



**Suomen siikakalojen tutkimuksen ja kalataloudellisen
hyödyntämisen kehittäminen**

Finnish Coregonid Stock Research and Fisheries Network



Loppuraportti

30.4.2009

Juha Karjalainen, Heikki Auvinen, Hannu Huuskonen, Juha Jurvelius, Timo J. Marjomäki, Jouko Sarvala, Olli Urpanen, Pentti Valkeajärvi & Markku Viljanen

LOPPURAPORTIN TIIVISTELMÄ**TUTKIMUSHANKKEEN NIMI (projekti 310611)**

CORNET - Suomen siikakalojen tutkimuksen ja kalataloudellisen hyödyntämisen kehittäminen

CORNET - Finnish Coregonid Stock Research and Fisheries Network

Avainsanat: Muikku, siika, kannanseuranta, kannansäätely, elinkierto, rekrytointi, poikaset, kalastus

Tiivistelmä

*CORNET*in tavoitteena on ollut yhtenäistää tärkeimpien suomalaisten muikkujärvien siikakalojen tutkimusta ja kannanseurantaa sekä tuottaa yksityiskohtaista tietoa siikakalojen ja ennen kaikkea muikun vuosiluokan koosta elinkierron eri vaiheissa. Yksittäisistä tavoitteista tärkeimmät olivat:

- 1) kerätä tietoa muikun ja siian runsaudesta elinkierron eri vaiheissa ammattikalastuksen kannalta tärkeimmiltä suomalaisilta järviltä järjestelmällisesti ja parhaimpia mahdollisia menetelmiä käyttäen;
- 2) käyttää kerättyä tietoa hyväksi kalapopulaatioiden koon ja kannanvaihtelun tutkimuksessa, kalastuksen ja kalatalouden ohjauksessa sekä käytännön kalastuksen ja pyynnin säätelyn suunnittelussa;
- 3) luoda kokonaisnäkemys muikun ja siian kalataloudelliselle hyödyntämiselle ja kehittää menetelmiä ja yhteistyömuotoja toimintamallin toteuttamiselle;
- 4) tuottaa pitkiä aikasarjoja, jotka ovat välttämättömiä kannanvaihtelu- ja rekrytoitumistutkimuksissa.

CORNET-hanke on tuottanut

- a) tietoa käytännön kalastuksen ja pyynnin säätelyn suunnitteluun kalastusviranomaisille, kalastusalueille, osakaskunnille ja yksittäisille kalastajille,
- b) tietoa kalavarojen tilasta ja poikasmäärätietojen osalta tulevasta rekrytoitumisesta sekä siikakalojen kannanvaihtelumekanismista,
- c) tietoa muikun ja siian hyödyntämisen kestävästä tasosta ja säätelyperiaatteista ja lohikalojen istutuksen ekologisesta kestävästä tasosta,
- d) kokonaiskuvan Suomen tärkeimpien muikkujärvien saalisvarojen vuotuisesta vaihtelusta, mikä mahdollistaa myös saaliin käsittelyn ja jatkojalostuksen kehittämisen kokonaisuutena,
- e) aineistoja vertaileviin tutkimuksiin eri populaatioiden välillä,
- f) pitkiä aikasarjoja, jotka ovat välttämättömiä kannanvaihtelu- ja rekrytoitumistutkimuksissa: eri populaatioiden vertaileminen on edellytys yleistettävän tutkimustiedon tuottamisessa,
- g) biologisia aikasarjoja, jotka ovat tarpeellisia ympäristötutkimuksessa mm. ilmastonmuutoksen biologisten vaikutusten arvioinnissa,
- h) tietoa järviyhteisön toiminnasta ja vuorovaikutuksista, koska muikku on avainlaji järviemme ulapan yhteisöissä sekä
- i) esityksen sisävesikalakantojen säätelyjärjestelmän luomisesta.

Lisäksi *CORNET*-verkosto on pyrkinyt edistämään ja tukemaan maaseutuväestön ja ammattikalastajien työllistymistä sekä parantamaan erilaisten kalatalousyritysten toimintaedellytyksiä. Tämä tavoite on edellyttänyt ja edellyttää jatkossa erillisten jatkohankkeiden suunnittelua. Tästä esimerkkeinä olivat Höytiäisellä ja Pohjois-Päijänteellä käynnistyneet hoitokalastushankkeet, joiden yhtenä tavoitteena oli elvyttää järvien muikkukantaa.

*CORNET*in tuottama poikastiheystiedot pyrittiin julkaisemaan *CORNET*in kotisivuille mahdollisimman nopeasti tulosten valmistuttua heinä-elokuussa. Poikasmäärätiedot julkistettiin ajoittain myös laajalevikkisessä tiedotteessa. Aikuiskantojen tilan tiedottamisesta vastasi paljolti RKTL tosin Puulavedellä Jyväskylän yliopisto ja Säskylän Pyhäjärvellä Turun yliopisto vastasivat kantatiedon toimittamisesta käyttäjille. Varsinaiset tutkimustulokset kalojen kannanvaihtelututkimuksista julkaistiin kansainvälisissä aikakausjulkaisuissa. Muikun ja siian poikasaikasarjat sekä käytävissä olevat aikuisten kantatiedot löytyvät osoitteesta <http://www.paijanne.org/cornet/>.

1. Tausta ja tavoitteet

Kalojen vuosiluokan koon määräytyminen tapahtuu monilla kaupallisesti tärkeillä saalislajeilla poikasvaiheessa ja suurimmalla osalla lajeista viimeistään ensimmäisen kasvukauden loppuun mennessä. Käytännön kalastuksen ja pyynnin säätelyn kannalta on tärkeää ennakoida jo mahdollisimman varhaisessa vaiheessa tulevien kalastuskausien saalisvaroja. Joensuun yliopisto, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Turun yliopisto ovat tutkineet 1980-luvulta lähtien muikun, sisävesiemme tärkeimmän ammattikalastuksen kohdelajin, keväällä kuoriutuneiden muikunpoikasten määriä sekä niistä seuraavana talvena tai kesänä kalastettavaksi asti selvinneiden muikkujen runsautta. Tutkimukset keskittyivät viidelle tunnetulle muikkujärvelle: Säkylän Pyhäjärvelle, Puruvedelle, Paasivedelle, Onkamojärvelle ja Kuusamon Kitkajärville. Saimaan-tutkimusohjelmaan sisältyneessä hankkeessa kehitettiin uusia menetelmiä sisävesien kalakantojen seurantaan ja näin muotoutui ehdotus muikun ja siian kantojen seurannan toteuttamiseksi *CORNET* -hanke.

CORNET-hankkeessa laajennettiin syntyynyttä tutkimus- ja seurantaverkostoa koskemaan tärkeimpiä suomalaisia muikkujärviä, jotka ovat Säkylän Pyhäjärvi, Puulavesi, Päijänne, Konnevesi, Keitele, Puruvesi, Paasivesi, Onkamo, Höytiäinen ja Oulujärvi. Valituista kohteista useimmista oli jo olemassa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja yliopistojen keräämiä kalastuskirjanpitoon ja kantanäytteisiin perustuvia aikasarjoja muikkukantojen vaihteluista. Eri populaatioiden (järvien) vertailemista pidettiin keskeisenä edellytyksenä yleistettävän tutkimustiedon tuottamiselle. *CORNET* oli jatkoa maa- ja metsätalousministeriön (MMM) vuosina 1992-1996 rahoittamalle ”Muikun kannanvaihtelua säätelevät mekanismit“ sekä vuosina 1997-2001 rahoittamalle ”Kalojen vuorovaikutukset Saimaalla” -tutkimushankkeille. *CORNET* käynnistyi poikastutkimusten osalta vuonna 1999 ja sen lopullisena tavoitteena oli luoda *CORNET*tista pysyvä yhteistyöverkosto. *CORNET* liittyi läheisesti Suomen Akatemian rahoittamaan Jyväskylän yliopiston ”INSURE - Interlocked sustainable use of parallel fish resources” -hankkeeseen sekä Joensuun yliopiston hankkeeseen ”Muikun siirtoistutuksen kannattavuus ja vaikutukset kalastoon – esimerkkinä Höytiäinen”, joissa hyödynnettiin *CORNET*in tutkimusmenetelmiä ja -tuloksia. *CORNET*in yhteydessä kerättyä aineistoa on hyödynnetty myös myöhemmin kokonaan erityyppisissä tutkimuksissa, joista esimerkkinä mm. Jyväskylän yliopiston UV-säteilyn vaikutuksia selvittävät tutkimukset (SOLAR, rahoittajana Suomen Akatemia) sekä Joensuun yliopiston suurjärvien pelagisen ravintoverkon dynamiikkaa ja vuorovaikutuksia koskevat tutkimukset (rahoittajana Nesslingin Säätio).

*CORNET*in tavoitteena on ollut yhtenäistää tärkeimpien suomalaisten muikkujärvien siikakalojen tutkimusta ja kannanseurantaa sekä tuottaa yksityiskohtaista tietoa siikakalojen, ennen kaikkea muikun, vuosiluokan koosta elinkierron eri vaiheissa. Yksittäisistä tavoitteista tärkeimmät olivat:

- a) kerätä tietoa muikun ja siian runsaudesta elinkierron eri vaiheissa ammattikalastuksen kannalta tärkeimmiltä suomalaisilta järviltä järjestelmällisesti ja parhaimpia mahdollisia menetelmiä käyttäen;
- b) käyttää kerättyä tietoa hyväksi kalapopulaatioiden koon ja kannanvaihtelun tutkimuksessa, kalastuksen ja kalatalouden ohjauksessa sekä käytännön kalastuksen ja pyynnin säätelyn suunnittelussa;
- c) luoda kokonaisnäkemys muikun ja siian kalataloudelliselle hyödyntämiselle ja kehittää menetelmiä ja yhteistyömuotoja toimintamallin toteuttamiselle;
- d) tuottaa pitkiä aikasarjoja, jotka ovat välttämättömiä kannanvaihtelu- ja rekrytoitumistutkimuksissa.

Tässä loppuraportissa tarkastellaan ensisijaisesti tutkimusjaksoa 2002-2008, mutta samalla luodaan katsaus koko tutkimusjaksoon alkaen vuodesta 1999. Hanketta ovat rahoittaneet toteuttajatahojen lisäksi MMM, alueelliset TE-keskukset, kalastusalueet sekä vesiensuojelujärjestöt. MMM:n rahoituksella on lähinnä toteutettu hankkeen poikasiin liittyvä osakokonaisuus, jota on jouduttu täydentämään muilla rahoituksilla.

Yleisen seurantaluonteisen aineiston tuottamisen lisäksi hankekokonaisuus on keskittynyt menetelmäkehitystyöhön sekä muikun kannanvaihtelun biologisten perusteiden selvittämiseen. Vuosien 2004-2008 tarkennetun tutkimussuunnitelman mukaisesti hankkeessa on tutkittu viiveisen tiheysriippuvuuden (kts. luku 3.2) merkitystä kalapopulaation säätelymekanismina. Liitteessä 2 on luettelo tutkimuskauden aikana joko kokonaan tai osittain CORNET-hankkeen aineistoihin perustuvista kansainvälisistä julkaisuista.

2. Osapuolet ja yhteistyö

CORNET-hanke on Joensuun, Jyväskylän ja Turun yliopistojen, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Lounais-Suomen ympäristökeskuksen yhteistutkimushanke, jonka toteuttamiseen ovat osallistuneet myös tutkimuskohteena olevien järvien kalastusalueet ja kalastajat. Toteuttajatahot yhteishenkilöineen ovat:

Virasto/laitos	Vastuuhenkilöt
Joensuun yliopisto, Ekologian tutkimusinstituutti	Markku Viljanen, Hannu Huuskonen
Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos	Juha Karjalainen, Timo Marjomäki
Lounais-Suomen ympäristökeskus	Harri Helminen
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos	Heikki Auvinen, Ari Huusko, Juha Jurvelius, Pentti Valkeajärvi, Pekka Hyvärinen
Turun yliopisto, Biologian laitos	Jouko Sarvala

Taulukossa mainittujen vastuullisten tahojen lisäksi rahoittajatahoista eräät kalastusalueet ovat osallistuneet myös kalakantanäytteiden keräämiseen ja toimineet osallisina itse seurannan järjestämisessä.

