä. Hitaan rajakerroksen suhteellisesti suuremman osuuden vuoksi on virtausmalli matalammassa altaassa epästabiilimpi kuin syvässä.

4. Kalanviljelyaltaan hydraulisten ominaisuuksien kuvaaminen "Ihanteellisessa" allastyypissä altaaseen tuleva vesi virtaa altaan kaikkien osien läpi ennen poistumistaan. Tämän vuoksi altaan tuloveteen päästetty merkkiaine (väri, suola tms.) aikaansaa "teoreettisessa ihannealtaassa" kuvan 3 mukaisen suhteellista pitoisuutta ja suhteellista aikaa kuvaavan käyrän (merkkiainekäyrä, hydraulinen ominaiskäyrä, impulssivastekäyrä). Käytännössä käyrä aina poikkeaa tästä:



Kuva 3. Merkkiaineen konsentraatio -aika -käyrä ideaalisella kalankasvatusaltaalla.

Käyrän esitysmuotona käytetään suhteellisia arvoja siten, että pitoisuus poistovedessä jaetaan pitoisuudella, joka syntyisi, jos kaikki merkkiaine jakaantuisi tasaisesti koko altaan tilavuuteen, ja mittaushetken kulunut aika merkkiaineen lisäysajan puolestavälisestä laskien jaetaan koko altaan teoreettisella viipymällä. Suhteellista esitystapaa käytetään sen vuoksi, että tällöin ei käytetyn merkkiaineen määrä eikä altaan viipymä vaikuta käyrän muotoon, joten eri mittauksia ja erilaisia altaita

sekä vesitysjärjestelyjä voidaan näin esitettynä suoraan verrata keskenään.

Hydraulisten ominaisuuksien kuvauksessa tarvitaan ainakin seuraavia käsitteitä:

- Virtausmalli. Altaalle ja sen vesitystavalle tyypillinen virtaustapa. Käsittää virtauksen suunnan ja nopeuden ja kautumisen sekä veden vaihtuvuuden eri osissa allasta.
- Teoreettinen viipymä = altaan tilavuus jaettuna tulovirtaamalla.
- "Kuollut alue" = alue, jolla vesi vaihtuu huomattavasti hitaammin kuin muissa osissa allasta tai ei lainkaan.
- Oikovirtaus. Virtaus, joka kulkee enemmän tai vähemmän suoraan tuloputkelta poistoputkeen kiertämättä muissa osissa allasta.
- Efektiivinen altaan tilavuus. Altaan kokonaistilavuus vähennettynä "kuolleitten alueitten" tilavuudella.
- Efektiivinen viipymä. Efektiivinen tilavuus jaettuna tulovirtaamalla.
- Todennäköisin viipymä = todennäköisin läpivirtausaika. Merkkiaineella pitoisuushuippuna havaittu aika.
- Lyhyin viipymä. Merkkiaineen ensimmäiseen havaitsemiseen kulunut aika.
- Pisin viipymä. Merkkiaineen viimeiseen havaitsemiseen kulunut aika.
- Suhteellinen todennäköisin viipymä. Havaittu todennäköisin viipymä jaettuna altaan teoreettisella viipymällä. Ihannealtaalla tämä on yksi.
- Suhteellinen lyhyin viipymä. Havaittu lyhyin viipymä jaettuna altaan teoreettisella viipymällä. Ihannealtaalla tämä on yksi (poislukien merkkiaineen injektioajan toinen puoli).
- Suhteellinen pisin viipymä. Pisin viipymä jaettuna altaan teoreettisella viipymällä. Ihannealtaalla tämä on yksi (poislukien merkkiaineen injektioajan toinen puoli).

Merkkiaineikäyrältä voidaan tulkita altaan hydraulisia ominaisuuksia seuraavasti:

Altaan virtausmallin stabiilisuus voidaan testata rinnakkaismittauksin. Jos käyrän muoto vaihtelee, on altaan virtausmalli epästabiili ja altaan hydrauliset ominaisuudet vaikeasti ennustettavat. Hyvin hidas virtausnopeus ja pitkä viipymä saattavat aiheuttaa virtausmallin epästabiilisuutta.

Jos altaan virtausmallin seurauksena syntyy "kuolleita alueita", on altaan efektiivinen tilavuus pienempi kuin altaan todellinen kokonaistilavuus. Tämän seurauksena myös todennäköisin viipymä on lyhyempi kuin teoreettinen viipymä ja suhteellinen aika pitoisuushuipun alueelle on vähemmän kuin yksi.

Koska suhteellinen aika merkkiainekäyrän pitoisuushuipun alueelle on yksi ellei altaassa ole "kuolleita alueita", seuraa tästä, että relatiivinen aika pitoisuushuipun alueelle on altaassa olevien kuolleiden alueiden määrän indikaattori.

Mikäli "kuolleiden alueiden" osalta tapahtuu veden vaihtumista näiden alueiden ja päävirtauksen kesken, aikaansaa tämä merkkiainekäyrälle pitkän oikealle ulottuvan "hännän".

Merkkiainekäyrän pitoisuushuipun saavuttamiseen kuluva todellinen aika on todennäköisin läpivirtausaika, sillä toinen puoli nestepartikkeleista virtaa tätä aikaa nopeammin ja toinen puoli tätä aikaa hitaammin altaan läpi (ellei jakauma ole vino).

Oikovirtausten määrää kuvaa pitoisuushuipun siirtyminen suhteellisessa ajassa aikaisemmaksi sekä merkkiaineen ensimmäinen ilmaantuminen poistoveteen sekä suhteellisen konsentraation kasvaminen suuremmaksi kuin yksi. Mitä nopeammin merkkiaine esi kerran havaitaan ja mitä enemmän teoreettinen pitoisuus (=yksi), sitä suurempi on oikovirtausten määrä.

Kuvassa 4 on esitetty avokanavasta tehtyjä lähinnä kai teoreettisia käyriä (MÄÄTTÄ 1977). Mäntävirtaus tai "tulppavirtaus" - kuten sitä myös nimitetään - on jokimaiselle avokanavalle tyypillinen, jos virtaus on riittävän nopea ja tasainen. Virtauksen hidastuessa alkaa tapahtua sekoittumista (C) tai voi syntyä kanavoituminen

Kuvassa 5 on esitetty tulokset kesältä 1983 Laukaan keskus-kalanviljelylaitoksen F-uoma-altaiden (noin 70 m<sup>2</sup>:n maauomat), yhden betoniuoma-altaan (E 5, 28 m<sup>2</sup>) ja kahden Savon Taimen Oy:n (151 maauoma-allas ja 152 betoniuoma-allas, pinta-ala n.

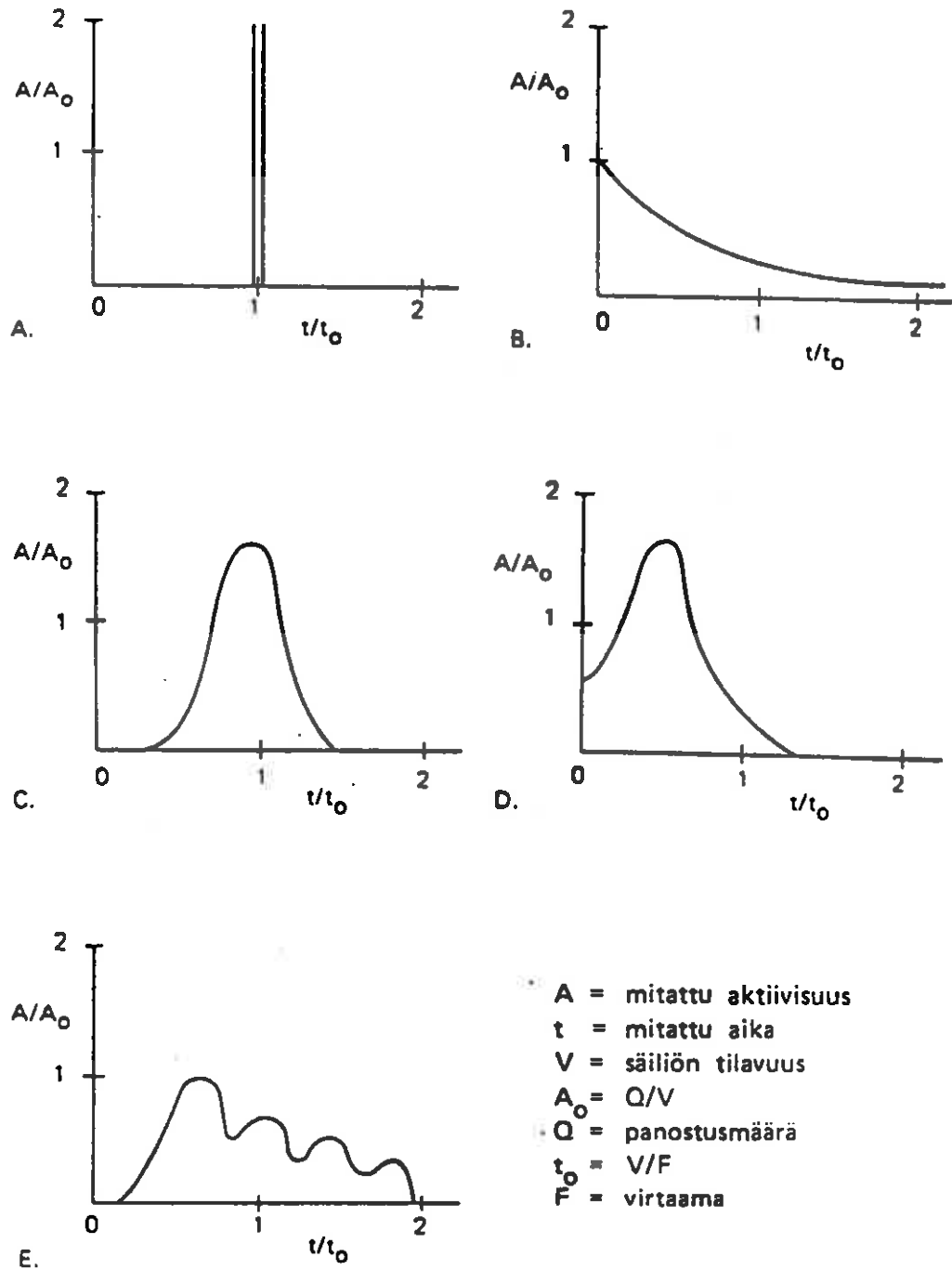


50 m<sup>2</sup>) uoma-altaan mitatutuista hydraulisista ominaiskäyristä.

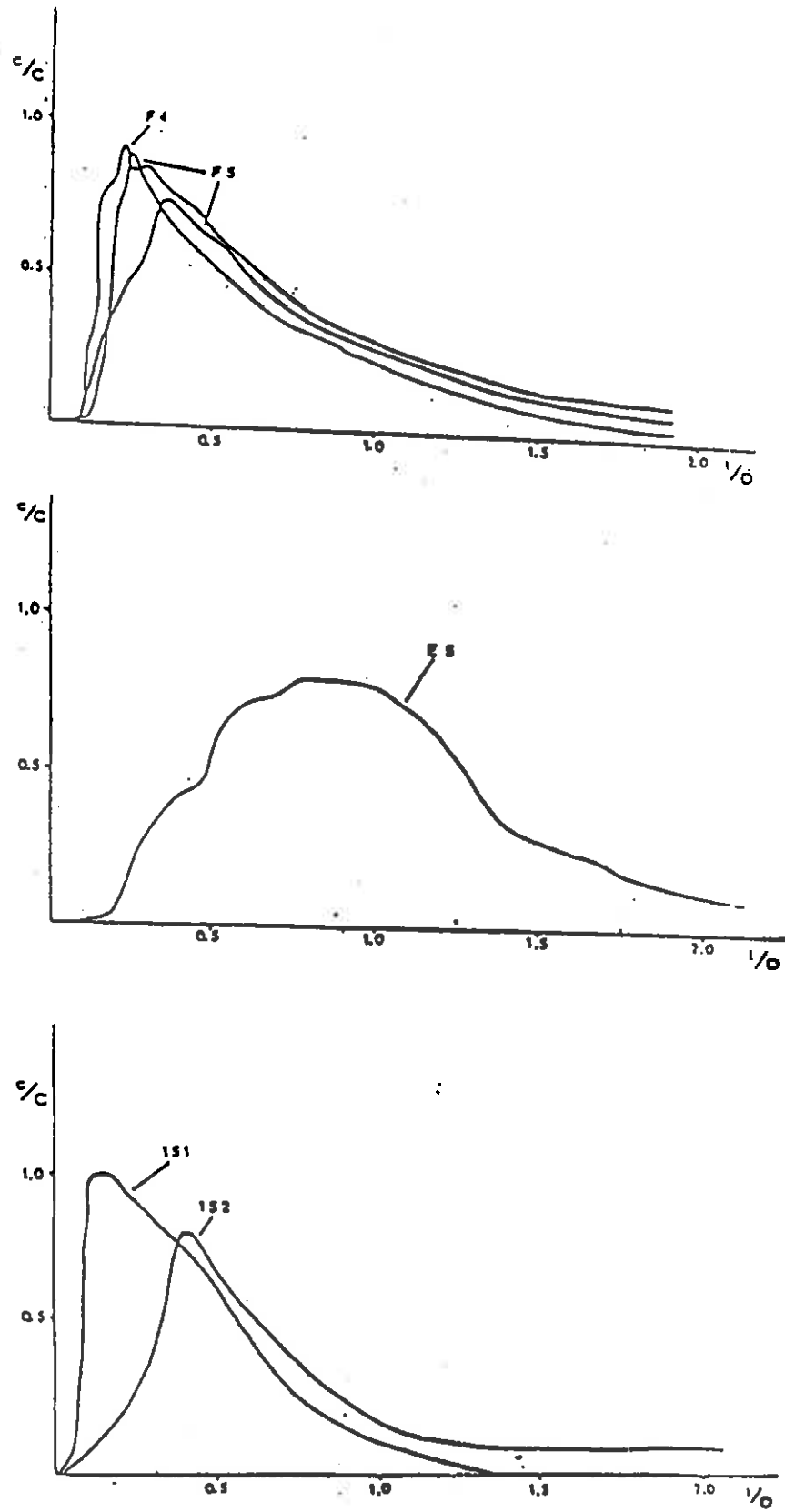
Kaikissa näissä käyrissä havaitaan oikovirtausten puuttuminen. Merkkiaineen pitoisuus ei yhdessäkään tapauksessa ylitä pitoisuutta, joka syntyisi, jos merkkiaine sekoittuisi tasaisesti koko altaan pitoisuuteen. Epäsäännöllisen muotoisilla altailla efektiivinen tilavuus näyttää pienentyvän, pitoisuuden jakautuma on varsin vino ja todennäköisin viipymä on kaikissa tapauksissa alle puolet teoreettisesta. Säännöllisen muotoisella betonisella avokanavalla (allas E 5) näyttää virtaus eniten lähentyvän mäntävirtaustyyppiä huolimatta siitä, että kyseisessä tapauksessa teoreettinen viipymä on melko pitkä (noin tunti, tilavuus noin 11,5 m<sup>3</sup>).