CORNETin käytännön toteutus on organisoitu kunkin järven osalta erikseen. Alla olevassa taulukossa on lueteltu eri järvien tutkimuksista vastaavat laitokset.

Järvi	Vastuutaho(t)
Säkylän Pyhäjärvi	Turun yliopisto, Lounais-Suomen ympäristökeskus
Puulavesi	Jyväskylän yliopisto
Päijänne	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto, Päijänteen kalastusalueiden neuvottelukunta
Konnevesi	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto
Keitele	Jyväskylän yliopisto
Puruvesi	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Joensuun yliopisto
Paasivesi	Joensuun yliopisto, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Onkamo	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Joensuun yliopisto
Höytiäinen	Joensuun yliopisto, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Oulujärvi	Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Jyväskylän yliopisto

Joensuun yliopisto on vastannut kalanpoikasaineistojen keruusta ja analysoinnista Puruvedellä, Paasivedellä, Onkamojärvellä, Höytiäisellä ja Säskylän Pyhäjärvellä. Jyväskylän yliopisto on vastannut kalanpoikasaineistojen keruusta ja analysoinnista Puulavedellä, Päijänteellä, Konnevedellä, Keiteleellä ja Oulujärvellä. Tutkimusjärvien aikuispopulaatioiden näytteiden keruusta ja analysoinnista ovat vastanneet Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos sekä Joensuun, Jyväskylän ja Turun yliopistot.

3. Tulokset

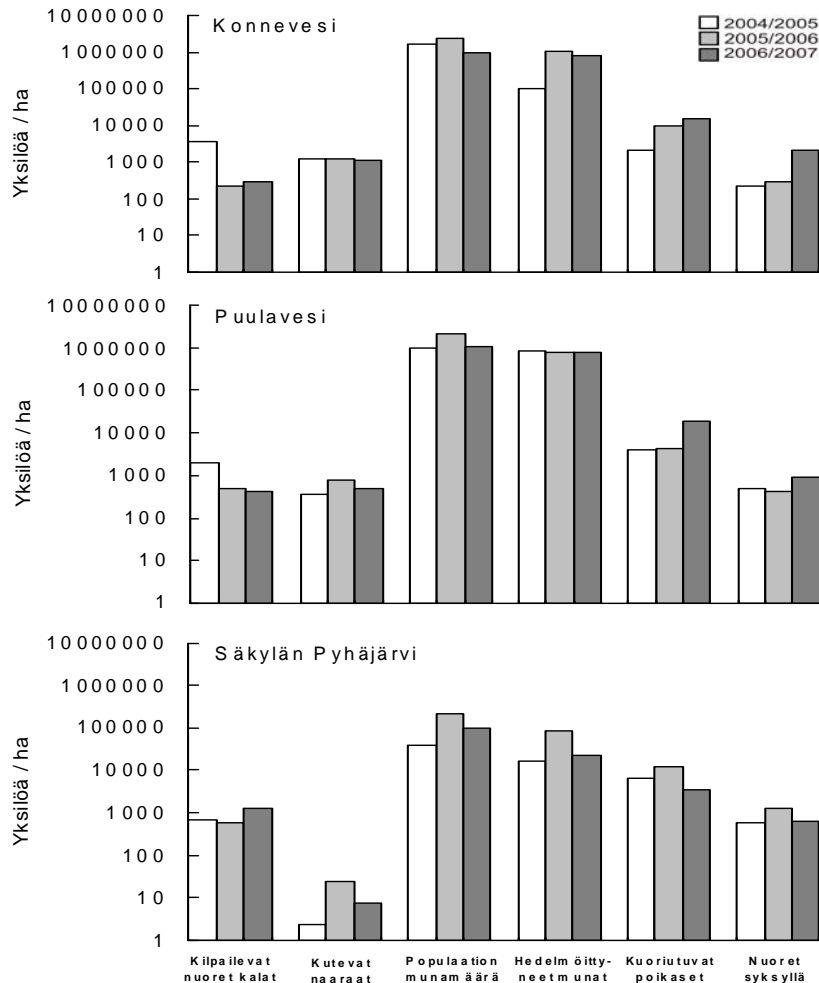
Tulososa on jaettu kolmeen osaan: erikseen on esitetty lyhyet katsaukset menetelmäkehitystyössä ja tarkennetun tutkimussuunnitelman (vuosille 2004-2008) mukaisissa tutkimusongelmissa saavutettuihin keskeisiin tuloksiin. Kolmas osa havainnollistaa tuotettujen aikasarjojen yleistä käyttökelpoisuutta ja käyttömahdollisuuksia muikun kalastuksen säätelyssä. Muikun ja siian poikasaikasarjat sekä käytettävissä olevat aikuisten kantatiedot löytyvät myös osoitteesta <http://www.paijanne.org/cornet/>.

3.1. Siikakalojen poikasseurantojen menetelmäkehitystyö

Pitkäaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet poikasseurannan olevan käyttökelpoinen, luotettava ja kustannustehokas kalastuksesta riippumaton muikun kannanarvointimenetelmä. Syyskutuisen muikun ja siian vastakuoriutuneiden poikasten määrät vaihtelevat voimakkaasti vuodesta toiseen. Perättäisinäkin vuosina saman järven kokonaispoikasmäärässä voi olla satakertaisia eroja. Tämä vaihtelu johtuu muikun korkeasta hedelmällisyydestä, lyhytikäisille kaloille ominaisesta suuresta kutukantojen vaihtelusta ja ennen kaikkea suuresta ja vaihtelevasta pohjasedimentissä hautoutuvien munien sekä kuoriutuneiden poikasten kuolevuudesta (Kuva 1). Siksi joka vuosi tapahtuva näytteenotto on erityisen tärkeää. Poikasmäärien perusteella voidaan suhteellisen suurella todennäköisyydellä ennakoida tulevan vahvan kalastettavan kannan esiintyminen (katso luku 3.3).

Vastakuoriutuneiden poikasten määrä arvioidaan yleensä heti jäiden lähtöä seuraavina 1-2 viikkona. Ensimmäisten poikasviikkojen aikana tapahtuu kuitenkin vielä suurta kuolleisuutta, joten kolmannelta jäiden lähtöä seuranneelta viikolta otettujen näytteiden perusteella pystytään jo luotettavammin ennakoimaan syksyyn asti selviytyvien kalojen määriä (Viljanen 1988, Karjalainen ym. 2000). Kaikilla järvilla ei ole pystytty toteuttamaan kahta näytteenottokierrosta, vaan joudutaan tyytymään vastakuoriutuneiden määrän arvioimiseen. Tutkimuksellisista syistä kakille järville yhteiseksi tarkistuspiisteeksi on valittu vastakuoriutuneiden näytteenottokierrokset.

CORNET-hankkeessa poikasnäytteet kerättiin viideltä eri syvyysvyöhykkeeltä (0-0.5 m, 0.5-1 m, 1-2 m, 2-4 m ja > 4 m). Matalimmasta vyöhykkeestä näytteitä otettiin putkihaavilla, jota työnnettiin kahlaamalla rantavedessä. Muilta vyöhykkeiltä näytteet kerättiin vesisuihkumoottorilla varustetulla veneellä, jonka keulaan oli kiinnitetty Bongo-haavipari (haavien silmäkoko on 0,5 mm). Näytteenottoaikoja (30 kpl) arvottiin vuosittain satunnaisesti ympäri tutkimusalueita ja vuosittain jokaiselta tutkimusjärveltä otettiin keskimääräinen n. 220 poikasnäytettä. Poikaset säilöttiin maastossa etanoli-formaliiniliuokseen ja määritettiin sekä laskettiin laboratoriossa noin 2-5 kuukauden kuluttua näytteenotosta.



Kuva 1. Etelä-Konneveden, Puulaveden ja Säkylän Pyhäjärven muikkukannan tiheysarvioita elämänkierron eri vaiheista.

Hankkeen aikana kerättyjä laajoja poikasaineistoja analysoitiin ja poikasten syvyysuuntaista jakaumaa vesipatsaassa tutkittiin yhteensä kymmenessä järvestä, osassa niistä jopa 17 vuoden aikasarjasta. Vuoteen 2007 asti järvien poikastiheydet (kpl ha⁻¹) määritettiin Karjalaisen ym. (1998, 2000) mukaisesti. Vuonna 2008 kehitettiin uusi laskentajärjestelmä (Urpanen ym. 2009), joka huomioi tiheyden arvioinnissa poikasten syvyysuuntaisen jakauman ajallisen ja paikallisen vaihtelun. Tulokset osoittivat, että suurin osa poikasista on kerääntynyt veden pinnan läheisyyteen, mutta niiden syvyysuuntainen jakauma vaihtelee huomattavasti vuosittain ja järvittäin. Tämä vaihtelu vaikuttaa merkittävästi vuotuisiin poikasmääräarvioihin ja siksi sen huomioiminen on välttämätöntä. Lisäksi uudessa laskentajärjestelmässä on huomioitu poikasmäärän mittaukseen,

biologiin prosesseihin ja järvien morfometriatietoihin liittyvä epävarmuus, jolloin menetelmä yhdistää kaikista laskennan lähtötiedoista kertyvän epävarmuuden tulostietojen kokonaisepävarmuudeksi.

Kehitetty poikasmäärien seurantamenetelmä on kansainvälisesti ainutlaatuinen ja dokumentoitu yksityiskohtaisesti joukossa tieteellisiä kansainvälisiä julkaisuja (Liite 2). Vastaavalla laajuudella toteutettua tiedonkeruuta ja käytettävissä olevia aineistoja ei siikakaloista ole mistään muualta saatavissa. Hankkeessa syntyneitä aikasarjoja käytetään monipuolisesti sekä kalabiologiseen että ympäristötieteelliseen tutkimukseen. Keski-Päijänteen (Tehi) ja uutena kohteena Ruotsalaisen (vuodesta 2008) seurannat jatkuvat osana Päijänteen säännöstelyhaittojen seurantavelvoitetta ja tukevat mm. kansainvälisen FinLTSER-tutkimusverkoston (www.ymparisto.fi/syke/Iter) tavoitteita pitkäaikaisten ekologisten aikasarjojen keräämisestä ja taltioimisesta avoimeen käyttöön.

3.2. Muikun kannansäätelymekanismit

Pitkäjänteisen *CORNET*-tutkimuksen keskeinen tavoite on ollut muikun kannanvaihtelun syiden selvittäminen. Lähtökohtana on ollut, että vain tuntemalla perusteellisesti hyödynnettävän kalalajin biologiset ominaisuudet voidaan tämän arvokkaan sisävesien luonnonvaran käyttö ja hoito järjestää tehokkaasti kestävältä pohjalta. Tärkeinä välietappeina tässä tutkimustyössä ovat toimineet

- 1) Säskylän Pyhäjärven laajat kannanvaihteluanalyysit (mm. Helminen ym. 1997, Sarvala käsikirjoitus), joissa dokumentoitiin Pyhäjärven muikulla esiintyvä kaksivuotisvaihtelu ja esitettiin perusteluja muikun ikäryhmien välisen kilpailun merkityksestä (DDD = delayed density dependence = viiveinen tiheysriippuva säätelymekanismi) kaksivuotisvaihtelun syntyyn sekä tuotiin esille lisäksi kevään sääolojen sekä petojen runsauden merkitys;
- 2) Konneveden pitkäaikaisen muikkukadon ja petokalojen (lähinnä ahvenen) merkityksen kadon pitkittymisen syynä esiin nostaneet tutkimukset (Valkeajärvi & Marjomäki 2004);
- 3) ensimmäinen *CORNET*-järvien muikkukanta-aineistojen meta-analyysi (Karjalainen ym. 2000), jossa korostetusti nousi esille muikun elämänkierron nuoruurvaiheissa tapahtuvan suuren kuolevuuden epäennustettavuus ja josta oli aiemmin jo näyttöä Säskylän Pyhäjärveltä (Helminen ym. 1997);
- 4) havainnot toisiaan lähellä olevien muikkukantojen vuosiluokkavaihtelun samanrytmisyydestä eli synkroniasta (Marjomäki ym. 2004), joka osoittaa ulkoisten tekijöiden (mm. sääolot kutu- ja kuoriutumisaikana) keskeisen merkityksen muikun vuosiluokkavaihteluiden säätelijänä; sekä
- 5) muikun kannanvaihtelua koskevan tieteellisen tiedon kattavasti yhteenvetävä kokoomatyö (Marjomäki 2003).

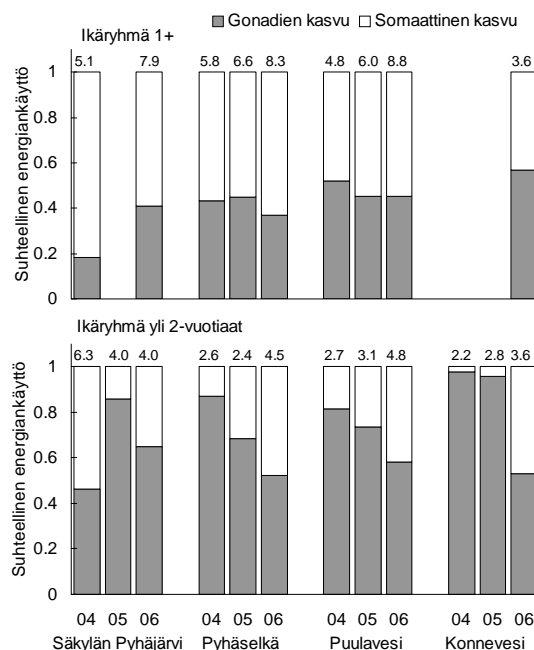
Ympäristötekijöiden ja biologisten tekijöiden lisäksi myös ihmistoiminnan, erityisesti petokalaistutusten ja kalastuksen, on arvioitu vaikuttavan muikun populaatiodynamiikkaan. Säskylän Pyhäjärvellä liian voimakas kalastus hidasti kannan toipumista ympäristötekijöiden aiheuttamasta kadosta (Sarvala käsikirjoitus). Voimakkaan kalastuksen on arvioitu myös vahvistaneen muikkukanna kaksivuotissykliä Oulujärvellä (Huusko & Hyvärinen 2005). On myös esitetty, että tiheän muikkukannan vähäinen kalastus tai kalastamatta jättäminen voisi lisätä kannan romahdusriskiä voimakkaan lajinsisäisen kilpailun, nälkiintymisen ja predaation seurauksena. Kalastuksen vaikutuksia on toistaiseksi kuitenkin analysoitu vain yksittäisillä järvillä ja laajempaa meta-analyysiä tarvitaan näiden hypoteesien testaamiseksi.

Hankkeen viimeisen toteutusjakson aikana vuosina 2004-2008 keskityttiin erityisesti tutkimaan kokeellisesti muikun eri ikäryhmien välisen ravintokilpailun vaikutusta muikun lisääntymismenestykseen ns. viiveisen tiheysriippuvan kaksivuotisrytmiä luovan säätelymekanismin kautta. Viiveisellä tiheysriippuvuudella tarkoitetaan sellaista populaatiokoon säätelyprosessia, jossa prosessin seuraukset populaatioparametreissa ilmenevät aikaviiveellä. Yleensä kyseessä on mekanismi, jossa tiheys tietyllä hetkellä vaikuttaa tulevien sukupolvien populaatioparametreihin. Populaation itsesäätelyn aikaviiveestä

seuraa siis säädön ”myöhästyminen”, mikä vakauttamisen sijasta lisää populaatiokoon syklistä heilahtelua.

Muikkukannan tiheyden ja ikäryhmien välisen ravintokilpailun vaikutuksia muikun lisääntymismenestykseen tutkittiin laajojen laboratorionkokeiden avulla vuosina 2004-2007 (Urpanen ym. 2009, käsikirjoitus). Hedelmöitys-, haudonta- ja kasvatuskokeita tehtiin muikuille, jotka olivat peräisin neljästä ravintokilpailuolosuhteeltaan erilaisesta populaatiosta (E-Konnevesi, Puulavesi, Pyhäselkä ja Säskylän Pyhäjärvi). Mäti haudottiin vuosittain talven ajan Jyväskylän yliopiston Konneveden tutkimusasemalla vakio-olosuhteissa. Kokeessa mitattiin hedelmällisyyttä, mädin laatua (kuivamassa, hiilimassa, rasvojen kokonaismäärä, rasvahappojen koostumus), hedelmöittymistä, mädin kuolevuutta sekä kuoriutumisen jälkeen poikasten kasvuominaisuuksia, kuolevuutta ja uintikykyä mahdollisten muikkukantojen välisten erojen havainnoimiseksi.

Sukukypsien kalojen ja ”hottamuikkujen” (ikäryhmä 0+) välistä ravintokilpailua mitattiin sukukypsien kalojen kasvukauden aikana somaattiseen kasvuun (P_S) ja lisääntymistuotteisiin (P_R) käyttämän energian kokonaismäärällä (P_{S+R} , kJ/g tuoremassaa). Kaikilla järvilla nuorilla sukukypsillä naarailla (ikäryhmä 1+) P_{S+R} oli suurimmillaan ja nämä kalat käyttivät kasvukauden aikana hankitusta kokonaisenergiasta suuremman osan somaattiseen kasvuun (Kuva 2). Lisäksi vuosien ja järvien väliset erot P_S/P_R -suhteessa olivat pieniä nuorilla kaloilla. Vanhemmilla kutukaloilla (ikäryhmät >2-vuotiaat) käytössä olevasta energiasta kului suurempi osa lisääntymistuotteisiin. Näillä kaloilla vuosien väliset erot energian jakautumisessa somaattiseen ja lisääntymistuotteiden kasvuun olivat suuria. Harvimmassa kannassa, Säskylän Pyhäjärvessä, vanhoilla yksilöillä P_{S+R} oli suurempi kuin tiheimmissä kannoissa. Kaikista tiheimmän kannan järvessä, Konnevedessä, vanhemmat kalat eivät kyenneet kohdentamaan energiaa somaattiseen kasvuun juuri lainkaan, vaan kaikki ohjattiin suku tuotteiden rakentamiseen.



Kuva 2. Tutkimusjärvien sukukypsien kalojen kasvukauden aikana somaattiseen kasvuun (P_S) ja lisääntymistuotteisiin (P_R) käyttämän energian kokonaismäärän (P_{S+R} , kJ/g tuoremassaa keskimääräinen arvo esitetty pylvään päässä lukuna) suhteellinen jakauma.

Tutkimusjärvien suurista populaatiotiheyden eroista (mutta myös ravintoresurssien ja kasvukauden pituuden eroista) johtuen kutevien kalojen kokoerot järvilla olivat suuria (esimerkiksi keskimassa Konnevedellä 10 g vs. Pyhäjärvellä 89 g). Suuret kokoerot näkyivät isoina eroina absoluuttisessa hedelmällisyydessä (munia/naaras), mutta suhteellinen hedelmällisyys ei poikennut järvien tai vuosien välillä (munia g^{-1} naaraan tuoremassaa). Suhteellinen hedelmällisyys tosin korreloi

merkitsevästi ($r=0.251$) kasvuun ja lisääntymistuotteisiin kohdennetun kokonaisenergian (P_{S+R}) kanssa. Hyvin kasvaneet kalat siis pystyivät tuottamaan vähän enemmän mätimunia suhteessa painoonsa kuin huonommin kasvaneet, mutta ero oli marginaalinen.

P_{S+R} ei vaikuttanut ikäryhmän 1+ mädin laatuun (kuivamassa, hiilimassa, rasvojen kokonaismäärä) eikä alkionkehityksen aikaiseen kuolevuuteen (vaiheittain tarkasteltuna hedelmöitys, hedelmöitys > silmäpisteaste, silmäpisteaste \rightarrow 10% kuoriutumisen, 10% kuoriutumisen \rightarrow 100% kuoriutumisen). Vanhemmilla ikäryhmillä (yli 2-vuotiaat) P_{S+R} korreloi merkitsevästi munan kuivamassan ja kokonaisrasvamäärän kanssa, mutta ei mädin kuolevuuden kanssa. Vanhemmilla kaloilla rasvan suhteellinen määrä munassa vaikutti hedelmöityksen onnistumiseen ja alkionkehityksen alkuvaiheen kuolevuuteen. P_{S+R} ei kuitenkaan vaikuttanut eri ikäryhmien tuottamien poikasten laatua ilmentäviin ominaisuuksiin: kuoriutuneiden poikasten laatuun (kuoriutumiskoko), ensimmäisten viikkojen aikaiseen kuolevuuteen, kasvuun tai uintikykyyn.

Yhteenvedona voidaan todeta, että sukukypsä naarasmuikku ohjaa kasvukauden aikana keräämänsä ylijäämäenergian (ylläpitokustannukset pois) ensisijaisesti lisääntymistuotteisiin. Vanhemmilla kaloilla, joilla energiavaroja on niukasti, suuri osa tai jopa kaikki ylijäämästä käytetään lisääntymiseen. Tämän ylijäämän kokonaismäärästä riippumatta muikut hyvin erilaisissa kasvuoloissakin tuottavat keskimäärin samanlaista mätää ja jälkeläisiä. Toisaalta hyvissä kasvuoloissa kasvaneet ja suurikokoiset kalat tuottavat munia yksilöä kohden enemmän kuin pienet tai niukoissa oloissa kasvaneet yksilöt. Vaikka vanhemmilla kaloilla kasvuolot vaikuttivat mädin ominaisuuksiin ja hedelmöittymiseen sekä alkion alkuvaiheen selviytymiseen, ovat vaikutukset populaatiotasolla niin pieniä, etteivät ne selitä voimakasta jo poikasvaiheessa havaittavaa tiheyden kaksivuotissykliä. *CORNET*-hankkeen kokeellinen aineisto ei vahvista oikeaksi hypoteesia, jonka mukaan ikäryhmien välinen ravintokilpailu johtaa viivästyneeseen tiheysriippuvaan säätelyyn, joka välittyy lisääntymistuotteiden laadun kautta jälkeläistuotantoon. Huomattava on lopuksi, että vaikka järvien ja vuosien välillä tai suhteessa P_{S+R} :ään ei havaittu johdonmukaisia eroja lisääntymistulosta kuvaavissa muuttujissa, olivat naarasyksilöiden väliset erot niiden tuottaman mädin ja jälkeläisten ominaisuuksissa kuitenkin huomattavan suuria.

3.3. Muikun kannanseurantatiedon käyttökelpoisuus

CORNET-hankkeen tavoitteena on ollut rakentaa sisävesille siikakalakantojen seurantajärjestelmä, jossa yhdistyvät kalastuksesta riippumattomat ja kalastukseen perustuvat menetelmät. Samalla on pyritty yhdistämään tutkijoiden tuottamaa tietoa paikallistietoon. Eräiden keskeisten järvien muikku- ja siikakantoja on monitoroitu useilla toisiaan täydentävillä menetelmillä jo varsin pitkään. Käytetyt päämenetelmät ja niiden käyttökelpoisuus kalakantojen käytön ohjauksessa on esitetty alla lyhyesti.