Kuvassa 6 on esitetty vastaavia käyriä pyöröaltaista. Nämä ovat lasikuituisia Porraskosken koekalanviljelylaitoksen altaita (pinta-ala 7 m<sup>2</sup>) sekä yksi Savon Taimen Oy:n betoninen pyöröallas. Erona maa-uoma-altaisiin on selvästi havaittava oikovirtaus lähes kaikissa tapauksissa. Allas 153 voisi käydä esimerkkinä hydraulisesti epäonnistuneesta altaasta: Oikovirtaus muodostuu hyvin merkittäväksi ja altaan efektiivinen tilavuus todellista tilavuutta huomattavasti pienemmäksi. Pystysihdin käyttö (käyrät 71,72) näyttäisi ehkä pienentävän oikovirtausta verrattuna lattasihtiin (78, 75, 79), mutta epästabiilisuus virtausmallissa vaikeuttaa vertailua (710, lattasihti).

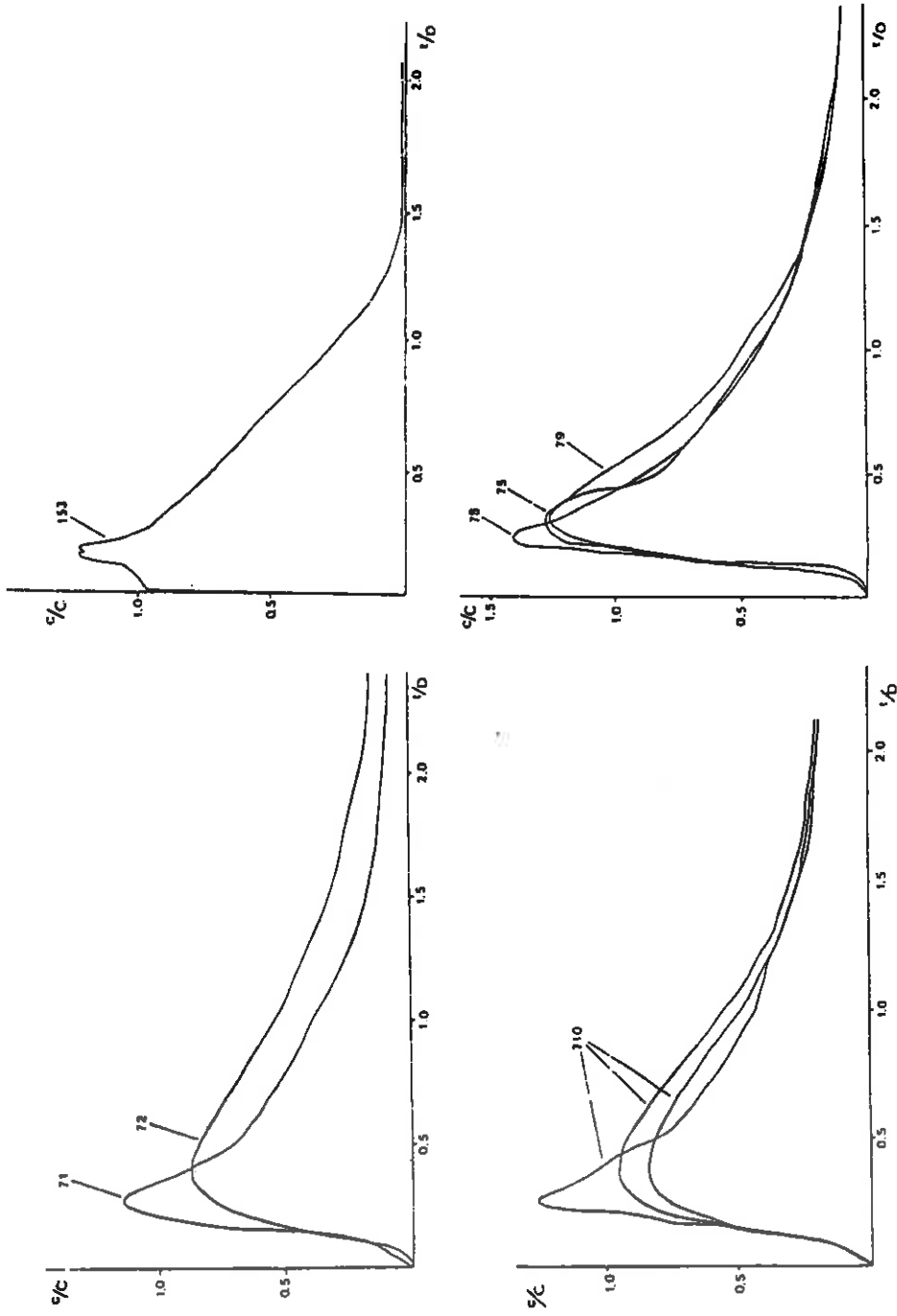
Kuvassa 7 on esitetty neliömäisistä pyöröaltaista (Laukaan keskuskalanviljelylaitoksen betoniset D-altaat, 46 m<sup>2</sup> ja Porraskosken lasikuituiset 4 m<sup>2</sup>:n altaat) mitattuja hydraulisia ominaiskäyriä. Pyöreään altaaseen verrattuna näyttää tällaisessa altaassa olevan tiettyä epästabiilisuutta enemmän, ja käyrä on ehkä hieman loivempi oikealle ja vinompi vasemmalle. Ts. kuolleiden alueiden osuus on suurempi, ja ne eivät ole niin selvärajaisia kuin pyöröaltaassa, vaan vaihtuvat tasaisesti.



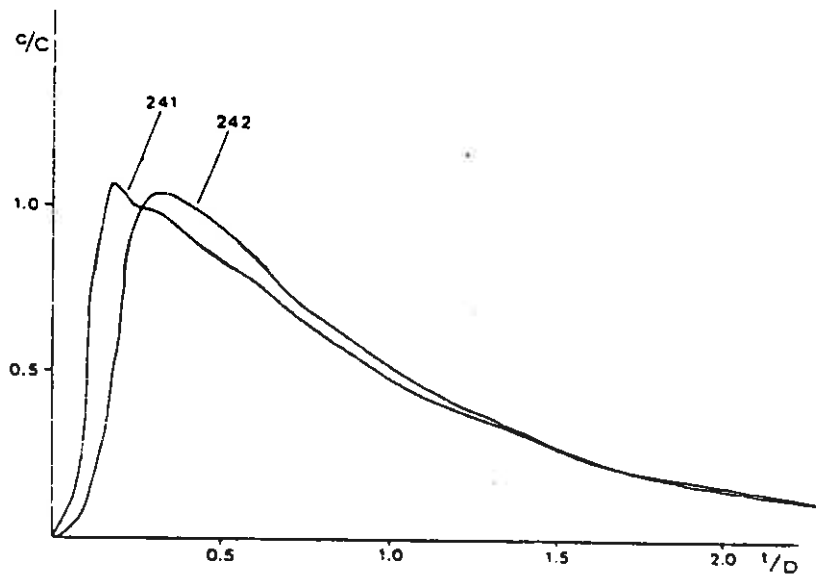
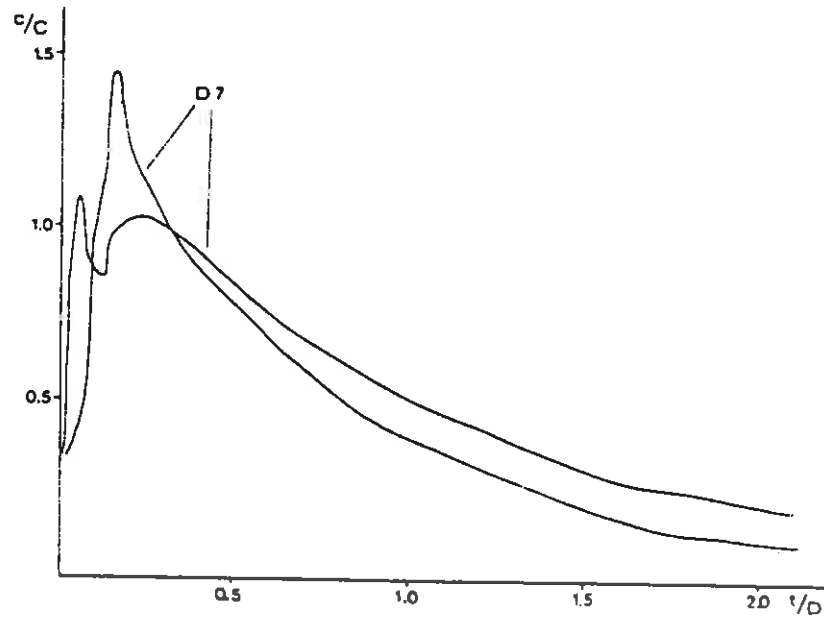
Kuva 4. Mäntävirtauksen (A) ja täydellisen sekoittumisen (B) sekä niiden erilaisten välimuotojen mäntävirtaus, jossa on pitkittäissuuntainen sekoitus (C), kanavoituminen (D) ja sisäinen kierto (E) impulssivastekäyrät (MÄÄTTÄ 1977).



Kuva 5. Uoma-altaiden hydraulisia ominaiskäyriä.



Kuva 6. Pyöröaltaiden hydraulisia ominaiskäyriä.



Kuva 7. Neliömäisten pyöröaltaiden hydraulisia ominaiskäyriä.

Taulukkoon 1 on koottu edellä käsiteltyjen altaiden pinta-alat, virtaamat ja viipymät.

Taulukko 1. Tutkittujen altaiden pinta-alat ( $m^2$ ), virtaamat (l/s) ja viipymät (minuuttia).

Allastyyppi							
Uoma-altaat:	$A_2$ $m^2$	$Q$ l/s	1) $D_{teor.}$	2) $D_{tn}$	3) $D_{stn}$	4) $D_{smin}$	5) $D_{smax}$
6) $F_4-F_5$ (maa-uoma)	70	4,5	78	24	0,31	0,10	4,62
6) $E_5$ (betoni)	28	3,0	64	54	0,85	0,18	3,52
7) 151 (maa-uoma)	50	12,3	69	10,2	0,15	0,07	1,57
7) 152 (betoni)	50	11,7	68	30	0,44	0,17	1,99
Pyöröaltaat:							
8) 71-72 (lasikuitu, "silinterisihti")	7	3,0	12	4,2	0,35	0,11	5,58
8) 78-75-79-710 (lasikuitu, lattasihti)	7	2,0	17	6,0	0,35	0,06	5,06
7) 153 (betoni)	28	12,7	45	8,25	0,18	0,03	2,42
Neliömäiset "pyöröaltaat"							
6) $D_7$ (betoni)	46	3,5	116	17,4	0,15	0,05	5,33
8) 241-242 (lasikuitu)	4	1,2	9	2,7	0,30	0,11	5,22

- 1) teoreettinen viipymä
- 2) todennäköisin viipymä, kts. teksti
- 3) suhteellinen todennäköisin viipymä
- 4) suhteellinen lyhyin viipymä ( $D_{min}/D_{teor}$ )
- 5) suhteellinen pisin viipymä ( $D_{max}/D_{teor}$ )
- 6) Laukaan keskuskalanviljelylaitos
- 7) Savon Taimen Oy
- 8) Porraskosken koekalanviljelylaitos

Hydraulisten ominaisuuksien korrelaatio altaan käyttökelpoisuutta kuvaaviin muuttujiin vaihtelee varmasti käyttötilanteen mukaan. Ehkä tärkein muuttuja on kalalaji. Eri lajit käyttävät allasta eri tavoin: on pohjaan asettuvia tai koko vesikerroksessa viihtyviä ja virtaukseen eri tavoin suhtautuvia lajeja.

Altaan virtausmallin ominaisuuksia tulisi tarkastella ainakin siltä kannalta, miten ne vaikuttavat:

- altaiden kasvatuskapasiteettiin
  - viipymät
  - veden sisäinen kierto
  - kalojen jakautuminen
- rehun kulkeutumiseen suhteessa rehun ominaisuuksiin
- tauti-inhibitioon
- altaan puhtaanapysymiseen

#### Kirjallisuus

- BURROWS, R.E. & CHENOWETH, H.H., 1955: Evaluation of three types of fish rearing ponds.- U.S. Dep. of Int., Fish and Wildlife Service, Res. Rep. 39:29.
- HOSIA, L. & TUONONEN, E., 1976: Veden virtaus kaarteessa.- Vesitalous 4/76: 24-29.
- LARMOYEX, J.D., PIPER, R.G. & CHENOWETH, H.H., 1973: Evaluation of circular tanks for salmonid production.- Progr. Fish-Cult. 35(3): 122-131.
- MÄKINEN, T. & NAUKKARINEN, M., 1982: Mallitutkimus pyörreselkeyttimen soveltuvuudesta kalanviljelyn poistovesien käsittelyyn.- Vesihallituksen monistesarja 1982/128: 41 s.
- MÄKTTÄ, R., 1977: Vesiensuojelun kemia ja biologia. - TKKY, Otaniemi, 256 s.

KALANVILJELYN REHU- JA RAVITSEMUSTUTKIMUSTEN  
MENETELMIEN YHDENMUKAISTAMINEN JA KEHITTÄMINEN

TIMO MÄKINEN JA UNTO ESKELINEN <sup>1</sup>

Käytännön tarpeita palvelevan kalanrehututkimuksen tilanne Suomessa voidaan hieman liioitellen kuvata seuraavaksi: Rehtehtaat valmistavat erilaisia rehuja omien, lähinnä taloudellisten intressiensä mukaisesti suojautuneena liikesalaisuuden savuverhoon. Jotkut suuret yksityiset kalanviljelylaitokset ja myös valtion kalanviljelyntutkimusyksiköt vastaanottavat erän "uutta ja mullistavaa" koerehua ja suorittavat valmistajan toivomuksen mukaisen "rehukokeen".

Käytännössä tämä tarkoittaa vain sitä, että osa laitoksen normaalia kasvatusta toteutetaan tuolla uudella rehulla ja verrataan kasvatuksen tulosta muihin käytössä oleviin rehuihin. Tämän jälkeen valmistaja valikoi tuloksista mainosrummutukseen sopivimmat ja alkaa lyödä rumpua "kokeissa ja tarkoissa tutkimuksissa entistä paremmaksi todetusta rehusta".

Emme halua aiheuttaa turhaa epäluuloa tai aiheetta arvostella rehunvalmistajia. Kyllä "rehukoe" tällaisenaikin puolustaa paikkansa. Voidaanhan sen avulla varsin luotettavasti todeta, soveltuuko ko. rehu ylipäättään kalanviljelykäyttöön. Syy siihen, että syvällisempää tietoa rehuista ja kalan ravitsemuksesta ei meillä yleisesti ole, on pikemminkin tutkijoiden ja tutkimuslaitoksen kuin suomalaisten rehunvalmistajien.

Niin sanotussa "suuressa maailmassa" on viimeisten parinkymmenen vuoden aikana nopeasti syntynyt kokonainen kalanravitsemuksen tieteenhaara. Tämä tiede muistuttaa kuitenkin monia muita vastasyntyneitä tieteenhaaroja sikäli, että siinä, erään toisen tieteenalan tieteenfilosofisen luonnehdinnan mukaisesti, vallitsee "käsitesekaannus ja kokeellinen metodi".

Suomessa kalan ravitsemuksen tieteellinen tutkiminen ei, joitakin yksittäisiä poikkeuksia lukuunottamatta, ole juuri alkua pidemmällä. Tässä on onni onnettomuudessa sikäli, että

---

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos, 41360 VALKOLA



meillä on nyt vielä mahdollisuus oppia toisten tekemistä virheistä ja välttää sekaannuksia aiheuttavalta käsitepuurolta.

Tämän esityksen tarkoituksena on paitsi antaa selkeitä reseptejä tuon meillä yleisen, yksinkertaisen "rehukokeen" järjestämisestä tulosten vertailtavuuden ja yleistettävyyden parantamiseksi, myös näyttää suuntaa, johon suomalaista kalanrehu- ja ravitsemustutkimusta tulisi kehittää, jotta päästäisiin pois yksinkertaisesta "mustan laatikon" testistä viljelyä ja rehujen suunnittelua sekä tuotantoa ohjaavaan tutkimukseen.

Ensimmäinen asia, jota tämän alan tutkimuksen tason parantamisessa haluamme painottaa, on yhteistyö. Rehu- ja ravitsemustutkimukseen saadaan kunnollinen ote vain rehunvalmistajien, RKTL:n ja yliopistojen yhteistyöllä. Yhteistyö RKTL:n ja rehunvalmistajien kesken tulisi järjestää molempia osapuolia tyydyttävällä tavalla siten, että tutkimus saisi sekä pitkäjänteisyyttä että hiukan lisää resursseja. Huolimatta rehun keskeisyydestä tuotantotekijänä se on myös ainoa tekijä, jonka suhteen tutkimuslaitos ei voi olla omavarainen.

Toinen asia, jota haluamme painottaa rehu- ja ravitsemustutkimusten kehittämisessä, on tiettyjen perustavaa laatua olevien käsitteiden ja analyysien tuominen mukaan näihin tutkimuksiin sekä kaikkien käytettyjen menetelmien yhdenmukaistaminen.

Tämän esityksen liitteenä on Euroopan sisävesikalastuskomission ja kansainvälisen merentutkimusneuvoston standardointi-työryhmän raportin liitteenä oleva tämän alan tutkimusten käsitteiden luettelo määritelmineen suomennettuna (CASTELL & TIEWS 1980). Lisäksi liitteenä on Lammilla 16.-17.02.1984 pidetyn neuvonpidon pohjalta laadittu "käsitesanakirja", joka sisältää myös varsin yksityiskohtaisia ohjeita eri menetelmien soveltamisesta, käsitteiden rajoituksista jne. Käytännön työtä varten on jo aikaisemmin Kaj Westman laatinut hyvin käyttökelpoiset muistiot kalanviljelytutkimusten järjestämisestä.

Keskeisiä käsitteitä, joiden tuntemisen ja mittaamisen tärkeyttä haluamme painottaa, ovat rehun kokonaisenergiasisältö sekä sulavuus ja sulavan sekä muuntokelpoisen energian määrä. Rehun eri ainesosien sulavuudet kullekin rehuseokselle tulisi myös selvittää.

Rehujen vakuustodistuksissa ilmoitetaan nykyään rehun koostumuksen lisäksi myös kokonais- ja muuntokelpoisen energian määrät. Rehun koostumustiedot ("rehuanalyysi", suppea koostumusanalyysi tai Weende-analyysi: Valkuaisen, rasvan hiilihydraattien, tuhkan ja kosteuden osuus) lienevät mitattua tietoa ja sellaisena pitänevät tietyin rajoituksin paikkansa. Sen sijaan ilmoitetut energiamäärät ovat laskennallisia suureita ja erityisesti muuntokelpoisen energian määrään näin ilmoitettuna on syytä suhtautua kriittisesti.

Rehun muuntokelpoinen energia lasketaan rehun kemiallisesta koostumuksesta kertoimia hyväksi käyttäen. Tässä pohjana oleva kemiallisen koostumuksen analyysi johtaa epätarkkuuksiin: Proteiinien aminohappokoostumus vaihtelee, ja typpipitoisuus eri valkuaislähteissä voi olla hyvin erilainen. Lisäksi kaikki typpi ei välttämättä ole sitoutuneena valkuaiseen. Typen muuntokertoimen valkuaiseksi on todettu vaihtelevan välillä 5,65 - 6,25, joten virhe valkuaisen pitoisuudessa voi olla merkittävä. Rasvapitoisuuden muuttaminen energiayksiköiksi vakiokertoimella voi johtaa harhaan, ja hiilihydraattien pitoisuuden laskeminen muista analyyseistä erotuksena (kts. Weende-analyysi, liite 1) tuo mukana kaikki analyysivirheet. Lisäksi hiilihydraattien energiasisältö vaihtelee (JOBLING 1983).

Rehun ravintoaineiden sulavuus määritellään niiden bruttoenergiasisällön ja ulosteen vastaavien ravintoaineiden energiasisällön erotuksena. Todellista sulavuutta on käytännössä mahdotonta määrittää, koska uloste sisältää sulamattomien rehun ravintoaineiden lisäksi kalan suolen seinästä irronneita kuolleita soluja ja sappieritettä. Näiden osuutta ei sulavuusarvoja määritettäessä yleensä korjata, joten kirjallisuudessa esitetyt arvot ovat valtaosaltaan ns. todennäköisiä sulavuuksia (kts. liite 1).

Sulavuus voidaan määrittää merkkiaineen avulla tai keräämällä koko ulostemäärä. Sulavuus vaihtelee paitsi tietysti

rehun koostumuksen ja kalalajin, myös kalan koon, lämpötilan ja ruokintatavan mukaan. Tästä syystä sulavuus tulisi aina mitata jokaisen kasvatus- ja rehukokeen yhteydessä. Tällöin saadaan sulavuusarvot juuri niistä oloista, joissa varsinainen kasvatuskoe ja rehujen vertailu suoritetaan.

Muuntokelpoisen energian määrittäminen laskennallisesti käyttäen oletettuja sulavuuskertoimia rehun eri ainesosille voi johtaa vakaviin virheisiin. Näin lasketuista muuntokelpoisen energian määristä ei tämän vuoksi voi tehdä päätelmiä, esim. vertailla erilaisia rehukoostumuksia.

Rehuseosten käytännön suunnitteluun yleisesti käytössä olevat arvot (taulukko 1) soveltuvat, mutta tällöinkin tulee suorittaa hienosäätö ottaen huomioon kalalaji, kasvatusolot sekä rehun koostumuksen erityispiirteet (esim. hiilihydraattien kypsyysaste). Mikäli käytännön rehuseosten suunnittelun sijasta pyritään rehu- ja ravitsemustutkimuksen avulla saamaan tietoa suunnittelun pohjaksi, ei tällaisia yleiskertoimia voida käyttää, vaan tietojen on oltava juuri kyseisissä koeoloissa mitattuja.

Taulukko 1. Rehuseosten suunnittelussa yleisesti käytetyt muuntokertoimet

Rehun ravintoaine	Energiäsisältö, kcal x g <sup>-1</sup>	Sulavuus, %
valkuainen	5,65	90
rasvat	9,45	85
hiilihydraatit	4,1	40

Muuntokelpoinen energia määritellään rehun kokonaisenergiaksi, josta on vähennetty ulosteen, virtsan ja kiduseritteiden kokonaisenergia (ilmaistuna syötyä rehuyksikköä kohti, kts. liite 1). Tämä määritelmä ei kuitenkaan ole riittävä, sillä muuntokelpoisen energian määrä vaihtelee suhteessa ruokintasuhteeseen (JOBILING 1983). Tietyllä ruokintasuhteella kala on typen suhteen tasapainossa: Kaikki sulanut proteiini hajoaa ja kulkee deaminaation kautta, ja vapautunut energia tulee käytettyä aineenvaihdunnassa. Tätä suuremmalla ruokintasuhteella osa

proteiinista tulee käytetyksi kasvuun, ja muuntokelpoisen energian osuus on tässä tilanteessa suurempi kuin kalan ollessa typen suhteen tasapainossa. Muuntokelpoisen energian määrä ei siis ole vakio tietyllä rehunkoostumuksella eikä sen vuoksi erityisen käyttökelpoinen termi. Tämän vuoksi täytyisi ehkä ottaa käyttöön termi "potentiaalinen energia", joka olisi sama kuin muuntokelpoinen energia syötyä rehuyksikköä kohti tilanteessa, jossa kaikki rehun energian komponentit tulevat käytetyiksi kalan aineenvaihdunnassa eli juuri tuossa typpi-tasapainotilanteessa. Tasapainotilanteen löytäminen ja energiamäärien mittaaminen koetilanteessa sekä tasapainon ylläpitäminen riittävän kauan ei kuitenkaan ole lainkaan helppoa, saati käytännöllistä. Tämän vuoksi on myös käytetty epäsuoraa menetelmää, jossa muuntokelpoisen energian määrästä on vähennetty 0,95 kcal jokaista sulanutta proteiinigrammaa kohti. Tässä siis oletetaan energiatappion ammoniumin muodossa olevan vakion.

Kuten edellä jo todettiin, rehujen vakuustodistuksissa esitetyt muuntokelpoisen energian arvot eivät perustu suoriin mittauksiin kyseisellä rehulla vaan laskennallisiin arvioihin. Arvio perustuu rehun ravintoaineiden keskimääräiselle kokonaisenergiasisällölle ja oletetulle sulavuudelle lohikaloilla ja valkuaisen osalta myös oletetulle keskimääräiselle typpi-eritteiden sisältämälle energiatappiolle.

Edelleen ovat käytössä amerikkalaisten tutkijoiden (PHILLIPS et al. 1969, 1972) ensinnä esittämät arvot (taulukko 2):

Taulukko 2. Rehun ravintoaineiden muuntokelpoisen energian määrät (PHILLIPS et al. 1969, 1972).

Rehun ravintoaine	Muuntokelpoinen energia, kcal x g <sup>-1</sup>	
valkuainen	(5,65-1,3) x 0,9	= 3,9
rasva	9,45 x 0,85	= 8,0
hiilihydraatti <sup>1)</sup>	4,10 x 0,4	= 1,6

1) kypsentämätön

Myöhemmin eri tutkijat ovat korjanneet näitä arvoja eri perustein. Ammoniumin energiasisältö on mittauksissa todettu toisenlaiseksi ja osan deaminaation typpierityksistä on todettu tapahtuvan virtsan kautta, joten proteiinien muuntokelpoisen energian arvoa on korjattu ylöspäin. Hiilihydraattien sulavuutta mitattaessa on erilaisilla hiilihydraattilähteillä päädytty aiempaa huomattavasti suurempiin lukuihin.

Eri tutkijoiden välillä vallitsee kaiken kaikkiaan tällä hetkellä melkoinen sekaannus muuntokelpoisen energian määrittä. Lisäksi eri julkaisuissa on havaittavissa pahanlaisia väärinkäsityksiä ja sekaannuksia koko termin "muuntokelpoinen energia" ympärillä. Tämän vuoksi onkin suositeltu koko termistä luopumista. JOBLING (1983) pitää koko termiä myyttisenä ja teoreettisena muuttujana, jota ei käytännössä voida koskaan mitata luotettavasti. Suomalaista tutkimusta ja rehujen kehittämistä ajatellen lienee viisainta pyrkiä aina esittämään vain todellisia, mitattuja sulavuuksia. Näin tulisi tietysti olla myös vakuustodistusten osalta, mutta tätä voidaan vaatia vasta sitten, kun yhteinen tutkimuskapasiteetti ja valmiudet tähän yltävät.

Tutkimusyhteistyön avulla on luotavissa "Datapankki", johon suomalaisissa oloissa mitattu tieto rehuraaka-aineiden sulavuuksista kerätään. Tämän jälkeen laskennallisin menetelmin arvioidut sulavan energian määrät olisivat nykyistä luotettavampia, ja toisaalta "pankki" palvelisi rehunvalmistajia simulointiohjelmien luomisessa taloudellisempien rehukoostumusten arvioimiseksi kulloiseenkin tarkoitukseen (eri kalalajit, vesiensuojelu eri alueilla jne.).

Erilaisten rehujen sisältämän energian tuotantovaikutuksen mielekästä vertailua varten tulisi rehun ravintoaineiden sulavan osan pitoisuus laskea sulavan energian pitoisuutta kohti. Tällöin sulavuuksien tulee olla kyseisessä kokeessa määritetyjä arvoja. Näin menetellen tulisi otetuksi vertailussa huomioon se seikka, että kala ilmeisesti monien muiden kotieläinten tapaan säätelee ravinnon kulutustaan energiatarpeensa pohjalta.

Nykyisessä tilanteessa ei rehujen välisiä tehokkuuseroja energian suhteen voida juurikaan vertailla. Rajoitetun ruokintasuhteen käyttö estää kalaa kompensoimasta energiavajausta

lisäsyönnillä. Kun lisäksi käytetään vakiosulavuusarvoja ja laskennallista muuntokelpoisen energian arviota, syntyy käytännössä tilanne, jossa kaikkien kokeiden tulokset ylläpitävät "status quota" ja uusien, ehkä hyvinkin käyttökelpoisten rehun raaka-aineiden ja rehukoostumusten käyttöönotto estyy.