Yksikkösaalis

Nuotan ja/tai troolin yksikkösaaliin (saalis/standardoitu pyyntiponnistusyksikkö) ja saalisnäytteiden avulla saadaan suhteellista indeksitietoa kutukannan ja uuden vuosiluokan runsaudesta syksyllä (Kuva 3). Nämä indeksit voidaan joissakin tapauksissa muuntaa todellisiksi kalatiheyksiksi ja biomassoiksi, jos on käytettävissä esim. kaikuluotaukseen tai populaatioanalyysiin perustuvaa tietoa kalojen määrästä.

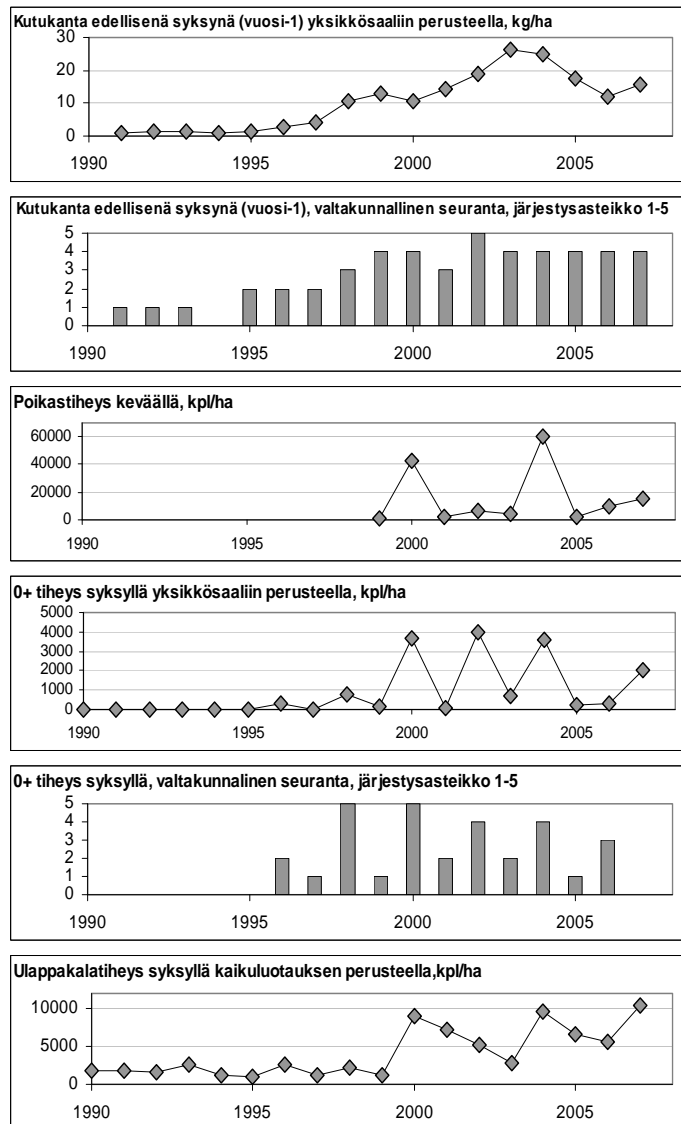
Kaikuluotaus

Kaikuluotaus (Kuva 3) tarjoaa keinon kalastuksesta riippumattomaan ulappakalamäärän seurantaan sekä indeksiluontoisen tiedon kalibrointiin. Kohdassa 3.2. kuvassa 1 esitetyissä kalakantatiedoissa

on Konnevedellä ja Puulalla käytetty kaikuluotausta järvien ja vuosien välisen tiedon kalibrointiin. Kalastuksesta riippumattoman menetelmän käyttö on kalakannan runsautta koskevissa kiistatilanteissa tarpeellista.

Paikallistieto

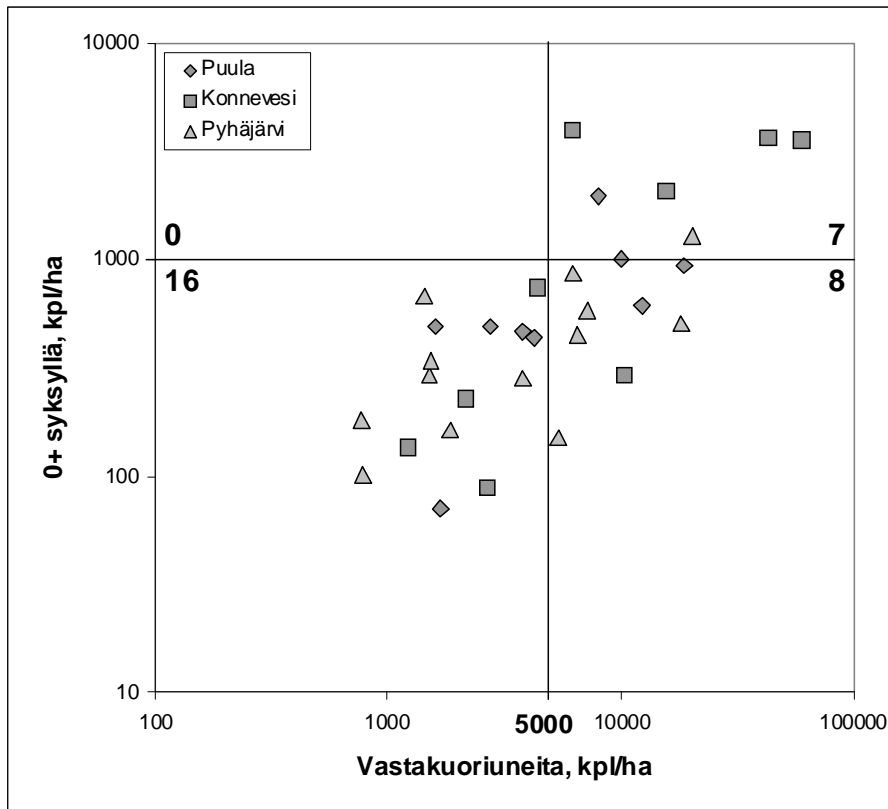
RKTL:n (alun perin kansallisen muikkutyöryhmän) toteuttama valtakunnallisen indeksiluonteisen seurannan tuottama tieto (Kuva 3, valtakunnallinen seuranta) on hyödyllistä kantojen alueellisen vaihtelun selvittämisessä ja muutosten ennakoimisessa, vaikkakaan sitä ei voi suoranaisesti käyttää kalastuksen ohjaukseen. Se muodostaa kuitenkin arvokkaan lisän seurantoihin myös siksi, että se perustuu paikallisten kalastajien tekemiin havaintoihin kalakantojen tilasta. Paikallistiedon tunteminen on päättäjälle hyödyllistä, koska joissakin tapauksessa päätösten vastustaminen johtuu siitä, että paikallistieto on ristiriidassa päätöksentekoon käytettävän tiedon kanssa. Mikäli ristiriitoja tiedoissa ilmenee, niiden syytä voidaan analysoida ja mahdollisesti tuottaa kestävämpiä päätöksiä.



Kuva 3. Etelä-Konneveden muikkukannan seurantatietoja.

Poikasmäärien arviointi

Keväällä tehtävä poikasmäärän arviointi (Urpanen ym. 2009) toimii linkkinä kutukannan runsauden ja uuden syksyllä rekrytoituvan vuosiluokan välillä ja antaa mahdollisuuden ennakoida vuosiluokan runsautta. Sen avulla voidaan myös arvioida, millainen kutukanta tarvitaan minimissään tuottamaan riittävästi poikasia suurella todennäköisyydellä. Tämä tieto on kalastuksen kestävyuden ja varovaisuusperiaatteen kannalta keskeistä ja säätelykysymystä voidaan lähestyä todennäköisyysjakaumin samaan tapaan kuin poikasmäärän ja vuosiluokan runsauden (Kuva 4) välistä riippuvuutta. Kuvassa 4 on nähtävissä, että kun CORNET-tutkimusjärvillä keväällä kuoriutui muikunpoikasia yli 5000 kpl/ha, syksyn hottatiheys ylitti hyväksi kalastettavaksi kannaksi luokiteltavan 1000 kpl/ha rajan noin 50 % todennäköisyydellä (7/8 tapausta=47% yli 1000 kpl/ha). Vastakuoriutuneiden muikunpoikasten määrä antaa siis suhteellisen luotettavaa ennakkotietoa kalastettavan vuosiluokan runsaudesta. Vastaavasti mikäli vastakuoriutuneiden poikasten tiheys on alle 5000 kpl/ha niin vuosiluokasta ei voi muodostua runsasta (16/16 tapausta=100% alle 1000 kpl/ha). Tätä jakaumaa voidaan käyttää lähtökohtana ennusteiden laadinnassa ja niihin liittyvien epävarmuuksien tunnistamisessa. Huomattava on myös, että poikasmääräarviolle on aina saatavissa myös tämän lähtötiedon luotettavuutta kuvaava tunnusluku toisin kuin useimmissa kalastukseen perustuvissa menetelmissä.



Kuva 4. Vastakuoriutuneiden poikasten ja hottavuosi luokan (ikäryhmä 0+) välinen yhteys Puulavedellä, Konnevedellä ja Säkylän Pyhäjärvellä. Huomaa logaritmiasteikko. Numerot kuvassa kuvaavat raja-arvojen (poikaset 5000 kpl/ha ja hotta 1000 kpl/ha) ylittävien havaintojen määriä.

Poikasseurannoilla on siis nähtävissä useita merkittäviä hyötyjä siikkakalojen ammattikalastuksen säätelyjärjestelmän kannalta:

- tieto on käytettävissä nopeasti keväällä (n. 2-3 viikkoa näytteenotosta)
- tieto on kalastuksesta riippumatonta
- riittävä määrä ennakkotietoa (aiempia havaintoja) antaa mahdollisuuden arvioida eri tapahtumien todennäköisyyksiä ja siten väärän päätelmän riskiä (esim. tässä runsas vuosiluokka n. 50 % todennäköisyydellä, jos poikasia yli 5000 kpl/ha)
- havaintojen kertyessä todennäköisyysjakaumat tarkentuvat jatkuvasti
- menetelmän standardoinnin vuoksi eri alueet ovat vertailukelpoisia ja kanta-arviolle voidaan aina antaa myös luotettavuusarvio
- tähänastinen pyyntimenetelmän valtakunnallinen kehitystyö on tehnyt siitä kustannuksiltaan kohtuullisen

4. Tulosten ja toteutuksen arviointi

4.1. Tulosten käytännön sovellukset

CORNET-hanke on yhtenäistänyt tärkeimpien suomalaisten ammattikalastusjärvien siikkalojen kannanseurantaa ja tarjonnut työkaluja sisävesikalastuksen kehittämiseksi kalavarojen kestävän käytön periaatteiden mukaisesti. Kalastuslakiuudistus etenee, ja on ennakoitavissa, että tärkeimpien sisävesien ammattikalastuksen kohdelajien muikun ja siian kalastuksen säätely kehittyi siihen suuntaan, että kalastusta säädellään järvikohtaisesti (vrt. Muje ym. 2004) nykyisen osakaskuntakohtaisen säätelyn sijaan. Kestävän käytön ja varovaisuusperiaatteen (esim. FAO 1995) huomioon ottaminen edellyttää silloin välttämättä toimivaa ja ajantasaista kalavarojen seurantajärjestelmää. Tämän järjestelmän pitää olla riittävän tarkka ja täsmällinen, jotta tiedosta on apua operatiivisessa päätöksenteossa. Järjestelmän on kyettävä ottamaan huomioon tietoihin ja prosesseihin liittyvät epävarmuudet sekä pystyttävä kommunikoimaan epävarmuuksista seuraavat riskit päätöksentekijälle. Samalla järjestelmän on oltava kustannusrakenteeltaan riittävän kevyt rahoitettavaksi kalastusalueelta tai yhteiskunnan on otettava osa kustannuksista kantaakseen. *CORNET*-hankkeen kautta on saatu laaja perustietous yllä kuvatun järjestelmän tehokkaan suunnittelun pohjaksi.