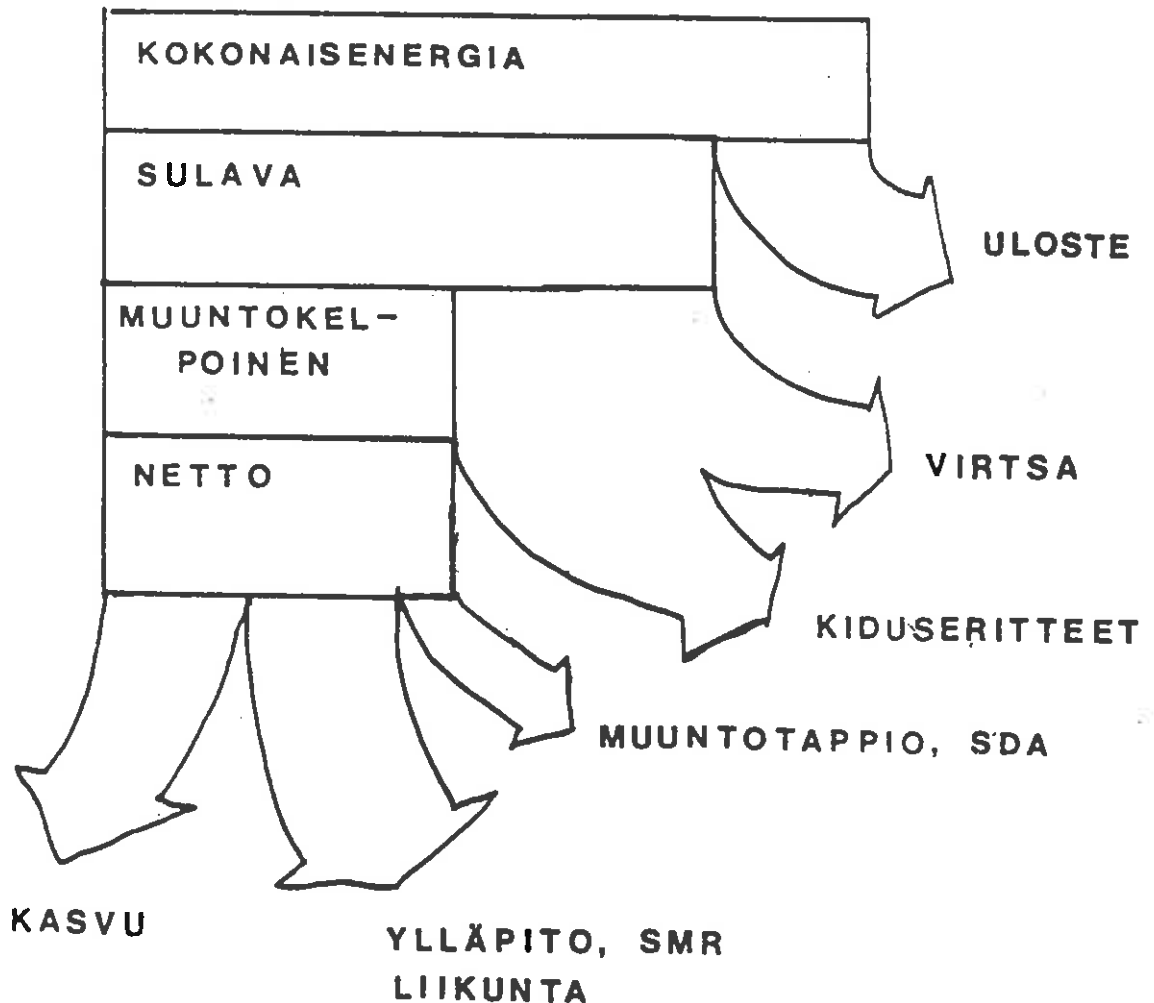
Kalan ravitsemuksellisia tarpeita selvitettäessä pyritään koejärjestelyillä turvaamaan, ettei rehun saatavuus sinänsä ole kasvua rajoittava tekijä. Tällöin rajoitetulla ruokintasuhteella ei välttämättä saada relevanttia tietoa, vaan tarvitaan ad libitum- tai liikaruokintaa (kts. liite 2). Tällöin rehunkäytön hyötysuhteen tarkastelu kuitenkin käy mahdottomaksi. Tämän vuoksi tarvitaan kaksivaiheinen koejärjestely:

Ensimmäisessä vaiheessa käytetään ad libitum- tai liikaruokintaa ja haetaan rehuseosyhdistelmää tai rehun tutkittavan ainesosan pitoisuutta, joka aikaansaa nopeimman kasvun.

Toisessa vaiheessa kalat ruokitaan kylläisiksi useita erilaisia ruokintafrekvenssejä käyttäen, ja rehun kulutus sekä kasvu mitataan. Rehun käyttötehokkuutta kuvaavat suureet lasketaan sitten sille tai niille koeryhmille, joissa kasvunopeus ei ollut pienempi kuin alustavassa ad libitum -ruokintakokeessa havaittu. Tällaista menettelyä ei yleensä ole käytetty, vaan kompromissina on tyydytty ruokkimaan kalat kylläisiksi muutaman kerran päivässä ja oletettu näin päästävän sekä parhaaseen mahdolliseen kasvuun, että rehun käytön tehokkuutta kuvaaviin tekijöihin. Useimmiten lienee kuitenkin todennäköistä, että kasvunopeus olisi suurempi ad libitum- tai yliaruokinnalla.

Paitsi edellä käsitelty sulavuus sekä sulavan ja muuntokelpoisen energian määrä myös rehun käytön jakautuminen kalan aineenvaihdunnassa sulavan/sulamattoman, muuntotappion (Heat increment, SDA) ja standardimetabolian (SMR) välille sekä kasvuun (kuva 1) on hyvin tärkeä selvitettävä kaikkien kalanviljelykokeiden yhteydessä, koska:

- Kalan ravitsemustarpeita selvittävä tutkimus ei muuten johda oikeisiin tuloksiin (oikeaan rehukoostumukseen/pitoisuuksiin), ellei mitata todellisia sulavuuksia, jonka jälkeen vasta voidaan arvioida kalan rehusta todella saamaa hivenaine/ravinnemäärää.



Kuva 1. Energian jakautuminen kasvun ja aineenvaihdunnan eri tekijöihin kaavamaisesti

- Energian jakautuminen toisaalta kasvuun ja toisaalta aineenvaihduntaan, liikuntaan ja muuntotappioon on kalankasvatuksessa tuotantoa optimoitaessa tarpeellista tietää. Tilanne, jossa tarkkaillaan vain pelkkää kasvua, voi johtaa harhaan kalan (kirjolohe) jalostuksen. Voihan näet olla, että suurimmat kalat, jotka valitaan jatkojalostukseen, eivät olekaan taloudellisimpia rehunkäyttäjiä (muuntokelpoisen ja nettoenergian suhde on suurempi kuin hitaammin kasvaneilla. Vrt. WEATHERLEY 1976).

Kalan aineenvaihduntaan, kasvuun ja sen bioenergeetikkaan liittyvä käsitteiden viidakko on, jos mahdollista, vielä sekavampi kuin pelkästään rehuihin ja ravitsemukseen liittyvä.

On kuitenkin selvää, ettei rehututkimusta voida tehdä tyhjiössä erossa kalan fysiologiasta ja kalan kasvun bioenergetiikan tutkimuksesta. Vaikka näin avautuva tehtävä on laaja ja hyvin haastava, on myös olemassa selvä näkymä nopeasta ja tuloksekkaasta edistymisestä: Yhdistämällä kalalajien ja -kantojen geneettinen jalostus oikeaan tietoon rehun käytön tehokkuudesta ja kalan aineenvaihdunnasta, luodaan tilanne, josta kaikella todennäköisyydellä on odotettavissa kalankasvatukseen samanlainen vihreä vallankumous, joka on jo hyvin pitkälle tapahtunut muussa kotieläintuotannossa.



## Kirjallisuus

- CASTELL, J.D. & TIEWS, K. (eds) 1980: Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working group on the standardization of methodology in fish nutrition research.-EIFAC tech. pap 36:24 pp.
- JOBLING, M. 1983: A short review and critique of methodology used in fish growth and nutrition studies.- Journal of Fish biol. 23:685-703.
- PHILLIPS, A.M. 1969: Nutrition digestion and energy utilization In Fish Physiology (Hoar & Randall, eds) Vol I.
- PHILLIPS, A.M. 1972: Calorie and energy requirement in fish nutrition (J.E Halver ed.)
- WEATHERLEY, A.H. 1976: Factors affecting maximization of fish growth.- Journal of Fish. Res.Board Can. 33: 1046-1058.

## REHU- JA RAVITSEMISTUTKIMUKSISSA KÄYTETTYJEN TERMIEN MÄÄRITELMIÄ

Seuraavaan muistioon on suomennettu EIFACin raportissa T 36 (CASTELL & TIEWS 1980, Appendix I) esitetyt termit määriteltiin. On huomattava, että termien määritelmät ovat tarkoitettut vain merkityksen kuvaamiseen, ne eivät siis ole esim. metodin kuvauksia.

### Kemiallisen analyysin termejä:

#### 1. (Rehu-analyysi) tai Weende-analyysi:

Rehun ainesosien tai koko rehun koostumus Weende-systeemin mukaisesti. Seuraavat seikat määritetään: Raakaproteiini, raakarasva (eetteriuutto), raakakuitu, tuhka ja kosteus. Typettömät uuteaineet (NFE), liukoisten hiilihydraattien määrä arvioidaan näiden jälkeen erotuksena. Yhteissummaksi muodostuu näin 100%.

#### 2. Vesipitoisuus (kosteus): Määritetään kuivaamalla näytettä kunnes se saavuttaa vakiopainon (ei yli 24 tuntia) 105 °C:ssa.

#### 3. Raakavalkuainen: Typen pitoisuus (tavallisimmin Kjeldahl-tyyppi) x 6,25

#### 4. Raakakuitu: Kiehuvaan heikkoon happoon ja emäkseen liukene- maton materiaali vähennettynä jäännöksen tuhkamääräl- lä.

#### 5. Raakarasva: Määritetään uuttamalla hienoksi jauhettua näytettä useita tunteja eetterillä sopivassa laitteis- tossa.

#### 6. Tuhka: Se osa näytteestä, joka jää, kun näytettä on hehku- tettu yli 500 °C:ssa niin kauan (vakiopainoon), että se on vapaa orgaanisista aineista.

Rehukerroin- tai hyväksikäyttötermejä:

## 7. Todennäköinen sulavuus(-kerroin) fekaali-menetelmällä:

$$D_a = \frac{I - F}{I}, \text{ missä}$$

I on ravintoaineen määrä syödyssä rehussa ja F on ulosteessa oleva ravintoaineen totaalinen määrä, jota ei ole korjattu aineenvaihdunnan aiheuttamalla tappiolla ulosteen pitoisuudessa.

Todennäköinen sulavuus indikaattorimenetelmällä: Arviot tehdään lisäämällä inerttiä indikaattoria tunnettu pitoisuus rehuun ja mittaamalla sitten ravinteiden pitoisuus rehussa ja ulosteessa suhteessa tämän inertin indikaattorin pitoisuuteen.

$$D_a (\%) = 100 - 100 \times \frac{\% \text{ indikaattoria rehussa} \times \% \text{ ravinnetta ulosteessa}}{\% \text{ indikaattoria ulosteessa} \times \% \text{ ravinnetta rehussa}}$$

## 8. Todellinen sulavuus(kerroin):

$$TDC = \frac{I - (F - F_m)}{I} = \frac{\text{imeytynyt osa rehusta}}{\text{syöty rehu}}, \text{ missä}$$

$F_m$  on aineenvaihdunnan jätetuotteiden osuus, joka on poistunut muun kuin fekaali-erityksen kautta (ekskreetio).

9. Rehukerroin: Rehun (kuiva)paino lisäkasvun tuorepainoyksikköä kohti (käytön yhteydessä olisi ilmoitettava, onko kuolleiden osuus huomioitu kasvussa vai ei ja onko rehu laskettu kuivapainona vai käyttökosteudessa). Ilmoitettava aika, jolta rehukerroin laskettu.

10. Rehutehokkuus (rehukertoimen käännteisluku): Lisäkasvun märkäpaino rehun (kuiva)painoyksikköä kohti.

11. Rehun bruttoenergia: Energian määrä rehussa (kcal, kJ) totaalioksidation avulla pommikalorimetrissä määritettynä.

12. Todennäköinen sulavan energian määrä rehussa: Rehun bruttoenergia vähennettynä syötyä rehuyksikköä kohti tuotetun ulosteen bruttoenergialla

$$DE = \frac{R_E - F_E}{R_E}, \text{ missä} \quad R_E = \text{rehun energia}$$

$$F_E = \text{ulosteen energia}$$

13. Rehun muuntokelpoinen energia on rehun bruttoenergia vähennettynä ulosteen bruttoenergialla, virtsan bruttoenergialla sekä eritteiden bruttoenergialla.

$$M_E = R_E - (F_E + U_E + B_E), \text{ missä}$$

$B_E$  = eritteiden bruttoenergia

$U_E$  = virtsan bruttoenergia

14. Rehun nettoenergiasisältö on rehun muuntokelpoinen energia vähennettynä muuntotappiolla, joka aineenvaihdunnassa syntyy, kun sulanut ja imeytynyt rehu muunnetaan aineenvaihdunnalliseen ja eritettävään muotoon (suurimman osan tästä tappiosta muodostaa proteiinien deaminaatio maksassa).

15. Ylläpitoon tarvittava nettoenergia on se osa nettoenergiasta, joka kuluu eläimen pitämiseen energiatasapainossa.

16. Tuotantoon tarvittava nettoenergia on se osa nettoenergiasta, joka kuluu kasvuun ja muuhun aineenvaihdunnalliseen tuotantoon (esim. sukutuotteet).

## 17. Valkuaisen biologinen arvo

$$B_v = \frac{N_i - (N_f - N_m) - (N_u - N_{en}) - (N_b - N_{eb})}{N_i}, \text{ missä}$$

$N_i$  = syödyn rehun sisältämä typpimäärä

$N_f$  = ulosteen sisältämä typpimäärä

$N_m$  = aineenvaihdunnallisen typen osuus ulosteessa

$N_u$  = virtsan sisältämä typpi

$N_{en}$  = aineenvaihdunnallisen typen osuus virtsassa

$N_b$  = kiduseritteiden typpi

$N_{eb}$  = aineenvaihdunnallinen kiduseritteiden typpi

## 18. Valkuaisen todellinen hyödyntäminen (NPU)

$$NPU = \frac{N_i - (N_f - N_m) - (N_u - N_{en}) - (N_b - N_{eb})}{N_i} = \frac{N_{ct} - N_{co}}{N_i}, \text{ missä}$$

$N_{ct}$  = testiryhmän kalojen typpipitoisuus

$N_{co}$  = typpipitoisuus kaloissa, jotka saavat typetöntä rehua

## 19. Todennäköinen valkuaisen nettohyödyntäminen

$$\text{app NPU} = \frac{N_i - N_f - N_u - N_b}{N_i} = \frac{N_{\text{pidättynyt}}}{N_{\text{syöty}}}, \text{ jossa sym-}$$

bolit samat kuin kohdassa 17.

## 20. Valkuaisen tehokkuussuhde

$$PER = \frac{\text{lisäkasvu}}{\text{syödyn rehun sisältämä valkuaismäärä}}$$

21. Valkuaisen kemiallinen arvo: Testattavan valkuaisen minimitekijänä olevan, välttämättömän, aminohapon suhde saman aminohapon painon prosenttiosuuteen standardi-vertailu kokomunanvalkuaisessa.

22. Välttämättömien aminohappojen indeksi: ns. juuri välttämättömien aminohappojen pitoisuuksien suhteiden tulo testattavassa valkuaisessa ja kokomunanvalkuaisessa (=aminohappojen pitoisuuksien suhteiden geometrinen keskiarvo):

$$EAA = \sqrt[n]{\frac{aa_1}{AA_1} \dots \frac{aa_n}{AA_n}}, \text{ missä}$$

$aa_1$  = aminohapon pitoisuus testattavassa valkuaisessa

$AA_1$  = aminohapon pitoisuus kokomunanvalkuaisessa

#### Rehun laatua kuvaavia termejä:

23. Standardi-vertailurehu (SRD): Tarkasti määritelty testirehu, joka voidaan tuottaa samanlaisena yhä uudestaan ja joka tyydyttää kalan ravitsemukselliset tarpeet. Käytetään rehukokeissa mahdollistamaan vertailut eri kokeiden, lajien, kokeen tekemisen sijaintipaikkakuntien, tutkijoiden, muiden tekijöiden ja olosuhteiden välillä.
24. Vertailurehu (RD): Rehu, jota vastaan voidaan verrata koejärjestelyn ja erilaisen rehukoostumuksen vaikutusta.
25. Kontrollirehu: Voi olla positiivinen tai negatiivinen vertailurehu, jota käytetään rehun koostumuksen vaikutuksen vertailuun. Kontrollirehu voi olla joko RD tai SRD.

#### Koe-eläin-muuttujat:

26. Kuolleisuus: Havaittujen kuolemien lukumäärää aikayksikössä tai se prosenttiosuus eläinten koko määrästä, joka on kuollut aikayksikössä (HUOM. kuolevuus on kuolleiden yksilöiden kokonaismäärä tai prosenttiosuus).
27. Kasvu: Painon lisäys aikayksikössä.

28. Sairastavuus (morbidisuus): Sairauden aiheuttama kuolleisuus tai sairaiden yksilöiden osuus kokonaismäärästä aikayksikköä kohti.

29. Suhteellinen kasvu: Kasvu prosentteina lähtöpainosta

$$RG = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100$$

30. Spesifinen kasvusuhte:

$$W_t = W_0 \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right)^t, \text{ missä}$$

$W_t$  = paino hetkellä  $t$

$W_0$  = paino hetkellä  $0$

$t$  = aika

$\alpha$  = spesifinen kasvusuhte (prosentuaalinen kasvu)

$$\text{Huom. kasvunopeus} = r = \frac{\ln w_t - \ln w_0}{t}$$

$$\text{ja suht. kasvunopeus (\%)} = r = \frac{\ln w_t - \ln w_0}{t} \times 100$$

31. Istutettujen kalojen hengissäselviäminen merkkipalautusten prosenttiosuutena (=merkintätulos)

$$\frac{\text{merkkejä palautettu kpl}}{\text{merkittyjä istutettu kpl}} \times 100$$

32. Kuntokerroin:

$$\frac{100 \times \text{tuorepaino (g)}}{\text{pituus (cm)}^3}$$


---

33. (Sovittu Lammilla 17.02.1984) Ruokintasuhde: Päivittäinen rehumäärä suhteessa kalojen painoon (%), feeding ratio).



Liite 2. Luonnos mittaus-, laskenta- tai ilmoitustavoiksi eräille kalanviljelykokeissa käytetyille suureille.

### A. KALASUUREET

Suureen nimi taustatiedot koe-kaloista	Symboli	Yksikkö
Määritelmä		
Taksonomian, alkuperän ja kasvatustaustan kuvaus.		

Mittaus- tai laskentatapa Kirjallisista lähteistä tai määrityksin ainakin seuraavat tiedot: kalat: laji, kanta, ikä, koko, koodi alkuperä: emojen koodi, ikä, lukumäärä ja alkuperä (laitos tai vesistö), merkitykselliset seikat viljelyhistoriassa koekalojen viljelytausta: lypsyn ja haudonnan aika ja menetelmät, kasvatustilat, vesitys, rehu, ruokinta, todetut sairaudet, annetut hoidot, suoritettut käsittelyt, poikkeavat viljelyrutiinit.

Käyttösuositus
aina
Käyttörajoitukset
Ilmoita vain todelliset tiedot, ei arvailuja, yleistä käytäntöä tms.

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia
Tarkempi listaus esitetty monisteessa "Kalanviljelytutkimukset, Viljelykokeista koottavat tiedot" (Westman, 08.11.1981)

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö
kuntokerroin	CF	suhdeluku
Määritelmä		
Kalan muotoa kuvaava pituuden ja painon suhdeluku, jota käytetään kunnan tai ravitsemustilan kuvaajana (engl. condition factor).		

Mittaus- tai laskentatapa.
$CF = \frac{100 \times W}{L^3}$
jossa W = kalan paino g L = kalan pituus cm

Käyttösuositus
Ravitsemustilan kuvaajana, milloin alla mainitut rajoitukset eivät estä.
Käyttörajoitukset
Kalojen kasvu pikkupoikasvaiheessa allometristä, jolloin muutos CF-arvossa ei kuvaa ravitsemustilan muutosta. Kuntokerroin ei sovellu ravitsemustilan kehityksen seurantaan myöskään smoltifikaation tai sukutuotteiden kehityksen aikana. Parven keskimääräinen kuntokerroin tulee laskea yksilöllisten kuntokerrointen keskiarvona.

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia

Suureen nimi kuolleisuus	Symboli d	Yksikkö kpl, %
Määritelmä		
Kuolemantapausten määrä tai suhteellinen runsaus populaatiossa tarkasteluajanjaksona (engl. mortality).		

Mittaus- tai laskentatapa
Ensisijaisesti: kuolleiden yksilötarkka laskenta
Toissijaisesti: määrittäminen kokonaisbiomassan ja keskipainon avulla.

Käyttösuositus
Kaikissa viljelykokeissa koko koeaikaa koskevana.
Ajallinen jakauma, syyt ym. tarkempi tarkastelu myös suotava.
Käyttörajoitukset

Ilmoittaminen julkaisussa
määrittystapa
Muita näkökohtia
Tehtävä ero kuolevuuden käsitteeseen. Todellinen kuolleisuus voi olla havaittua suurempi, jos predaatio tai kannibalismi mahdollista.

Suureen nimi Kuolevuus	Symboli q	Yksikkö laaduton
Määritelmä		
Kuolemantapausten aiheuttama populaation koon muutosnopeus. Kuolleisuuden hetkellinen raja-arvo, kun aikaväli lähenee nollaa (engl. instantaneous mortality rate).		

Mittaus- tai laskentatapa
$q = \frac{\ln N_t - \ln N_0}{t}, \text{ jossa } t = \text{aika}$ <p style="text-align: center;">N = yksilölukumäärä</p>

Käyttösuositus
Käyttörajoitukset

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia
Vähemmän suositeltava tapa on ilmoittaa kuolevuus prosentuaalisena = $100 \times q$
Tehtävä ero kuolleisuuden käsitteeseen.

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö, $\text{kg/m}^2$
Kalakuorma		tai $\text{kg/min.litra}$
Määritelmä		
Kalamassan suhde käytettävissä olevaan vesitilavuuteen tai tulovirtaamaan (engl. load tai density).		

#### Mittaus- tai laskentatapa

B/V tai B/Q, kun B = biomassa

V = altaan vesitilavuus

Q = altaan tulovirtaama

#### Käyttösuositus

Altaiden kasvatuskapasiteetin kuvaajana

Kasvatustekijöiden, ennenkaikkea hapen, "käyttöasteen" kuv. Suos. arvot riippuvat lämpötilasta ja hapesta. Happikyllästeisessä + 18°C vedessä: pikkupoikasilla alle 0.5 kg/minuuttilitra ja isoilla kaloilla alle 2.0 kg/minuuttilitra.

#### Käyttörajoitukset

Kalakuormaa ei kokeissa tule mitoitaa niin, että se lähestyy tai sivuaa kasvatuskapasiteettia (maksimaalista).

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Taustamuuttujana: vähintäänkin maksimiarvot ilmoitettava

#### Muita näkökohtia

Tiheyskokeissa kalakuormamerot saattavat vaikuttaa rekisteröitäviin muuttujiin veden laatuerojen kautta.

Suureen nimi Kalatiheys	Symboli	Yksikkö kpl/m <sup>2</sup> , kpl/m <sup>3</sup>
Määritelmä Kalojen yksilölukumäärä pinta-ala- tai tilavuusyksikköä kohti (engl. stocking density).		

Mittaus- tai laskentatapa Määritetään koetta aloitettaessa ja asetetaan vertailuryhmittäin samaksi. Mieluiten yksilölaskennalla, toissijaisesti biomassaan ja keskipainoon perustuvalla epäsuoralla kappalemäärityksellä.
--

Käyttösuositus Voimakkaan pohjasidonnaisilla lajeilla (esim. lohen ja taimenen poikasvaiheet) pinta-alatiheys, pelagisilla lajeilla tilavuustiheys. Suositeltavat arvot riippuvat allastyypistä, vesitysmäärästä ja kasvu- ja kuolleisuusodotuksista.
Käyttörajoitukset Lohi, taimen, I kasvuk. starttivaiheen jälk., ei yli 2500/m <sup>2</sup> II " maauma-altaat ei yli 150 kpl/m <sup>2</sup> pienet pyöröaltaat ei yli 300 kpl/m <sup>2</sup>

Ilmoittaminen julkaisussa Ilmoitettava
Muita näkökohtia Jos kalojen jakauma altaassa ei ole tasainen ja asialla merkitystä kokeen kannalta, olisi syytä arvioida <u>parvitiheys</u> = kalojen todellinen lukumäärä pinta-alayksiköllä.

Suureen nimi Yksilöpituus	Symboli L	Yksikkö cm
Määritelmä		

<p>Mittaus- tai laskentatapa.</p> <p>Kokeen alussa ja lopussa yksilöllisesti edustavasta otoksesta (n = vähint. 100 kpl/ryhmä) 1 mm tarkkuudella.</p> <p>Mittaus kokonaispituutena (RT) eli kuonon kärjestä yhteenpuristetun pyrstön kärkeen.</p>
---

Käyttösuositus
Käyttörajoitukset

<p>Ilmoittaminen julkaisussa</p> <p>Pituuden kehitys. Kokojakaumat.</p>
Muita näkökohtia

Suureen nimi Yksilöpaino	Symboli W	Yksikkö g
Määritelmä (engl. individual weight)		

**Mittaus- tai laskentatapa** Kokeen alussa ja lopussa yksilöllisesti edustavasta otoksesta. Kokeen aikaisessa kasvu-seurannassa vesipunnitusotosten massan ja yksilömäärän kautta  $W = B/n$ . Vähintään 3 otosta kokoon ahdistetusta altaan kalaparvesta. Otosten yhteismäärä n. 5 % parven koosta, kuitenkin vähintään 200 kalaa. Vesipunnituksessa 30 s valutus solmuttomassa haavissa ennen punnitusta. Punnitusväli tavanom. kokeissa: I kausi 2 viikkoa, II kausi 3 viikkoa.

#### Käyttösuositus

Koetta aloitettaessa samat keskipainot vertaileville ryhmille, sama vaihteluväli ja hajonta.

#### Käyttörajoitukset

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Mittaustavat ja -tarkkuudet. Yksilöpainon kehitys.

#### Muita näkökohtia

Yksilöpainon suhteellista lisäystä kuvaa kasvukerroin =  $\frac{W_t}{W_0}$



Suureen nimi Yksilökasvu	Symboli dL tai dW	Yksikkö cm tai g
Määritelmä		
Yksilöiden keskimääräinen pituuden tai painon muutos tarkasteluaikavälillä.		

Mittaus- tai laskentatapa		
$dW = W_1 - W_0$	joissa W ja L ovat koeryhmän kalojen keskipaino ja -pituus	
$dL = L_1 - L_0$		

Käyttösuositus
Käyttörajoitukset
Koon suhteen valikoiva runsas kuolleisuus muuttaa keski-kokoa kasvusta riippumatta.

Ilmoittaminen julkaisussa
Mieluiten jaksoittaisena graafisella esitystavalla.
Muita näkökohtia

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö
Spesifinen kasvunopeus	G	laaduton
Määritelmä		
Painon muutosnopeuden kuvaaja (engl. specific growth rate)		

Mittaus- tai laskentatapa
$G = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t}$

Käyttösuositus
Milloin kyseisellä johdannaissuureella voidaan tuloksia havainnollistaa tai selittää
Käyttörajoitukset
..

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia

## B. YMPÄRISTÖSUUREET

Suureen nimi Allaskuvaus	Symboli	Yksikkö
Määritelmä		
Altaan dimensioiden ja fysikaalisten ominaisuuksien kuvaus.		

Mittaus- tai laskentatapa
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muoto (perusmuoto, pyöristyssäteet, kallistukset)</li> <li>2. Väri ja materiaali sekä sen pintakäsittely</li> <li>3. Vesitys- ja vedenpoistorakenteet</li> <li>4. Altaiden sijoitus (ulko/sisä) ja keskinäinen sijainti häiriötekijöihin (kulkuväylät, ikkunat ym.)onähden</li> <li>5. Käyttötilavuus ja -syvyys</li> </ol>

Käyttösuositus
1 - 5. Vertailuryhmittäin samat
Käyttörajoitukset
..

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia

Suureen nimi	Valaistus	Symboli	Yksikkö
1. valaistusrytmi			
2. valaistusvoimakkuus			2: lx(luksi)
Määritelmä			
1. Valaistusvoimakkuus ajan funktiona			
2. Pinta-alayksikölle lankeavan valon määrää mittaava suure. 1 luksi = 1 lumen (valovirran yks.)/m <sup>2</sup> .			

Mittaus- tai laskentatapa
2. Valaistusvoimakkuusmittarilla kasvatustilassa vallitsevana yleisvalaistusvoimakkuutena altaiden vesipinnan tasosta (taustamuuttujana) tai altaissa kalojen olinalueilla vallitsevana valaistusvoimakkuutena.

Käyttösuositus
1. ja 2. Vertailuryhmittäin samat Taustamuuttujina mahdollisimman lähellä luonnonmukaisia valaistusolosuhteita Altailla on syytä olla varjostus I vuoden kasvatuksessa
Käyttörajoitukset

Ilmoittaminen julkaisussa
Valon lähde (luonnon/keino), LD-rytmi keinovalolla, varjostusten käyttö, valaistusvoimakkuus ja sen mittaustapa.
Muita näkökohtia
Luksi on fysiologinen valaistussuure. Sen suhde säteilyenergiaan on $1 \text{ lx} = \text{noin } 0.4 \mu\text{W/cm}^2$

Suureen nimi	1. virtaama	Symboli	Yksikkö
Vesitys	2. viipymä	1. Q 2. T	1. l/s 2. h
<b>Määritelmä</b>			
1. Altaaseen aikayksikössä tulevan veden määrä (engl. discharge) 2. Aika, jossa altaan vesi on laskennallisesti vaihtunut kerran (engl. detention time).			