*CORNET*in tuottamien pitkien vertailukelpoisten ja kansainvälisestikin poikkeuksellisten aikasarjojen hyödyntäminen kalataloudellisessa päätöksenteossa on jäänyt kuitenkin vähäiseksi. Osin syynä on ollut se, että tiedonkäyttäjät ja päättäjät eivät ole saaneet tietoa tarvittaessa käyttöönsä ja että biologinen resurssitieto ei ole ollut päätöksentekoon käyttökelpoisessa muodossa, mutta pääosin se, että nykyisellään ei ole olemassa ammattikalastuksen säätelylle välttämätöntä systemaattista seuranta- ja päätöksentekojärjestelmää. Nykyinen kalastus on jakautunut alueellisesti lähes sattumanvaraisesti lupien saatavuuden mukaan ja kalastus toimii itsenäisesti vailla ohjausta. Kalastusoikeuden haltijoilla ei ole riittäviä taustatietoja, jotta he voisivat asettaa kalastusta koskevia määrällisiä tavoitteita tai rakentaa toimivaa päätöksentekojärjestelmää. Osin tästä johtuen varsinkin muikun ammattikalastus on sosiaalisesti kriisissä toistuvien osapuolten (kalastajat ja kalastusoikeuden omistajat) välisten konfliktien vuoksi. Kalastuksen biologisesta kestävydestä saamme paljolti kiittää viime aikojen poikkeuksellisen hyvää muikkukantojen tuotantoa, joka ei todennäköisesti säily samanlaisena jatkossa. Sisävesien kalatalousjärjestelmä ei siis nykyisellään täytä muikun ammattikalastuksen osalta kestävän hyödyntämisen ja varovaisuusperiaatteen kriteereitä. Paikallistasolla kalastuksesta riippumattoman seurantatiedon

tarve koetaan kuitenkin polttavaksi, ja esim. kalastusalueilla on laaja halukkuus osallistua seurantojen toteutukseen omien rajallisten resurssien puitteissa.

Yhteenvedona voidaan listata *CORNET*-hankkeen tuottaneen tietoa ja aineistoja

- a) käytännön kalastuksen ja pyynnin säätelyn suunnitteluun kalastusviranomaisille, kalastusalueille, osakaskunnille ja yksittäisille kalastajille;
- b) kalavarojen tilasta ja poikasmäärätietojen osalta tulevasta rekrytoitumisesta;
- c) muikun ja siian hyödyntämisen kestävästä tasosta ja säätelyperiaatteista ja lohikalojen istutuksen ekologisesti kestävästä tasosta;
- d) Suomen tärkeimpien muikkujärvien saalisvarojen vuotuisesta vaihtelusta, mikä mahdollistaa myös saaliin käsittelyn ja jatkojalostuksen kehittämisen kokonaisuutena;
- e) vertaileviin tutkimuksiin eri populaatioiden välillä;
- f) pitkinä aikasarjoina, jotka ovat välttämättömiä kannanvaihtelu- ja rekrytoitumistutkimuksissa: eri populaatioiden vertaileminen on edellytys yleistettävän tutkimustiedon tuottamisessa;
- g) biologisina aikasarjoina, jotka ovat tarpeellisia ympäristötutkimuksessa mm. ilmastonmuutoksen biologisten vaikutusten arvioinnissa sekä
- h) järviyhteisön toiminnasta ja vuorovaikutuksista, koska muikku on avainlaji järviemme ulapan yhteisöissä.

Lisäksi verkosto on pyrkinyt edistämään ja tukemaan maaseutuväestön ja ammattikalastajien työllistymistä sekä parantamaan erilaisten kalatalousyritysten toimintaedellytyksiä. Tämä tavoite edellyttää erillisten jatkohankkeiden suunnittelua. Tästä esimerkkeinä olivat Höytiäisellä ja Pohjois-Päijänteellä käynnistyneet hoitokalastushankkeet, joiden yhtenä tavoitteena oli elvyttää järvien muikkukantaa.

*CORNET*in tuottama poikastiheystiedot pyrittiin julkaisemaan *CORNET*in kotisivuille mahdollisimman nopeasti tulosten valmistuttua heinä-elokuussa. Poikasmäärätiedot julkistettiin ajoittain myös laajalevikkisessä tiedotteessa. Aikuiskantojen tilan tiedottamisesta vastasi paljolti RKTL, mutta Puulavedellä Jyväskylän yliopisto ja Säskylän Pyhäjärvellä Turun yliopisto vastasivat kantatiedon toimittamisesta käyttäjille. Varsinaiset tutkimustulokset kalojen kannanvaihtelututkimuksista julkaistiin kansainvälisissä aikakausjulkaisuissa (Liite 1).

4.2. Siikakalojen seurantajärjestelmän kehittämistarpeet

CORNET-hankkeen kokemusten pohjalta on hahmoteltavissa systemaattinen seuranta ja toimiva päätöksentekojärjestelmä, jotka mahdollistavat sen, että sisävesikalastusta voidaan ensi kerran yrittää ohjata kestäväällä ja varovaisuusperiaatteen huomioivalla tavalla. Kalavarojen arvioinnin perusteella määritettävä ekologinen kestävyys luo pohjan alueellisen kalatalouden sosio-ekonomiselle ja institutionaaliselle kestävyydelle ja on pohjana paikallistason yhteistoimintaa järkyttävien konfliktien vähentämiseksi. Avoin säätelyjärjestelmä ja sitä tukeva luotettava kaikkien intressitahojen hyväksymä seurantatieto mahdollistavat myös tehokkaamman kantojen hyödyntämisen, selkiyttävät ammattikalastuksen lupajärjestelyjä, mahdollistavat kalastuspaineen suuntaamisen alueille, jossa kalakannat tehokkaasti hyödyntämisen kestävä ja siten parantavat myös ammattikalastuksen taloudellista kannattavuutta.

Jatkossa sisävesikalastuksen säätelyjärjestelmää kehitettäessä tavoitteiksi tulisi asettaa

- a. Muikkukantojen monitorointityökalujen (poikastiheys, rekryytti, kutukanta) jatkuva käyttö kymmenellä järvellä (esimerkiksi P-Päijänne, Tehinselkä, E-Konnevesi, P-Keitele, Oulujärvi, Puulavesi, Puruvesi, Paasivesi, Pielinen, Höytiäinen, Säskylän Pyhäjärvi), joiden vuosittain pyydyttävä muikkusaalis muodostaa huomattavan osan sisävesien ammattikalastajien kokonaissaaliista sekä RKTL:n n. 100 järven paikallistietoon perustuvan

järjestelmän ylläpito. Myös sisävesiammattikalastuksen kalastuskirjanpidon (pyyntiponnistus, saalis) pakollisuutta on syytä harkita.

- b. Sisävesiammattikalastuksen järvikohtaisen/aluekohtaisen säätelyjärjestelmän rakentaminen ja käyttöönotto. Järjestelmän tulee sisältää toimielimen, jossa eri osapuolet pääsevät vaikuttamaan päätöksiin sekä seurantatietoon perustuva yleisesti hyväksytty säätelysäännöstö, joka huomioi lähtötietoihin sisältyvän epävarmuuden.

Seurantajärjestelmän ja CORNET-hankkeen tuottaman tiedon pohjalta voidaan hahmotella jatkotoimenpiteitä jaoteltuna kolmeen keskeiseen toimenpidelinjaan ja seitsemään toimenpidekokonaisuuteen:

A. Kalakanta-arviot ja ennusteet ammattikalastuksen ohjauksen päätöksentekoa varten

- a) Tähän mennessä kertyneen ja jatkossa kertyvän seuranta-aineiston (i) mittaukseen ja (ii) biologisiin prosesseihin liittyvä epävarmuus analysoidaan. Työssä hyödynnetään laskentaohjelmistoja, joilla voidaan yhdistää kaikista laskennan lähtötiedoista kertyvä epävarmuus tulostietojen kokonaisepävarmuudeksi.
- b) Laaditaan aineiston perusteella arvio kalakantojen tilasta, kalastuksen nykyisestä kestävydestä ja ennusteet kalakannan muutoksista erilaisilla säätelyvaihtoehdoilla. Keskeistä on, että myös tässä kaikkeen tietoon liitetään arvio sen epävarmuudesta ja epävarmuuden aiheuttamasta riskistä päätöksentekotilanteessa. Tiedot julkistetaan internetissä mahdollisimman laajan osallistuvan keskustelun aikaansaamiseksi.
- c) Jatketaan aineiston keräämistä ja testataan ennusteiden toteutumista ja riskinarviointikykyä vertaamalla ennusteita uusiin havaintoihin.

B. Päätöksentekojärjestelmän kehittäminen

- a) Selvitetään haastatteluin ja/tai tiedusteluin, mitä tietoja päätöksentekojärjestelmän eri osapuolet tarvitsevat/haluavat päätösten pohjaksi ja ennen kaikkea, mikä on osapuolten suhtautuminen tiedon epävarmuuteen ja päätöstilanteen riskeihin. Osapuolilla tarkoitetaan tässä keskeisiä ammattikalastukseen liittyviä asianosaistahoja.
- b) Kehitetään ammattikalastuksen ohjaukseen liittyvää perussäännöstöä, esim. kuinka monta ammattikalastuslupaa voidaan myöntää tietylle alueelle, milloin kalastus pitää lopettaa ym.. Koko ajan keskeisenä lähtökohtana on tuoda esiin päätöksiin liittyvä epävarmuus, siitä seuraavat riskit ja virheellisten päätösten seuraamukset. Erityisesti tässä huomioidaan, että mahdollisesta ylikalastuksesta seuraavan kannan romahduksen ohella keskeinen riski on myös tuottavan kannan virheellisestä hyödyntämättä jättämisestä johtuva saaliinmenetykset.
- c) Testataan päätöksentekojärjestelmää simuloitun kalakantatiedon perusteella todellisista päättäjäistä koostuvan koeryhmän kanssa.
- d) Analysoidaan seurannasta ja päätöksentekojärjestelmästä koituvia kustannuksia.

C. Laaditaan edellisten pohjalta ohjeet sisävesien ammattikalastuksen ohjausjärjestelmäksi

4.3. Toteutuksen arviointi

Hankerahoitus on koko tutkimusjakson aikana on ollut selvästi anottua pienempi ja hankkeessa on jouduttu keskittymään lähinnä poikasseurantojen toteuttamiseen. Aikuispopulaatioiden seurannat ovat perustuneet paljolti RKTL:n hanketoimintaan sekä pieniin erillisiin yliopistoille suunnattuihin rahoituksiin.

Suomen sisävesien siikakalojen kannanseurantaa ja kalastuksen säätelyä toteutetaan nykyään hyvin vaihtelevilla tasoilla: on järviä, joista tietoa kootaan runsaasti ja eri toimijat (RKTL, yliopistot, kalastusalueet, kalatalouskeskukset, konsulttitoimistot) kokoavat säännöllisesti paikallistietoa, toteuttavat kalastustiedusteluja ja kirjanpitojärjestelmiä sekä mittaavat muikku- ja siikakantoja, jopa kalastuksesta riippumattomilla menetelmillään. Toisaalta on merkittäviä ammattikalastusjärviä, joilta resurssia koskevan seurantatiedon keruu puuttuu lähes kokonaan. Sisävesien kalakantojen seuranta on perustunut osin yliopistojen ja tutkimuslaitosten tieteellisiin tutkimuksiin liittyviin hankkeisiin, joiden rahoitus on liian kausiluonteista ja tutkittavat kysymykset liian perustutkimuspainotteisia, jotta keskeisiin soveltaviin kysymyksiin olisi voitu puuttua.

Hankkeesta on tulossa mittava määrä tieteellisiä julkaisuja jo nyt valmistuneiden lisäksi. Osittain tuloksia raportoidaan järviä, mutta myös laajamittaiset järviaineistoja yhdistävät meta-analyysit ovat työn alla ja arvioidaan julkaistavaksi tieteellisissä julkaisuissa kahden vuoden aikana. Varsinaisten kala-aineistojen lisäksi hankkeessa on kerätty poikkeuksellisen mittava muikun ravintoresurssin ominaisuuksia kuvaava aineisto (eläinplanktonaineistot ja bioenergeettiset mallit). Eläinplanktonaineistoista on merkittävä osa analysoitukin jo joko mikroskoipoimalla tai vuosien 2008-2009 aikana LOPC-ajoilla (LOPC = laser optical plankton counter).

5. Kirjallisuus

FAO 1995: Report of the expert consultation on guidelines for responsible fisheries management. FAO Fish. Rep. No. 519.

Huusko, A. & Hyvärinen P. 2005. A high harvest rate induces a tendency to generation cycling in a freshwater fish population. *Journal of Animal Ecology* 74: 525-531.

Karjalainen, J., Auvinen, H., Helminen, H., Marjomäki, T. J., Niva, T., Sarvala, J. & Viljanen, M. 2000. Unpredictability of fish recruitment: interannual variation in young-of-the-year abundance. *Journal of Fish Biology* 56: 837-857.

Karjalainen, J., Ollikainen, S. & Viljanen, M. 1998. Estimation of the year-class of newly hatched fish larvae in Finnish lakes - how sampling design can influence abundance estimations? *Archiv für Hydrobiologie Special Issues of Advances in Limnology* 50: 73-80.

Marjomäki, T. J. 2003. Recruitment variability in vendace, *Coregonus albula* (L.), and its consequences for vendace harvesting. *Jyväskylä studies in biological and environmental science*, 127: 1-66.

Marjomäki, T. J. 2004: Analysis of the spawning stock - recruitment relationship of vendace (*Coregonus albula* (L.)) with evaluation of alternative models, additional variables, biases and errors. *Ecol. Freshw. Fish* 13: 46-60.

Marjomäki, T. J., Auvinen, H., Helminen, H., Huusko, A., Sarvala, J., Valkeajärvi, P., Viljanen, M. and Karjalainen, J. 2004. Spatial synchrony in the interannual population variation of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Finnish lakes. *Annales Zoologici Fennici* 41: 225-240.

Muje, K., Lindroos, M., Marjomäki, T. & Karjalainen, J. 2004. Interlocked sustainable use of multiple fish stocks – modelling biological and socio-economic conditions in Finnish vendace (*Coregonus albula* (L.)) fisheries. *Annales Zoologici Fennici* 41: 375-390.

Urpanen, O., Marjomäki, T. J., Viljanen, M., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2009. Population size estimation of larval coregonids in large lakes: stratified sampling design with a simple prediction model for vertical distribution. *Fisheries Research* 96: 109-117.

Urpanen, O., Marjomäki, T. J., Huuskonen, H., Sarvala, J., Valkeajärvi, P. & Karjalainen, J. 2009. Delayed density dependence as a regulation mechanism of fish populations: significance of reproduction and early development. *Käsikirjoitus*.

Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T. J. 2004. Perch (*Perca fluviatilis*) as a factor in recruitment variations of vendace (*Coregonus albula*) in lake Konnevesi, Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 41: 329-338.

Viljanen, M. 1988. Relations between egg and larval abundance, spawning stock and recruitment in vendace (*Coregonus albula* L.). - *Finnish Fish. Res.* 9: 271-289

LIITE 1. CORNET-hankkeen ja siihen kiinteästi liittyvien muiden rinnakkaishankkeiden tieteelliset tuotokset.

CORNET-yhteistutkimushankkeeseen liittyvät tutkijat ovat tuottaneet tutkimusaihepiiristä vuosien 2002-2008 aikana yhteensä 43 kansainvälistä referoitua julkaisua tai käsikirjoitusta ja 42 muuta yleistajuista tai tieteellistä kirjoitusta sekä laatineet 36 esitystä (esitelmä tai poster) kansainvälisiin tutkimuskokouksiin. Tutkimukset käsittelevät siikakalojen biologiaa ja ekologiaa, niiden kalastusta ja kalataloudellista hyödyntämistä sekä kalastusta ja sen yhteiskunnallisia vaikutuksia kansainvälisestikin poikkeuksellisen laajassa mitassa. Merkittävä osa tutkimuksista on ollut menetelmän kehitystyötä, jonka tulokset ovat suoraan hyödynnettävissä CORNET-hankkeessa. CORNET-hankkeen kohteena olevilla tutkimusalueilla on tiedotettu tutkimustuloksista paikallisesti sanomalehdissä, radioissa ja televisiossa. Lisäksi työryhmän jäsenet ovat pitäneet lukuisia esitelmää niin kotimaisissa kuin kansainvälisissäkin tilaisuuksissa.

Kansainväliset referoidut julkaisut

- Urpanen, O., Marjomäki, T. J., Huuskonen, H., Sarvala, J., Valkeajärvi, P. & Karjalainen, J. 2009: Delayed density dependence as a regulation mechanism of fish populations: significance of reproduction and early development. Käsikirjoitus.
- Urpanen, O., Marjomäki, T. J., Keskinen, T. & Karjalainen, J. A note on the cannibalistic features of vendace (*Coregonus albula* (L.)): experimental study. Käsikirjoitus lähetetty tarkastettavaksi.
- Haakana, H. & Huuskonen, H. 2009. The endangered whitefish (*Coregonus lavaretus pallasii*) population in the Koitajoki River, eastern Finland: the present state and threats. Käsikirjoitus (lähetetty).
- Huuskonen, H., Haakana, H. & Kekäläinen, J. 2009. Offspring performance is linked to parental identity and male breeding ornamentation in whitefish. Käsikirjoitus (lähetetty)
- Urpanen, O., Marjomäki, T. J., Viljanen, M., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2009: Population size estimation of larval coregonids in large lakes: stratified sampling design with a simple prediction model for vertical distribution. Fisheries Research 96: 109-117.
- Haakana, H. & Huuskonen, H. 2009. Predation of smelt on vendace larvae: experimental and field studies. Ecology of Freshwater Fish 18 (in press).
- Urpanen, O., Keskinen, T., Marjomäki, T. J., Sakomaa, V., Salo, H., Syrjänen, J., Viljanen, M. & Karjalainen, J. 2009: Effects of fish mass removal on coregonid larval abundance in a large mesotrophic lake. Käsikirjoitus (lähetetty).
- Haakana, H., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2007. Predation of perch on vendace larvae: diet composition in an oligotrophic lake and digestion time of the larvae. J. Fish. Biol. 70: 1171-1184.
- Malve, O., Laine, M., Haario, H., Kirkkala, T. & Sarvala, J. 2007. Bayesian modelling of algal mass occurrences - using adaptive MCMC methods with a lake water quality model. -- Env. Mod. Software. 22: 966-977 (available online 24 August 2006: doi:10.1016/j.envsoft.2006.06.016).
- Jurvelius, J., Knudsen, F., Balk, H., Marjomäki, T., Peltonen, H., Taskinen, J., Tuomaala, A. & Markku Viljanen 2008. Echo-sounding can discriminate between fish and invertebrates in freshwater. - Freshwater Biology 53: 912-923.
- Nöges, P., Kangur, K., Nöges, T., Reinart, A., Simola, H., & Viljanen, M. 2008. Highlights of large lake research and management in Europe. – Hydrobiologia 599: 259-276.
- Marjomäki, T.J., Lindroos, M., Muje, K., Sipponen, M. & Karjalainen, J. 2007. Comparison of policies for spatial allocation of annual fishing effort between multiple stocks of vendace, *Coregonus albula* (L.). Fundamental and Applied Limnol. Spec. Iss. 60: 405-418.
- Urpanen, O., Marjomäki, T.J., Viljanen, M., Huuskonen, H., Sarvala, J., Helminen, H. & Karjalainen, J. 2007. Spatio-temporal distribution of vendace (*Coregonus albula* (L.)) larvae in Finnish lakes. Fundamental and Applied Limnol. Spec. Iss. 60: 221-230.
- Ventelä, A.-M., Tarvainen, M., Helminen, H. & Sarvala, J. 2007. Long-term management of Pyhäjärvi (southwest Finland): eutrophication, restoration - recovery? -- Lake and Reservoir Management 23: 428-438.
- Jurvelius, J., Marjomäki, T. J., Hirvonen, E., Lilja, J., & Riikonen, R. 2006. Vendace (*Coregonus albula*) stock assessment in winter using a mobile echo-survey under ice. Bor. Env. Res. 11: 415-420.
- Sipponen, M. , Muje, K., Marjomäki T. J., Valkeajärvi, P. & Karjalainen, J. 2006. Interlocked use of inland fish resources - a new management strategy under private property rights. Fisheries Management and Ecology 13: 299-307.
- Auvinen, H., Jurvelius, J., Koskela, J. & Sipilä, T., 2005. Comparative use of vendace by humans and Saimaa ringed seal in Lake Pihlajavesi, Finland. Biological Conservation 125, 381-389.