#### Mittaus- tai laskentatapa

1. Vesimäärämittarilla, mittapadolla tai astiamittauksella
2.  $T = \frac{0.278 \times V}{Q}$ , kun  $V = \text{tilavuus m}^3$   
 $Q = \text{virtaama l/s}$

#### Käyttösuositus

##### Käyttörajoitukset

1. Virtaamatarpeeseen vaikuttavat allasmalli ja -koko, kala-kuorma ja haluttu virtausnopeus. Kokeissa vähimmäisvirtaama

$$Q = \frac{B \times OD}{3600 \times (O_2 - 6)}$$

jossa

B = kalabiomassa kg  
 OD = hapenkulutus mg kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>  
 O<sub>2</sub> = tuloveden happi mg/l

#### Ilmoittaminen julkaisussa

##### Muita näkökohtia

Ominaisvirtaama on virtaama suhteessa kalabiomassaan l/kg/min.

Keskiviipymä, efektiivinen viipymä, lyhin ja pisin viipymä saadaan hydraulisen ominaiskäyrän avulla (= tuloveteen lisätyn merkkiaineimpulssin suhteellinen pitoisuusmuutos poistovedessä).

Suureen nimi 1. virtausmalli Vesitys 2. virtausnopeus	Symboli	Yksikkö 2. cm/s
Määritelmä		
1. Altaan veden liikkeen luonnehdinta. Tyypit: pyörövirtaus, uomavirtaus, radiaalivirtaus, pystyvirtaus, ei virtausta. 2. Veden keskimääräinen nopeus pääliikesuunnassa.		

#### Mittaus- tai laskentatapa

1. Sarallinen kuvaus
2. Siivikkomittarilla (vain yli 5 cm/s) tai uimurilla ja kellolla.

#### Käyttösuositus

1. Vertailuryhmissä sama (tarkalleen sama tuloveden määrä ja suuntaus). 2. Pyöröaltaissa (muissakin matalissa, alle 0.5 m vesisyvyys) yli 1 x L/s poikaskokeissa.  
L = kalojen keskipituus cm

#### Käyttörajoitukset

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Ilmoitettava

#### Muita näkökohtia

Virtausmallin tarkempi kuvaaminen mahdollista allaskohtaisella tai altaan eri pisteille laaditulla hydraulisella ominaiskäyrällä (kts. viipymä), jonka laadinta siksikin mielekäs, että altaan perushydrauliikka on jokseenkin pysyvä altaan ominaisuus, ja sitä koskevalla tiedolla yleistä laitospohtaista merkitystä.

Suureen nimi Tuloveden laatu (perusanal.)	Symboli	Yksikkö kts. alas
Määritelmä		
1. lämpötila °C		
2. happipitoisuus mgO <sub>2</sub> /l ja -kyllästeisyys %		
3. happamuus pH-yksikköä		

Mittaus- tai laskentatapa 1. lämpömittarilla  
 2. standardin SFS 3040 mukaan tai em. stand. kalibr. mittari  
 3. standardin SFS 3021 mukaan mittarilla..  
 Mittaustiheys rutiinisti: 1; 2x/vrk, 2; kesä 4x/vko, talvi  
 2x/vko 3; 1x/vko. Tihentäminen tasojen ja vaihteluamplitudin  
 mukaan niin, että kriittiset tasot rekisteröidään jatkuvasti.  
 Kriittiset tasot: lämpötila +23°C, happipitoisuus alle  
 7 mg/l ja pH-arvo alle 5.5

#### Käyttösuositus

Oheiset parametrit kaikissa kokeissa

#### Käyttörajoitukset

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Mittaustapa ja -tiheys, vaihteluväli, lämpötilakäyrä

Muita näkökohtia Koekohtaisten analyysien lisäksi oltava  
 laitoskohtainen säännöllinen rutiiniseuranta, jonka analy-  
 tiikka veden laadusta ja laitoksen tarpeista lähtevä. LKKVL:  
 lla joka kk: pH (SFS 3021), johtokyky (SFS 3022), kiintoaine  
 (SFS 3037), kokonais- ja Ca-kovuus (SFS 3003), rauta (SFS  
 3028), KMnO<sub>4</sub>-kulutus (SFS 3036), alkaliniteetti (SFS 3005)  
 ja pääravinteet (Vesihall. anal.menet., VH tiedotus 213, 1981)

Suureen nimi Poistoveden laatu	Symboli	Yksikkö
Määritelmä		
1. lämpötila		
2. happipitoisuus ja -kyllästeisyys		
3. happamuus		
4. ammoniumtyppipitoisuus		

Mittaus- tai laskentatapa
1 - 3. kts. tuloveden laatu
4. standardin SFS mukaan. Kaloille vaarallinen ionisoitumaton ammoniakki %-osuus kokonaispitoisuudesta kaavalla
$\text{NH}_3 \% = \frac{100}{1 + 10^{(pK_a - \text{pH})}}$
jossa $pK_a = \text{NH}_3$ ionisoitumisvakio. Sen lämpötilariippuvuus on $pK_a = 10.053 - 0.0323 \times T$

Käyttösuositus
1 - 3. rutiinisti
4. Milloin happamuus- ja lämpötilaolot sellaiset, että $\text{NH}_3$ saattaa olla riskitekijä; eli pitoisuus yli 0.0125 mg/l.
Käyttörajoitukset
..

Ilmoittaminen julkaisussa
Kts. tuloveden laatu
Muita näkökohtia
Muut analyysit koekohtaisen tarpeen pohjalta. Menetelmät kts. tuloveden laatu



## C. RUOKINTA- JA REHUSUUREET

Suureen nimi	1. ruokintatapa	Symboli	Yksikkö
Ruokinta	2. ruokintarytmi		
Määritelmä			

<p>Mittaus- tai laskentatapa</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rehun annostukseen ja jakamiseen käytetty menetelmä</li> <li>2. Päivittäisen rehuannoksen syötön ajoittaminen. Käsittää vuorok. ruokinta-ajan, ruokintavälin, ruokintakerran keston ja ruokintanopeuden.</li> </ol>
--

<p>Käyttösuositus 1. Startissa käsiruokinta. Tarkoituksellisessa liikaruokinnassa automaattiruokinta. Muutoin tilanteeseen soveltuvin. 2. Vuorok. ruokinta-aika: suositus valoisa ja hämärä aika. Ruokintaväli: mahdollisimman lyhyt, varsinkin jos mitataan kasvupotentiaalia (I kasvuk. max 1 h, II kasvuk. max 2 h) ruokintanopeus mahdollisimman pieni.</p> <p>Käyttörajoitukset</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tarkasti normitetussa annostuksessa vältettävä automaattien käyttöä.</li> </ol>
--

<p>Ilmoittaminen julkaisussa</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ilmoitettava</li> <li>2. Ilmoitettava tarkasti kaikki ruokintarytmin osatekijät ja niiden muutokset ajankohtineen.</li> </ol> <p>Muita näkökohtia</p>
--

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö
Ruokintasuhde	FR	% <sub>B</sub> /d
Määritelmä Ruokintaintensiteettiä kuvaava suure, joka ilmaisee vuorokautisen rehuannoksen suhteessa kalamassaan. (engl. feeding rate). Luokitus: ad libitum-ruokinta, liika-ruokinta, normiruokinta, vajaaruokinta.		

Mittaus- tai laskentatapa Ennalta laaditun tai valitun, yleensä yksilöpainon ja lämpötilan huomioon ottavan normin käyttö. Liikaruokinnassa ruokinnan jatkaminen ruokahalun loputtua. Vajaaruokinnassa ruokinnan lopettaminen, kun ruokahalu vielä jäljellä. Ad libitum-ruokinnassa järjestely, jossa kalalla on aina halutessaan mahdollisuus saada rehua (itseruokkioiden käyttö).

Käyttösuositus Rehun käyttöä selvitettäessä normiruokinta. Rehun kasvatuspotentialia selvitettäessä tiheäväläinen liikaruokinta tai ad libitum-ruokinta. Yleisissä rehuvertailuissa molemmat. Ravintoainevaatimustutkimuksissa kaikilla ryhmillä sulavan energian suhteen isoenergiset ruokintasuhdet.

#### Käyttörajoitukset

Yliannostavat ruokintasuhdet eivät sovellu rehun hyväksikäyttötehon mittauksiin.

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Valittu ruokintasuhde ja poikkeamat syineen, jos niitä on.

Muita näkökohtia Ruokintasuhdeessa saatava päivittäinen rehuannos, F on punnituspäivinä (aika o) punnitusten välillä hetkellä t

$$F_o = \frac{FR \times B_o}{100} \quad F_t = \frac{FR}{100} \times \left( B_o + \frac{F_{o-t}}{FC} - B_{d_{o-t}} \right)$$

joissa B = biomassa, FC = ennusterehukerroin ja B<sub>d</sub> kuolleisuudessa poistunut biomassa.

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö
Rehun fysikaaliset omin.		
Määritelmä	4. Laskeutumisnopeus m/s	
1. Murekoko ja sen jakauma	5. Rakeen hajoamisnopeus vedessä vrk	
2. Pölypitoisuus %	6. Rakeen murskausvoima kg/mm	
3. Kelluvuus, s		

#### Mittaus- tai laskentatapa

1. Seulonta seulasarjalla. Jakauman lukuarvoilmaisu = Sen reufraktion %-osuus koko massasta, jonka koko  $\bar{x} \pm 20\%$  (rakeen halkaisijana).
2. 1 mm seulan läpäisevän rehun osuus % koko rehumassasta
- 3 - 6. Kts. Suomen Kalankasvattaja 4/1983 s. 8-9.

#### Käyttösuositus

- 1 ja 2. Kaikissa ruokintakokeissa
- 3 - 6. Kokeissa, joissa suureilla merkitystä rehun hyväksikäytölle tai kuormitusvaikutukselle.  
Edustava otos joka säkistä.

#### Käyttörajoitukset

- 5 - 6. Ei sovellettavissa startti- ja pikkupoikasrehulle.

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Muita näkökohtia

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö
Rehun koostumusanalyysi		
Määritelmä Pääravintoainepitoisuudet selv. analyysisarja		
1. Kosteus	4. Raakarasva	6. Typettömät uuteaineet
2. Raakavalkuainen	5. Tuhka	(pääasiassa hiilihydraatit)
3. Raakakuitu		

Mittaus- tai laskentatapa	
1. Kuivapainomäärityksellä (105°C, 24 h) 100x(WW-DW/WW)	
2. 6.25 x rehun N-pitoisuus (Kjeldahl-N-määritys)	
3. Tuhkan määrällä korjattu kiehuvaan heikkoon happoon ja emäkseen liukenematon materiaali.	
4. Hienoksi jauhetun näytteen gravimetrinen eetteriuuttomääritys. 5. Hehkutusjäännös (500°C, kunnes ei sis.org.ain.)	
6. Edellisiin lukeutumaton osa rehusta, 100 % - summa	1-5
kaikkien yksikkö %	

<b>Käyttösuositus</b>
Vakuustodistuksen ilmoittamina taustatietoina kaikissa rehu-kokeissa kaupallisilla rehuilla tehtävissä kokeissa.
Todellisena (kokeessa analysoituina) sulavuus-, ravintoainevaatus- yms. kokeissa.
<b>Käyttörajoitukset</b>
Vakuustodistustiedot raaka-aineista laskettuja rehu-merkki-kohtaisia arvoja eivätkä todellisia valmistuseräkohtaisia analyysituloksia, joten niitä ei tule käyttää ravintoainesten tehokkuussuhteiden laskentaan.

<b>Ilmoittaminen julkaisussa</b>
Ilmoitettava
Muita näkökohtia

Suureen nimi	Symboli	Yksikkö
Rehukerroin	FC	laaduton suhdeluku
Määritelmä		
Rehunkulutuksen suhde lisäkasvuun. Ilmaisee, montako rehu-kiloa tarvitaan yhden kalakilon kasvattamiseen. Rehunkäytön hyötysuhteen käänteisarvo (engl. feed conversion).		

#### Mittaus- tai laskentatapa

$$FC_{t_0-t} = \frac{F t_0 - t}{B_t - B_0}, \text{ jossa } t_0 - t = \text{tarkasteluaianjakso}$$

F = rehunkulutus (kg)  
B = kalabiomassa (kg)

#### Käyttösuositus

Rehun tuotanto-ominaisuuksien ja käyttötalouden kuvaajana viljelykokeissa, joissa ei ole käytetty liikaruokintaa.

#### Käyttörajoitukset

Ei voida käyttää rehun hyväksikäytön tunnuslukuna liika- ja ad libitum-ruokintakokeissa.

Epäluotettava, jos suhteellinen biomassamuutos pieni (lyhyet jaksot, hidas kasvu) tai sen mittaus epätarkka (pienet tai harhaiset keskipaino-otokset).

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Laskentatapa ilmoitettava.

#### Muita näkökohtia

FC ei em. laskutavalla huomioi syömättä jäävää rehua ja kuolleisuuteen sitoutunutta lisäkasvua. Tarkoissa kokeissa (mm. sulavuus, ravintoainevaatimus yms.) suositellaan käytettäväksi rehutehokkuutta, joka on rehukertoimen käänteisluku.

Suureen nimi	1. Kokon. energiahun	2. Sulava energia	3. Muuntokelp. energia	Symboli	Yksikkö
				1. TE 2. DE 3. ME	MJ/kg

**Määritelmä**  
 Rehun energiasisältöä ja sen käyttökelpoisuutta mittaavia suureita. engl. 2. Digestible energy  
 1. Total (Gross) energy 3. Metabolizable energy

<b>Mittaus- tai laskentatapa</b>	1. Pommikalorimetrisesti
	2. $DE = (R_E - F_E) / R_E$ , jossa $R_E$ = rehun GE ja $F_E$ = ulosteen GE.
	3. Laskennallisesti eri raaka-aineille esitettyjen muuntokelpoisen energian arvojen avulla. Yleisimmin käytetyt kertoimet: rasvat ME = 33.5 MJ/kg proteiinit ME = 16.3 MJ/kg hiilihydr. 6.7 "

#### Käyttösuositus

Sulava energia paras energian sitoutumisen ja isoenergistien dieettien laskennassa.

#### Käyttörajoitukset

Muuntokelpoista energiaa tai vakuustodistustietojen osalta mitataan energia-arvoja ei tule käyttää tehokkuuslaskelmissa.

Muuntokelpoisen energian laskennassa rajoituksensa (vrt. Mäkinen & Eskelinen 1984).

#### Ilmoittaminen julkaisussa

Kaupallisille rehuille vähintään vakuustodistustiedot. Omille määräyksille mittaus- tai laskentatapa.