- Heikkilä, J., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2005. Location of spawning grounds of vendace (*Coregonus albula* (L.)): implication for dispersion of newly hatched larvae. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: 1725-1728.
- Huusko, A., & Hyvärinen, P. 2005. A high harvest rate induces a tendency to generation cycling in a freshwater fish population. J. Anim. Ecol. 74: 525-531.
- Marjomäki, T. J. 2005. Evaluation of different harvest strategies for a vendace population with highly variable recruitment: a simulation approach. Boreal Env. Res. 10: 255-279.
- Urpanen, O., Huuskonen, H., Marjomäki, T. & Karjalainen, J. 2005. Growth and size-selective mortality of vendace (*Coregonus albula* (L.)) and whitefish (*C. lavaretus* L.) larvae. Boreal Environment Research 10: 225-238.
- Ylönen, O., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2005. Effects of solar irradiation on the vertical distribution of vendace larvae in Finnish lakes. Ecology of Freshwater Fishes 14: 161-167.
- Auvinen, H., Kolari, I., Pesonen, A. & Jurvelius, J. 2004: Mortality of 0+ vendace (*Coregonus albula*) caused by predation and trawling. Ann. Zool. Fennici 41: 339-350.
- Huuskonen, H., Haakana, H. & Aho, T. 2004: Stock transfer in vendace: an evaluation using microsatellite markers. Annales Zoologici Fennici 41: 69-74.
- Marjomäki, T. J. 2004: Analysis of the spawning stock - recruitment relationship of vendace (*Coregonus albula* (L.)) with evaluation of alternative models, additional variables, biases and errors. Ecol. Freshw. Fish 13: 46-60.
- Marjomäki, T. J., Auvinen, H., Helminen, H., Huusko, A., Sarvala, J., Valkeajärvi, P., Viljanen, M. and Karjalainen, J. 2004. Spatial synchrony in the interannual population variation of vendace (*Coregonus albula* (L.)) in Finnish lakes. Annales Zoologici Fennici 41: 225-240.
- Muje, K., Lindroos, M., Marjomäki, T. & Karjalainen, J. 2004. Interlocked sustainable use of multiple fish stocks – modelling biological and socio-economic conditions in Finnish vendace (*Coregonus albula* (L.)) fisheries. Annales Zoologici Fennici 41: 375-390.
- Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T. 2004: Perch (*Perca fluviatilis*) as a factor in recruitment variations of vendace (*Coregonus albula*) in lake Konnevesi, Finland. Annales Zoologici Fennici 41: 329-338.
- Viljanen, M., Turunen, T. & Väisänen, P. 2004: Fluctuations in year-class strength and growth of the vendace (*Coregonus albula* (L.)) in the small, mesohumic oligotrophic Suomunjärvi, a lake in eastern Finland. Annales Zoologici Fennici 41: 241-248.
- Ylönen, O. & Karjalainen, J. 2004. Growth and survival of European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) larvae under enhanced UV-B irradiation. Journal of Fish Biology 65: 869-875.
- Ylönen, O., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2004. UV avoidance of coregonid larvae. Annales Zoologici Fennici 41: 89-98.
- Ylönen, O., Heikkilä, J. & Karjalainen, J. 2004. Metabolic depression in UV-B exposed larval coregonids. Annales Zoologici Fennici 41: 577-585.
- Häkkinen, J., Korhonen, H-M., Oikari A. & Karjalainen, J. 2003. Melanin concentrations in vendace (*Coregonus albula*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) larvae from five boreal lakes with different optical properties. Boreal Environment Research 8: 193-201.
- Karjalainen, J., Ylönen, O. & Huuskonen, H. 2003. The additive budgeting of costs on larval coregonids. In: The Big Fish Bang. Eds. Browman H.I. & Skiftesvik A. B.pp. 13-21.
- Heikinheimo, O., Valkeajärvi, P. & Helminen, H. 2002. Interactions between brown trout, vendace, and the fishery in Lake Päijänne. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 601-613.
- Helminen, H., Sarvala, J. & Ennola, K. 2002. Individual-based model for population dynamics of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, south-west Finland. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 647-656.
- Huuskonen, H., Karjalainen, J., Viljanen, M., Sarvala, J. & Taalas, P. 2002. Horizontal distribution of vendace larvae in Lake Pyhäjärvi (SW Finland): effect of wind-induced currents. Verh. Internat. Verein. Limnol. 28: 726-730.
- Häkkinen, J., Vehniäinen, E., Ylönen, O., Heikkilä, J., Soimasuo, M., Kaurola, J., Oikari, A. & Karjalainen, J. 2002. The effects of increasing UV-B radiation on pigmentation, growth and survival of coregonid embryos and larvae. Environmental Biology of Fishes 64: 451-459.
- Ilmast, N.V. & Khrennikov, V.V. 2002. Whitefish species of Lake Pyhäjärvi and changes in its ichthyofauna after introduction of new species. Journal of Ichthyology/Voprosy Ikhtiologii 42(9): 733-738.
- Karjalainen, J., Helminen, H., Huusko, A., Huuskonen, H., Marjomäki, T., Pääkkönen, J-P., Sarvala, J. & Viljanen, M. 2002. Littoral-pelagic distribution of newly hatched vendace and whitefish larvae in Finnish lakes. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 367-382.
- Sipponen, M. & Valkeajärvi, P. 2002. The manageability of inland fisheries for Lake Päijänne, Finland: The case of co-management and self-regulation. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 589-600.
- Sutela, T., Huusko, A., Karjalainen, J. & Viljanen, M. 2002. Feeding success of vendace larvae in littoral and pelagic zones. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 487-495.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H., Riikonen, R. & Salmi, P. 2002. Monitoring of vendace (*Coregonus albula*) stocks in Finland. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 57: 677-685.

Muut tieteelliset tai yleistajuiset julkaisut

- Haakana, H. 2008. Effects of predation and fish stock management on the abundance of larval vendace: experimental and field evidence in a large oligotrophic lake. University of Joensuu, PhD Dissertations in Biology No:57. 29 s.
- Sakomaa, V., Urpanen, O., Syrjänen, J., Marjomäki, T. J., Keskinen, T., Alaja, H. & Karjalainen, J. 2008. Tehokalastuksen vaikutus muikun (*Coregonus albula* (L.)) ja siian (*C. lavaretus* L.) poikasmääriin Pohjois-Päijänteellä. Teoksessa: Salo, H. (toim.) Pohjois-Päijänteen ja Jyväsjärven kehittäminen – kalataloudellinen kunnostus. Jyväskylän yliopisto, ympäristöntutkimuskeskus. 113 s.
- Sarvala, J. 2008 (kesäkuu). Muikun ja siian poikaset seurannassa. "Pyhäjärven puolesta" (Ala-Satakunta, Auranmaan viikkolehti).
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R 2008. Muikkukannat vahvistuivat Itä-Suomessa. Kalastaja 32 (3/2008): 1, 6-7.
- Huttunen, T. 2007. Muikun (*Coregonus albula*) ja kuoreen (*Osmerus eperlanus*) vaikutus eläinplanktonin biomassaan ja kokojakaumiin Säkyän Pyhäjärven vuosina 1987-2002. -- Pro gradu -tutkielma ekologiassa. Turun yliopisto, biologian laitos. 75 s. +114 liitettä.
- Sarvala, J. 2007. Kalastuksen vaikutus kalakantoihin. - "Kalavesillä" teos, osa 2: 66-69. WSOY Suurteokset.
- Tarvainen, M. & Ventelä, A.-M. 2007. Pyhäjärven suojelutyo 2000-2006. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja B 14: 1-84. ISBN 978-952-9682-46-1 (nid.). ISBN 978-952-9682-48-5 (pdf).
- Auvinen, H., Jurvelius, J., Kolari, I., Leskelä, A. & Hirvonen, A. 2006. Kalastuksen seurannan kehittäminen Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan kalastusalueilla. Kala- ja riistaraportteja nro 393. 29 s.
- Auvinen H., Jurvelius J., Koskela J., Sipilä T. 2006. Kalastus ja saimaannorppa muikkukannan hyödyntäjinä Pihlajavedellä. Kalatutkimuksia nro 196 Toim. Pekka Salmi: "Kalastus, saimaannorppa ja kansalaisnäkökulma. Hallinnan haasteet ja luonnon monimuotoiset tulokset"
- Sarvala, J. 2006. Kalojen vaikutus eläinplanktoniin suuressa, matalassa järven. - Suurjärviseminaari 2006. Miksi vene keikkuu ja kuka sitä keikuttaa? Järvien hoito ja tutkimus uusien haasteiden edessä. 20.-22.03.2006, Joensuu, Finland. Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen julkaisuja / University of Joensuu, Publications of the Karelian Institute 145: 188-192.
- Viljanen, M., Holopainen, A.-L., Jurvelius, J., Rahkola-Sorsa, M., Rasmus, K., Ruuska, M., Avinsky, V., Marjomäki, T. & Jaala, E., 2006. Pyhäselän ulapan planktonin ja kalaston ajallinen ja alueellinen vaihtelu.- University of Joensuu, Publications of Karelian Institute. 145: 193-201.
- Helminen, H. 2005 (lokakuu): Hoitokalastus on sijoittamista tulevaisuuteen. "Pyhäjärven puolesta" (Ala-Satakunta, Auranmaan viikkolehti).
- Jurvelius, J., Hirvonen, E. & Auvinen, H. 2005. Karjalan Pyhäjärven ulappa-alueen kalatiheydet. Rajavesien ekologisen tilan arviointi-hanke. Teoksessa: M. Rask, H. Luotonen & V. Lyytikäinen: Kalasto niukkaravinteisen ja kirkasvetisen Karjalan Pyhäjärven ekologisen tilan ilmentäjänä. Rajavesien ekologisen tilan arviointi-hanke. Alueelliset ympäristöjulkaisut 391: 33-41.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R 2005. Muikkukannat vahvistuivat tuntuvasti. Suomen Kalastuslehti 112 (5/2005): 22-25.
- Auvinen, H., Heikkinen, T. & Hyttinen, M. 2004. Ammattikalastuksen kehitys Puruvedellä vuosina 2000 – 2003. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja nro 323. 15 s.
- Auvinen, H., Nurmio, T., Kolari, I. & Hyttinen, M. 2004. Verkkokalastuksen säätelyn vaikutukset Koloveden kalastusalueella vuosina 1998 – 2002. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 330:1-23.
- Haakana, H., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2004. Diet of Piscivorous Perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Höytiäinen, Eastern Finland, During A Low-Density State of Vendace (*Coregonus albula*). Teoksessa: Proceedings of Percis III: The Third International Percid Fish Symposium (Barry, T.P., and J.A. Malison, toim.), s. 71-72. University of Wisconsin Sea Grant Institute, Madison, WI.
- Haakana, H., Huuskonen, H. & Viljanen, M. 2004. AHTI – ahvenen tehokalastus isoilla järvillä: saaliin jatkojalostus ja muikkukannan elvyttäminen. Loppuraportti. - Joensuun yliopisto, Karjalan tutkimuslaitoksen raportteja n:o 9/2004.
- Jurvelius, J., Degtev, A. & Lilja, J. 2004. Hydro-acoustic assessment of pelagic fish stocks in southern Lake Ladoga. Univ. of Joensuu, Reports of Karelian Institute 4: 32-39.
- Valkeajärvi, P. 2004. Muikku on sisävesien tutkituin kala. Luonnonvara 3/2004:35.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. 2004. Muikkukannat taantuneet suuressa osassa maata. Suomen kalastuslehti 111(5): 22-26.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R 2004. Muikkukannat taantuneet suuressa osassa maata. Kalastaja 3/2004: 8-9.
- Viljanen, M. (toim.) 2004. Sustainable use, management and monitoring of fish resources in Lake Ladoga. University of Joensuu, Reports of Karelian Institute N:o 4/2004. 94 s.
- Auvinen, H., Sutela, T., Salonen, E. 2003. Siklöja. I: Salminen, M., Böhling, P. (toim.). Bättre fiskevatten. Helsingfors: Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet. s. 166-170.
- Haakana, H., Huuskonen, H. & Viljanen, M. 2003. Diet of perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Höytiäinen, eastern Finland – Does predation by perch have an effect on recruitment of vendace (*Coregonus albula*)? University of Joensuu, Publications of Karelian Institute 138: 528-532.

- Haakana, H., Huuskonen, H. & Viljanen, M. 2003. Ratsion okunya (Perca fluviatilis) v ozere Höytiäinen, vostochnaya Finlyandiya – Vliyaet li khishchnichestvo okunya na popolnenie populyatsii ryapushki (*Coregonus albula*)? Teoksessa: Okhrana i ratsionalnoe ispolzovanie vodnykh resursov Ladozhskogo ozera i drugikh bolshikh ozer. Trudy IV Mezhdunarodnogo simposiuma po Ladozhskomu ozeru. Velikii Novgorod, 2-6 sentyabrya 2002. Sankt-Peterburg: ASSPIN. p. 499-502. [Diet of perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Höytiäinen, eastern Finland – Does predation by perch have an effect on recruitment of vendace (*Coregonus albula*)? venäjäksi.]
- Helminen, H. 2003 (huhtikuu): Pyhäjärven hoitokalastuksella vahvat perusteet ja suuret odotukset. “Pyhäjärven puolesta” (Ala-Satakunta, Auranmaan viikkolehti)
- Jurvelius, J. 2003. Monitoring of fish in Large Finnish Lakes. Univ. of Joensuu, Reports of Karelian Institute 3: 89-91.
- Marjomäki, T. J. 2003. Recruitment variability in vendace, *Coregonus albula* (L.), and its consequences for vendace harvesting. Jyväskylä studies in biological and environmental science 127: 1-66.
- Sarvala, J. 2003. Long-term ecological monitoring in assessing the ecological state of lakes and guiding the management. Teoksessa: Ruoppa, M., Heinonen, P., Pilke, A., Rekolainen, S., Toivonen, H. & Vuoristo, H. (toim.), How to assess and monitor ecological quality in freshwaters. TemaNord 2003:547: 91-94.
- Sarvala, J., Rask, M. & Karjalainen, J. 2003. Fish community ecology. Teoksessa: O'Sullivan, P.E. & Reynolds, C.S. (toim.), The Lakes Handbook, Volume 1, Limnology and limnetic ecology. Blackwell Science. S. 538-582.
- Urpanen, O. 2003. Muikun (*Coregonus albula* (L.)) ja siian (*C. lavaretus* L.) poikasten yksilöllinen kasvu ja kokoselektiivinen kuolleisuus varhaiskehityksen aikana. Pro-gradu. Jyväskylän yliopisto. 28 s + 2 liitettä.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. 2003. Muikku – Siklöja. Riistan- ja kalantutkimus. SVT. Maa-, metsä- ja kalatalous 2003:61: 40-44.
- Valkeajärvi, P., Riikonen, R. & Auvinen, H. 2003. Muikkukannoissa suurta vaihtelua järvien välillä. Suomen Kalastuslehti 110(6): 8-11.
- Valkeajärvi, P., Riikonen, R., Auvinen, H. 2003. Muikkukannoissa suurta vaihtelua järvien välillä. Kalastaja 27(4): 6-7.
- Auvinen, H., Sutela, T. & Salonen, E. 2002. Hoitokalalajeja. Muikku. Teoksessa: Salminen, M. & Böhling, P. (toim.), Kalavedet kuntoon. s. 166-169. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki.
- Auvinen, H. & Delling, B. 2002. Siklöjor. Teoksessa: Ullstrand, S. et al. (toim.) Djur i Sveriges natur: Fiskar, grod- och kräldjur. Bertmarks Förlag. s. 122-123.
- Nurmio, T., Naarminen, M., Auvinen, H., Heikkinen, T., Porspakka, L. & Timperi, S. 2002. Muikkujen vaelluksista tietoa yksilömerkeillä. Suomen Kalastuslehti 109: 9-11.
- Sarvala, J. 2002. Pyhäjärven muikun seitsemän laihaa ja seitsemän lihavaa vuotta – mitä 1990-luvulla oikein tapahtui? Pyhäjärvisetu 8.11.2002.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. 2002. Muikkukannat edelleen vahvoja – vuosiluokka 2001 jäi odotetusti heikoksi. Suomen Kalastuslehti 109: 8-11.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. 2002. Muikkukannat edelleen vahvoja koko maassa. Vuosiluokka 2001 jäi odotetusti heikoksi. Kalastaja 3/2002: 6-7.
- Valkeajärvi, P., Auvinen, H. & Riikonen, R. 2002. Muikku – siklöja. Riistan- ja kalantutkimus. SVT. Maa-, metsä- ja kalatalous 2002:56: 41-45.

Esitykset kansainvälisissä tieteellisissä konferensseissa

- Ventelä, A.-M., Kirkkala, T., Tarvainen, M., Helminen, H. & Sarvala J. 2009. Current challenges in long-term management of Pyhäjärvi (SW Finland). 2nd European Large Lakes Symposium ELLS 2009, Norrtelje, Sweden, 10-14 Aug 2009.
- Karjalainen, J. 2008: Delayed density dependence as regulation mechanism of populations: reproduction and early development. 32nd Annual Larval Fish Conference, Kiel, Germany, 4.-8.8.2008. Esitelmä + abstrakti.
- Sarvala, J. 2008. Fisheries management in ecosystem restoration – experiences from stocking and intensified fishing in Finnish lakes. American Fisheries Society conference, Ottawa, Canada, 17–21 Aug 2008. Esitelmä ja abstrakti.
- Sarvala, J., Helminen, H. & Salonen, S. 2008. Whitefish (*Coregonus lavaretus*) growth and recruitment in Lake Pyhäjärvi, southwest Finland – long-term development relative to the vendace (*Coregonus albula*) population. X International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes, Winnipeg, Canada, 24–29 Aug 2008. Esitelmä ja abstrakti.
- Viljanen, M. 2008. Survival of vendace (*Coregonus alnula* (L.)) eggs on spawning ground. First International Symposium of Winter Limnology 24-28 may, Kilpisjärvi Biological Station, Finland. Abstrakti.
- Urpunen, O., Keskinen, T., Viljanen, M., Marjomäki, T. J., Syrjänen, J., Salo, H. & Karjalainen, J. 2008: Effects on fish mass removal on coregonid larval abundance in mesotrophic lake. Xth International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes, Winnibeg, Manitoba, Canada, 24.-29.8.2008. Poster.
- Huuskonen, H., Kekäläinen, J., Haakana, H. & Savigny, L. 2008: Effects of parental background on the feeding success and swimming ability of newly hatched whitefish larvae. Xth International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes, Winnibeg, Manitoba, Canada, 24.-29.8.2008. Esitelmä ja abstrakti.
- Haakana, H. & Huuskonen, H. 2008. The endangered whitefish population in the River Koitajoki, eastern Finland: the present state and threats. Poster ja abstrakti. Xth International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes, Winnibeg, Manitoba, Canada, 24.-29.8.2008
- Urpunen, O., Keskinen, T., Viljanen, M., Marjomäki, T. J., Syrjänen, J., Salo, H. & Karjalainen, J. 2008: Effects on fish mass removal on coregonid larval abundance in mesotrophic lake. 32nd Annual Larval Fish Conference, Kiel, Germany, 4.-8.8.2008. Poster.
- Sarvala, J., Helminen, H., Louhesto, P., Sydänoja, A., Tarvainen, M. & Ventelä, A-M. 2007. Interactions between eutrophication and fisheries – the role of the fish community. 30th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montréal, Canada, 12-18 Aug 2007. Esitelmä ja abstrakti.
- Tarvainen, M., Ventelä, A-M., Helminen, H. & Sarvala, J. 2007. Selective removal fishing – water quality and economical views. 30th Congress of the International Association of Theoretical and Applied Limnology, Montréal, Canada, 12-18 Aug 2007. Esitelmä ja abstrakti.
- Urpunen, O. 2007: Estimation of population size of vendace and whitefish larvae: effect of variability of lake-specific vertical distributions. Fish Stock Assessment Methods for Lakes and Reservoirs: Towards the true picture of fish stock. 11-15.9.2007. Ceske Budejovice, Czech Republic. Esitelmä + abstrakti.
- Urpunen, O., Marjomäki, T. J., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2006: ”Viiveinen tiheydestä riippuva populaation sääty: muikun mädin laadun vertailu eri järvillä”. Suurjärviseminaari 2006, Joensuu 20.-22.3.2006. Poster.
- Viljanen, M., Holopainen, A-L., Rahkola-Sorsa, M., Rasmus, K., Jurvelius, J., Ruuska, M., Avinsky, V., & Leppänen, S., 2006. Temporal and spatial distribution of pelagic plankton and fish in Lake Pyhäselkä. – European Large lakes Symposium, Tartu 2006. Abstrakti.
- Sarvala, J., Auvinen, H., Helminen, H., Savolainen, E. & Lahti, E. 2005. Fecundity and egg weight in relation to year-class variation in vendace (*Coregonus albula* (L.)). IX International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes, Olsztyn, Poland, 21–27 Aug. 2005 (paper) Esitelmä ja abstrakti.
- Urpunen, O., Marjomäki, T. J., Viljanen, M., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2005. ”Spatial distribution of littoral vendace (*Coregonus albula* (L.)) larvae in Finnish lakes”. IXth International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes, Olsztyn, Poland, 21.-27.8.2005. Poster.
- Heikkilä, J. J., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2004. Spawning depth of vendace (*Coregonus albula* (L.)): effect of dispersion of newly hatched larvae. XXIX SIL Congress, 8-14.8.2004. Lahti, Finland. Poster. Abstrakti.
- Helminen, H. & Sarvala, J. 2004. Theory about biomanipulation: does it work? XXIX SIL Congress, 8-14.8.2004. Lahti, Finland. Abstrakti.
- Haakana, H., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2003. Diet of perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Höytiäinen, eastern Finland, during a low-density state of vendace (*Coregonus albula*). Percis III. The Third International Percid Fish Symposium, 20-24.7. 2003, Madison, Wisconsin, USA. Poster.
- Sarvala, J. 2003. Long-term ecological monitoring in assessing the ecological state of lakes. How to assess and monitor ecological quality in freshwaters? Symposium IV, 23-25.10.2003, Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland.
- Viljanen, M. 2003. Fish monitoring in lakes -Workshop on Monitoring, typology, ecological classification and assessment of the state of large lakes. 16-18.6.2003. Joensuu. Abstract.

- Auvinen, H., Kolari, I., Jurvelius, J. & Pesonen, A. 2002. Mortality of 0+-vendace (*Coregonus albula*) caused by predation and trawling. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Auvinen, H., Nurmio, T., Naarminen, M., Heikkinen, T. & Porspakka, L. & Timperi, S. 2002. Migrations of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Pyhäjärvi, SE Finland. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Haakana, H., Huuskonen, H. & Viljanen, M. 2002. Diet of perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Höytiäinen, eastern Finland - Does predation by perch have an effect on recruitment of vendace (*Coregonus albula*)? 4th International Lake Ladoga Symposium, 2-6 September 2002, Novgorod, Russia. Abstrakti.
- Huusko, A. & Sutela, T.: 2002. Interactions with zooplankton densities and larval vendace (*Coregonus albula*) abundance and feeding: implications for recruitment. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Huuskonen, H., Haakana, H. & Aho, T. 2002. Stock transfer in vendace: an evaluation using microsatellite markers. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Karjalainen, J., Ylönen, O. & Huuskonen, H. 2002. Energy allocation of larval fish: are costs of activity and digestion independent? 26th Annual Larval Fish Conference, 22-26 July 2002, Bergen, Norway. Esitelmä + abstrakti.
- Marjomäki, T., Auvinen, H., Helminen, H., Huusko, A., Sarvala, J., Valkeajärvi, P., Viljanen, M. & Karjalainen, J. 2002. Spatial scale of synchrony inter-annual population variation of vendace (*Coregonus albula* (L.)). 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Peltonen, H., Lilja, J., Marjomäki, T. J. & Jurvelius, J. 2002. *In situ* TS-measurements of vendace (*Coregonus albula*) and smelt (*Osmerus eperlanus*) in lakes. ICES Symposium on Acoustics in Fisheries and Aquatic Ecology. June 10-14.2002, Montpellier, France.
- Sarvala, J. & Helminen, H. 2002. Intensive fishery can result in recruitment overfishing of vendace. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Esitelmä.
- Urpanen, O., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2002. Length distribution analysis of larval coregonids: size-selective processes during early life. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Valkeajärvi, P. & Heikinheimo, O. 2002. Interactions between vendace (*Coregonus albula*) and whitefish (*Coregonus lavaretus wartmanni*) in Lake Päijänne, Finland. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T.J. 2002. Perch as a factor in recruitment variations of vendace (*Coregonus albula*) in Lake Konnevesi, Finland. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.
- Ventelä, A.-M., Sarvala, J., Kirkkala, T., Helminen, H. & Mattila, H. 2002. Co-operation and participation as the basis for lake restoration: the case of Pyhäjärvi, southwest Finland. The Euroconference on Science for Water Policy (SWAP), the Implications of the Water Framework Directive, Norwich, UK, 2-4 September 2002, Conference program and abstracts: 156-158. Abstrakti.
- Viljanen, M. 2002. Population oscillations of vendace (*Coregonus albula* L.) in Lake Suomunjärvi. 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Abstrakti.
- Ylönen, O., Huuskonen, H. & Karjalainen, J. 2002. How does UV radiation affect the vertical distribution of coregonid larvae in Finnish lakes? 8th International Symposium on the Biology and Management of Coregonid Fishes. Rovaniemi, Finland. 26-29.8.2002. Poster.