#### Muita näkökohtia

Kokonaisenergian synonyymeja bruttoenergia ja kokonaiskaloriarvo.

Muita energiasuureita mm. nettoenergia, ylläpitoenergia.

Suureen nimi Rehun valkuainen	1. Biologinen arvo 2. Tehokkuussuhde	Symboli 1. $B_V$ 2. PER	Yksikkö laaduttomia suhdelukuja
Määritelmä			

Mittaus- tai laskentatapa
$B_V = \frac{N_i - (N_f - N_m) - (N_u - N_{en}) - (N_b - N_{eb})}{N_i - (N_f - N_m)}$ , jossa $N_i$ = syödyn rehun tyyppi (N), $N_f$ = ulosteen N, $N_m$ = metabolinen ulosteen N, $N_u$ = virtsan tyyppi, $N_{en}$ = endogeeninen virtsan N, $N_b$ = kiduseritteiden N, $N_{eb}$ = endogeen. kiduseritteiden N PER = lisäkasvu/syödyn rehun valkuainen

Käyttösuositus
Käyttörajoitukset

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia

Suureen nimi 1. Todellinen Rehun val- kuainen nettohyödyntäminen	Symboli 1: NPU 2: app NPU	Yksikkö suhdelukuja
Määritelmä 2. Todennäköinen nettohyödyntäminen		

<p>Mittaus- tai laskentatapa</p> $\text{NPU} = \frac{N_i - (N_f - N_m) - (N_u - N_{en}) - (N_b - N_{eb})}{N_i} = \frac{N_{ct} - N_{co}}{N_i}$ <p>tekijät kts. biol.arvo + <math>N_{ct}</math> = testikalojen N-pitoisuus ja  <math>N_{co}</math> = typpipitoisuus kaloissa, jotka saavat typetöntä rehua  app NPU = <math>\frac{N_i - N_f - N_u - N_b}{N_i} = \frac{N_{\text{pidättynyt}}}{N_{\text{syöty}}}</math></p>
Käyttösuositus
Käyttörajoitukset

Ilmoittaminen julkaisussa
Muita näkökohtia



ANKERIASTYÖRYHMÄN MIETINTÖ JA SEN TOIMENPIDE-  
SUOSITUSTEN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUSMAHDOLLISUUDET

MARKKU PURSIAINEN<sup>1</sup>

1. Johdanto

Ankerias kuuluu Suomen luontaiseen kalastoon, vaikka se ei täällä lisäänykään, vaan ankeriaat vaeltavat meille ja muualle Eurooppaan kutualueeltaan Sargassomereltä. Kannat sisävesissämme eivät kuitenkaan liene koskaan olleet kovin runsaita johtuen maamme sijainnista.

Sisävesialueemme ankeriaskannat perustuvat nykyisin lähes täydellisesti istutuksiin, koska nousumahdollisuuksia ei ole 1930- ja 1940-lukujen jälkeen ollut millekään isommalle vesistöalueelle jokien patoamisen vuoksi. Nykyiset ankeriassaaliit perustuvat lähes kokonaan 1960- ja 1970-luvuilla tehtyihin istutuksiin, ja saadut istutustulokset ovat olleet lähes kauttaaltaan hyviä.

Istutuksiin käytettävät ankeriaat on tuotettava maahamme ulkoa, ja aikoinaan on tuotu varsin runsaasti sekä pieniä kasveli kelta-ankeriaita että lasiankeriaita (tai vähän pigmentoituneita pikkuankeriaita, elvereitä). Nyttemmin on tuonti kokonaan tyrehtynyt kalatautien kulkeutumisvaaran vuoksi, ja viimeiset istukkaat saatiin vuonna 1979.

Näistä lähtöasemista maa- ja metsätalousministeriö asetti 19.1.1983 työryhmän selvittelemään istutustarkoituksiin käytettävien ankeriaanpoikasten tuontimahdollisuuksia sekä määrittelemään tuonnille ja istutustoiminnalle asetettavia rajoituksia.

---

<sup>1)</sup> Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos

Työryhmän puheenjohtajana toimi Lauri Koli. Jäseninä olivat Markku Aro, Pentti Järvinen, Saara Reinius ja Kai Westman sekä sihteerinä Markku Pursiainen. Kokouksia työryhmä piti kaikkiaan 16 ja kuuli asiantuntijoita kalanviljelyn ja kalastusalan järjestöistä ja laitoksista, Valtion eläinlääketieteen laitokselta sekä Ruotsista Sötvattenslaboratorietista.

Mietintönsä työryhmä jätti ministeri Toivo Yläjärvelle 26.1.1984 päätyen yksimielisesti siihen, että ankeriaan poikasten tuonti ja istutukset tulisi tietyin ehdoin sallia.

Seuraavassa esitellään tekijöitä, joiden perusteella työryhmä päätyi ratkaisuunsa sekä työryhmän toimenpidesuosituksia asian hoitamiseksi. Lopuksi tarkastellaan käytännön toteutusmahdollisuuksia siltä osin, mitä voidaan tuoda, miten tuonti on järjesteltävissä ja minne ja milloin istutukset tulisi tehdä.

## 2. Perusteita istutusten jatkamiselle

Suomen sisävesiin nousseista ja edelleen pienissä määrin nousevista ankeriaista on erittäin vähän tietoja. Ne osoittavat kuitenkin, että nousuankeriaat ovat meillä jovarsin kookkaita, useimmiten yli 20 cm:n pituisia (kelta-ankeriaita). Nousua on tapahtunut lähinnä Kymi- ja Kokemäenjoen vesistöissä. Tähän luonnolliseen nousuun perustuvaa nousuankeriaan pyyntiä on harjoitettu jonkin verran sekä Kymi- että Kokemäenjoella ja mahdollisesti muuallakin.

Jokiemme rakentamisen jälkeen pääosa nykyisestä ankeriaan kalastuksesta perustuu istutuksiin, joita on tehty ensimmäisen kerran Evolla vuonna 1894 ja siitä eteenpäin silloin tällöin eri puolilla maata. Suurimmillaan istutukset olivat 1960-luvulla, jolloin maahamme tuotiin runsaasti lasiankeriaita (vuosina 1966-1968).

Saalistilaston mukaan 1970-luvun lopulla saatiin sisävesistä ankeriasta keskimäärin 60 tonnia vuodessa, mikä merkitsee noin 70 kg:n saalista tuhatta istukasta kohti. Alueellisesti ja määrällisesti ankeriassaalis jakautuu 1970 luvun lopulla lähes täysin samassa suhteessa kuin 1960-luvun istutukset.

Eri maista kerättyjen tietojen mukaan ankeriasistukkaista elää pyyntikokoisiksi yksilöiksi aina yli 10 %, ja kun istutus-suositukset ovat noin 25 -350 kpl/ha vuodessa, se merkitsee usean kilon vuotuista hehtaarisaaalista. Esimerkiksi Puolassa istutusvesistöjen keskisaalis on 4,6 kg/ha/v parhaiden saaliiden ollessa jopa 60 kg/ha/v.

Ankeriaan on voitu todeta menestyvän kaiken tyyppisissä vesissä aina karuista kirkasvetisistä järivistä ruskeisiin ja happamiin pienvesiin ja edelleen reheviin, jopa osin pilaantuneisiin järviin saakka. Eräissä tapauksissa ankerioiden on todettu kestäneen jopa särki- ja ahvenkaloja tuhonneet talviset happikadot.

Kalataloudellisesti tärkein ankeriasikantojen hoidon lähtökoh- ta on vesistöjemme mahdollisimman suuren pysyvän tuottavuuden varmistaminen. Istutuksilla on suurin merkitys niissä vesissä, joi- den luonne on ihmistoiminnan seurauksena niin ratkaisevasti muut- tunut, että muut arvokkaat kalalajit eivät menesty edes istutettui- na.

### 3. Istutuksilla saavutettavat tulokset

Ankerioiden jatkuvilla istutuksilla voidaan taata lajin säily- minen maamme sisävesialueilla. Tämän ohella on istutusten tuloksia tarkasteltava myös saaliina suhteessa istutusmääriin ja pinta-alaan. Saalis tuhatta ankeriasistukasta kohti on noin 70 kg ja käytettä- essä esimerkiksi Ruotsin istutussuosituksia 25 - 100 kpl hehtaaria kohti vuodessa vuosisaalis on noin 1,75 - 7,00 kg/ha.

Suomen olosuhteisiin sopivan ankeriasistukkaan hinta on Ruot- sista tuotuna noin 0,36 - 0,65 mk/kpl koosta riippuen. Kun saaliin voidaan laskea olevan noin 70 kg tuhatta istukasta kohti ja saalis- ankeriaan keskihinnan noin 20 mk/kg, on saaliin arvo 2 - 4 - kertai- nen istukkaiden hintaan nähden.

Maamme ankeriassaalis on suunnilleen 80 tn vuodessa (1970-luvun lopulla) ja tuonti noin 20 tn vuodessa, joten tämänhetkiseksi kulu- tukseksi voidaan laskea karkeasti 100 tn vuodessa. Kun taas käyte- tään laskentaperusteena 70 kg/ 1 000 istukasta - saalisarvoa ja 100 tonnin kulutusta, päädytään 1,43 miljoonan ankeriasistukkaan vuosi- tarpeeseen. Istutusvesistöjen tuoton ollessa mainitut 1,75 - 7,00 kg/ha/v tarvitaan ankeriasvesistöjä 140 - 570 km<sup>2</sup> maamme nykyisen

kulutuksen kattamiseksi.

Istutuksilla saavutettavia tuloksia arvioidessa on kuitenkin muistettava, että saaliin tehollinen talteenotto on ratkaisevaa. Toisaalta on syytä todeta, että ankerioiden ylituotantovaaraa ei ole näkyvässä, ja vientimahdollisuudet ison ankeriaan osalta ovat erinomaiset.

Ankeriaan viljelyä ruokakalaksi työryhmä ei lähemmin tarkastellut, mutta totesi kuitenkin, että laji voi tulla lähivuosina jätelämpöä hyväksi käyttävien kalanviljelylaitosten viljelykohteeksi.

#### 4. Istutuksia rajoittavat tekijät

Kalojen tai mädin tuontiin sisältyy aina riskejä. Kaikkien mahdollisten tautien varalta on vaikea varautua, sillä kaloissakin on varmasti sellaisia tauteja, joita ei vielä edes tunneta. Nykyisin tunnettujenkin tautien osalta tautivapauden takaaminen on epävarmaa. Eräät kalalajit voivat kantaa lisäksi tautia itse siihen sairastumatta, esimerkiksi ankerias IPN-virusta.

Suomi on ainakin toistaiseksi säästynyt useilta bakteeri- ja virustartunnoilta ankarien tuontisäännöksiensä ansiosta. Monella maalla ei vastaavaa lainsäädäntöä ole.

Mikäli Suomeen tulisi tavalla tai toisella IPN- tai VHS-tauti, aiheituksi tappioita lähinnä lohikaloiden viljelytoiminnalle sekä näiden kalojen elävän mädin tai elävien poikasten viennille. Taloudellisten tappioiden suuruutta meillä on vaikea arvioida, joskin VHS:n on sanottu aiheuttavan Euroopan lohikaloiden viljelylle vuosittain 25 %:n ja Italian kirjolohien kasvatukselle 30 %:n tappiot. IPN:n on arvioitu aiheuttaneen noin 250 000 punnan tappion Isossa-Britanniassa viimeisten 15 vuoden aikana. Ilmeistä lieenee, että taudin puhjetessa jollakin alueella tappiot ovat esitettyjä keskiarvolukuja suuremmat vastustuskyvyn puuttuessa.

Ankeriaan eri kehitysvaiheessa olevia poikasia nousee Euroopassa vientiin riittäviä määriä lähinnä Espanjan, Ranskan ja Brittein saarten alueilla. Muista maista vienti on lähes poikkeuksetta kielletty. Näissä maissa ja alueilla vallitsevasta kalatautitilanteesta on hyvin vaikeata saada todellista, täysin ajan tasalla olevaa tietoa. Näin ollen on mahdotonta esittää tai rajata jotakin

aluetta sopivaksi tuontipaikaksi, vaan ratkaisu on tehtävä kunkin tuontitilanteen yhteydessä.

Vaihtelevien kalatautitilanteiden johdosta ei suoraa tuontia alkuperämaista vesistöihin istutettavaksi voida toteuttaa, vaan ankeriaan poikaset on pidettävä karanteenissa, jolloin jää aikaa varmistua tautitilanteesta alkuperämaassa ja pyrkiä näytteiden ja karanteenijärjestelyjen avulla varmistumaan tuontierän tautivapaudesta.

Kalatautien kulkeutumisriskin lisäksi on syytä muistaa ankeriaan ja ravun yhteensopimattomuus. Joissakin tilanteissa voi istutetusta ankeriaasta muodostua ravintokilpailija jollekin alkuperäisistä lajeista. Lisäksi ankeriaasta on sanottu aiheutuvan haittaa, kun se tarvelee pyydyksissä olleita kaloja, tunkeutuu putkistoihin ja tukkii niitä esimerkiksi kalanviljelylaitoksilla.

#### 5. Toimenpidesuosituksukset ja toteutus

Tuonti ja istutukset olisi sallittava edellyttäen, että riski kalatautien leviämisvaarasta saadaan erittäin vähäiseksi karanteenilaitoksilla sekä rajoittamalla istutukset alueellisesti.

Tämä edellyttää seuraavaa:

Poikaset tuodaan tautivapaalta alueelta karanteenilaitoksen kautta ja ensi vaiheessa käytetään Ruotsin karanteenilaitoksia:

- 1) Suomen viranomaisen hyväksyy Ruotsin viranomaisten määrittämän alkuperämaan tai alueen (yhteistyötä valinnassa)
- 2) Ruotsin karanteenijärjestelyt ovat Suomen viranomaisia tyydyttävät
- 3) Kuljetus Ruotsista Suomeen toteutetaan määrätyn järjestelmän mukaisesti viranomaisten asettamin ehdoin

Ankeriaan poikasia ei saa istuttaa taloudellisesti arvokkaisiin rapuveisiin eikä intensiivistä lohikalojen viljelyä harjoittavien laitosten lähivesiin.

Pohjois-Suomessa istutusten kannattavuus on suhteellisen huono.

Luontaisten lohi- ja taimenkantojen suojelemiseksi istutuksia ei tule tehdä tiettyihin vesiin.

Tuontilupia myönnettäessä istutusvedet on määriteltävä, joten ne on lupahakemuksessa mainittava:

- 1) Rehevät vedet / pilaantuneet vedet, joissa muut arvokkaat kalat eivät menesty edes istutettuina.
- 2) Entiset ja nykyiset ankeriaan kalastusvedet.

## Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivien ohjelma

## Tiistai 10.4.

- 10.00 Ilmoittautuminen
- 10.30 Kai Westman: Järjestäytyminen
- 10.45 Pekka Tuunainen: Päivien avaus
- 11.30 Markku Aro: Viranomaisen puheenvuoro
- 12.00 Lounas
- 13.00 Osmo Simola ja Pentti Pasanen: Lohen sopimuskasvatuksen järjestelyt ja valvonta Pohjois-Suomessa
- 13.40 Jorma Toivonen: Saimaan järvilohen ja nieriän suojele luonnossa ja viljelyssä. Mädinhanhinta luonnosta ja laitosemoista, istutukset ja varakalakannat
- 14.20 Kahvi
- 14.50 Olli Sumari: Pieksänkosken rodunjalostuslaitos ja rodunjalostusohjelma
- 15.30 Heikki Auvinen ja Unto Eskelinen: ATK:n käyttömahdollisuudet kalanviljelyssä
- 16.10 Alpo Mäntyranta: Kalanviljelyhenkilökunnan jatkokoulutukselle asetettavat tavoitteet

## Keskiviikko 11.4.

- 8.00 Aamiainen
- 8.30 Irma Kallio: Lohikalajien luonnonkantojen ja laitokantojen hoidon ja suojeleluun yhteensovittaminen. Esimerkkinä Tornionjoen ja Kemijokisuun lohikannat
- 9.00 Marja-Liisa Koljonen: Valtion emokalakantojen taustasta
- 9.20 Marja-Liisa Koljonen: Perinnöllisen erilaistumisen merkitys kalakantojen hoidon kannalta
- 9.50 Keijo Nyholm ja Jorma Piironen: Maidin pakastus
- 10.20 Tauko
- 10.30 Jorma Toivonen: Lohen säätelytoimikunta
- 11.00 Eero Jutila: Vaelluskalakantojen elvytystyöryhmä
- 11.30 Pentti Savolainen ja Olli Nenonen: Lohivelvoitettyöryhmä
- 12.00 Lounas

- 13.00 Unto Eskelinen ja Olli Nenonen: Lohen luonnonmädin hankinta jokisuilta. Tavoitteet, toteutus ja riskit
- 13.30 Antti Soivio: Viljelykalojen kunnontestausohjelmisto ja eräitä tuloksia
- 14.00 Antti Soivio: Mikä on oikea lohen vaelluspoikanen (smoltti) ja miten se tehdään viljelyssä
- 14.30 Kahvi
- 15.00 Kai Westman, Olli Nenonen, Erkki Ikonen, Alpo Tuikkala, Jorma Toivonen ja Olli Sumari: Lohen poikasten istuttaminen, leimauttaminen ja omaehtoinen lähtö vapautusaltaista
- 15.30 Erkki Ikonen ja Kalervo Salojärvi: Kuonomerkinä. Tavoitteet, määrät, seuranta ja yhteistyö Itämerellä
- 16.10 Kalervo Salojärvi ja Osmo Simola: USA:n länsirannikon kalanviljelyyn tutustumassa
- 16.40 Viljo Nylund: RKTL:n toiminnasta, diasarja

Torstai 12.4.

- 8.00 Aamiainen
- 8.30 Vaito Mustajärvi: Hapen keinollinen lisäys. Vaihtoehdot, hyödyt, kustannukset
- 9.10 Timo Mäkinen: Kalanviljelyaltaiden hydraulikasta
- 9.40 Kai Westman ja Antti Soivio: Iijoen, Tornionjoen ja Nevan lohen vertailevat lämminvesikasvatuskokeet Skotlannissa
- 10.20 Tauko
- 10.30 Unto Eskelinen ja Timo Mäkinen: Kalanviljelyn rehu- ja ravitsemustutkimusten menetelmien yhdenmukaistaminen ja kehittäminen
- 11.00 Irmeli Korhonen: Rehunvalmistajan vaste viljelijän toivomuksiin. Rehujen kehitysnäkymät
- 11.40 Markku Pursiainen: Ankeriastyöryhmän mietintö ja sen toimenpidesuosituksen käytännön toteutusmahdollisuudet
- 12.00 Lounas
- 13.00 Loppukeskustelu
- 14.00 Neuvottelupäivien päättäminen



## Osallistujat

Ahlfors, Pekka	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Ahoniemi, Alpo	Pohjolan Voima Oy
Aikio, Veikko	Sarmijärven kalanviljelylaitos
Aro, Markku	Maa- ja metsätalousministeriö
Asla, Irmeli	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Auvinen, Heikki	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Bäckström, Monica	Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos
Doktar, Åke	Uudenmaan kalastuspiiri
Eskelinen, Päivi	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Eskelinen, Unto	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Heikinheimo, Pekka	Vesiviljely Oy
Heino, Lauri	Valtion kalatalousoppilaitos
Heinonen, Eero	Inarin kalanviljelylaitos
Helkiö, Reijo	Taimen Oy
Hietanen, Kari	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Iivari, Hanna	Inarin kalanviljelylaitos
Ikonen, Erkki	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Ilmarinen, Pekka	Porlan kalanviljelylaitos
Janatuinen, Jorma	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Jokela, Marjatta	Porraskoski
Juola, Markku	Pohjolan Voima Oy
Jutila, Eero	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Jäppinen, Raimo	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Kallio, Irma	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Kannel, Risto	Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Kaukoranta, Markku	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Kauttu, Ari	Sarmijärven kalanviljelylaitos
Keränen, Jorma	Savon Taimen Oy

Kilpinen, Kari	Kalatalouden keskusliitto
Kitti, Jouni	Maa- ja metsätalousministeriö
Kolari, Irma	Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Koljonen, Marja-Liisa	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Komulainen, Unto	Oulun kalastuspiiri
Koski, Perttu	Valtion eläinlääketieteellinen laitos
Kosunen, Kari	Kymen kalastuspiiri
Kummu, Pekka	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Lehtimäki, Vesa	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Liedes, Risto	Pohjolan Voima Oy
Liedes, Sakari	Lohikunta
Lindgren, Seppo	Savon Taimen Oy
Linna, Veikko	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Liukkonen, Mauno	Savon Taimen Oy
Louhimo, Jarmo	Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Lovikka, Ahti	Lapin kalastuspiiri
Mannermaa, Veli	Inarin kalanviljelylaitos
Manninen, Esko	Porlan kalanviljelylaitos
Miettinen, Hannu	Joensuun yliopisto
Mononen, Jarmo	Kalatalouden keskusliitto
Muhonen, Jukka	Hämeen kalastuspiiri
Mustajärvi, Vaito	Vesihallitus
Mustonen, Seppo	Käylän kalanviljelylaitos
Mäkinen, Timo	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Mäntyranta, Alpo	Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Mäntyranta, Helmi	Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Määttä, Raimo	Käylän kalanviljelylaitos
Määttä, Vesa	Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Naarminen, Matti	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Naukkarinen, Martti	Finnewos Oy

Nenonen, Olli	Kemijoki Oy
Niemistö, Marjut	Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos
Nurmio, Tauno	Itä-Suomen keskuskalanviljely- laitos
Nyholm, Keijo	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Paananen, Veli-Matti	Keski-Suomen kalastuspiiri
Pasanen, Pentti	Pohjois-Suomen keskuskalanvilje- lylaitos
Piironen, Jorma	Joensuun yliopisto
Pruuki, Veijo	Riista- ja kalatalouden tutkimus- laitos, kalantutkimusosasto
Pulkkinen, Mikko	Saimaan Lohi Oy
Pursiainen, Markku	Evon kalastuskoeasema ja kalan- viljelylaitos
Pärjälä, Erkki	Kuopion yliopisto
Reponen, Seppo	Mikkelin kalastuspiiri
Roivainen, Juha	Kuopion yliopisto
Roponen, Terho	Kuopion yliopisto
Rytilahti, Juhani	Lapin kalastuspiiri
Saari, Reijo	Kemijoki Oy
Salmi, Juhani	Riista- ja kalatalouden tutkimus- laitos, kalantutkimusosasto
Salojärvi, Kalervo	Riista- ja kalatalouden tutkimus- laitos, kalantutkimusosasto
Simola, Osmo	Pohjois-Suomen keskuskalanvilje- lylaitos
Soivio, Antti	Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos
Strandman, Ari	Vesihallitus
Sumari, Olli	Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Sundbäck, Klaus	Ammattikasvatushallitus
Tamminen, Ari	Kuopion yliopisto
Toivonen, Jorma	Itä-Suomen keskuskalanviljely- laitos
Tuikkala, Alpo	Perämeren Kalastajain keskusliitto
Tulokas, Jussi	Muonion kalanviljelylaitos
Tuominen, Liisa	Riista- ja kalatalouden tutkimus- laitos, kalantutkimusosasto

Tuunainen, Olli	Lapin kalastuspiiri
Tuunainen, Pekka	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Vallinkoski, Olavi	Vesihallitus
Wanderer, Olli	Kuopion yliopisto
Westman, Kai	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Vihervuori, Aune	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto
Viitamäki, Heimo	Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Vilkman, Raimo	Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos
Virkkunen, Juha	Imatran Voima /Montta
Vuorinen, Jukka	Joensuun yliopisto
Väihkönen, Kari	Ekate Oy

# RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS, KALANTUTKIMUSOSASTO

## MONISTETTUJA JULKAISUJA

- No 80. MUTENIA, A. ja VIHERVUORI, A.: Ammattikalastuksen kannattavuuden kehitys Inarijärvellä vuosina 1976—1985. (The profitability of the professional fishery in Lake Inari in 1976—1985). s. 1—30.  
PALOMÄKI, R.: Selvitys kalojen ravintoeläinten siirtoistutuksista Inarijärveen. (Transplantation of fish prey animals to Lake Inari). s. 31—79. Helsinki 1988.
- No 81. TOLONEN, J.: Ankeriaan ikä, sukupuolijakaumat ja kasvu eräissä eteläsuomalaisissa järvissä. (Age, sex ratio and growth of the eel (*Anguilla anguilla* L.) in some lakes in southern Finland). Helsinki 1988. 106 s.
- No 82. Järvikalastussymposiumi, 5.—6.11.1987 Kerimäki. (Symposium on Lake Fishery, 5.—6.11.1987, Kerimäki). Toim. (ed.) A. Lappalainen ja T. Paananen. Helsinki 1988. 89 s.
- No 83. HONKASALO, L. ja PENNANEN, J.T.: Kalatalouden ja vesistön käytön kehitys Kokemäenjoen vesistöissä Nokian alapuolella. (The development of fisheries and other ways of making use of the Kokemäenjoki watercourse downstreams of the town of Nokia). Helsinki 1988. 104 s.
- No 84. TUUNAINEN, P., VUORINEN, P., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T. ja VUORINEN, M.: Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin. Raportti vuodelta 1987. English summary: Effects of acidic deposition on fish, Report 1987. Helsinki 1988. 103 s.
- No 85. VIRTANEN, E., ESKELINEN, U., WESTMAN, K., HUHTINEN, M., SÖDERHOLM-TANA, L. ja MÄKINEN, T.: Jätelämmön hyväksikäyttö kalanviljelyssä. (Utilization of heated effluents in fish culture). s. 1—28.  
POHJOISMAINEN MINISTERINEUVOSTO: Katsaus jätelämmön käytöstä vesiviljelyssä. (Survey of the utilization of heated effluents in aquaculture). s. 29—80. Helsinki 1989.
- No 86. NIEMELÄ, M., NIEMELÄ, E. ja HANSSEN, K.: Tenojoen virkistys- ja ammattikalastussuunnitelma Suomessa ja Norjassa. (Plan for the recreational and professional fishery in the River Tornionjoki in Finland and Norway). Helsinki 1989. 137 s.
- No 87. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1989. (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1989). s. 1—44.  
Valtion kalanviljelylaitosten toiminta ja kalaston käyttösuunnitelma vuodelle 1988. (Programme for the activities and outlines for the use of fish stocks at the State fish culture stations in 1988). s. 45—84.  
Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1989. (Programme for the Fish Culture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1989). s. 85—121. Helsinki 1989.
- No 88. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toimintakertomus vuodelta 1986. (Report on the activities of the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1986). s. 1—44.  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toimintakertomus vuodelta 1987. (Report on the activities of the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1987). s. 45—99. Helsinki 1989.
- No 89. NYLANDER, E. ja PRUUKI, V.: Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1983—1985. (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1983—1985). s. 1—48.  
NYLANDER, E. ja PRUUKI, V.: Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1986. (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1986). s. 49—79. Helsinki 1989.
- No 90. VUORIMIES, O.: Petokalojen, erityisesti hauen, ravinnonkäyttö. Kirjallisuuskatsaus. (Food and feeding of predatory fish, especially northern pike (*Esox lucius* L.). A review of the literature.) 69 s. Helsinki 1989.
- No 91. KOLARI, I.: Eläinplanktonia ja pohjaeläimiä syövien kalojen, erityisesti siikojen, ravinnonkäyttö. Kirjallisuuskatsaus. (Feeding of planktivorous and benthivorous fish, with particular reference to whitefish species (*Coregonus* spp.). A review of the literature.) 86 s. Helsinki 1989.
- No 92. KAIJOMAA, V.-M., HYYTINEN, L., ERONEN, T., POIKOLA, K., JURVELIUS, J. ja TUISKU, T.: Vuoksen vesistön ammattikalastuksen kehittämisohjelma. (A development plan for the professional fisheries of the Vuoksi area.) 43 s. Helsinki 1989.
- No 93. TUUNAINEN, P., VUORINEN, P.J., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T., VUORINEN, M. ja NIEMELÄ, E.: Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin. Raportti vuodelta 1988. English summary: Effects of acidic deposition on fish and crayfish, Report 1988. Helsinki 1989. 86 s.
- No 94. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1988. (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1988). Helsinki 1989. 70 s.
- No 95. LEINONEN, K.: Vastaamattomuuden vaikutus kalastuskyselyjen luotettavuuteen. English summary: The effects of non-response on the credibility of fishing questionnaires. Helsinki 1989. 78 s.
- No 96. SARJAMO, H., JÄÄSKÖ, O. ja AHVONEN, A. 1989: Inarin kunnan vesien kalakantojen käyttö- ja hoitosuunnitelma. (A plan for the fisheries management of the waters in the municipality of Inari, Northern Finland). Helsinki 1989. 187 s.
- No 97. HENRIKSSON, S.-H. 1989: Fiskodlingens miljöeffekter och metoder för att minska dem. En litteraturoversikt av erfarenheter i Finland 1975—1989. English summary: Effects of fish farming on the environment and methods of reducing them. A literature review of findings in Finland in 1975—1989. Helsinki 1989. 56 s.

## SISÄLTÖ — CONTENTS

Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivät 10.—12.4.1984, Lammi. Toimittanut A. Vihervuori. (State fish culture conference, No. VIII, 10.—12.4.1984, Lammi. Edited by A. Vihervuori). 149 s.

ISBN 951-8914-29-X  
ISSN 0358-4623  
Helsinki 1990  
Yliopistopaino