

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Keskinen, Tapio; Marjomäki, Timo; Lappalainen, Antti; Salmi, Pekka; Heikinheimo, Outi; Veneranta, Lari; Vainikka, Anssi; Salminen, Matti; Kangas, Katja; Eskelinen, Päivi; Ruuhijärvi, Jukka; Syrjänen, Jukka

Title: Tutkimus ja seuranta

Year: 2018

Version: Published version

Copyright: © 2018 Tekijät ja Luonnonvarakeskus.

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

Keskinen, T., Marjomäki, T., Lappalainen, A., Salmi, P., Heikinheimo, O., Veneranta, L., Vainikka, A., Salminen, M., Kangas, K., Eskelinen, P., Ruuhijärvi, J., & Syrjänen, J. (2018). Tutkimus ja seuranta. In M. Salminen, & P. Böhling (Eds.), *Kalavarojen käyttö ja hoito. B-osa* (pp. 480-539). Luonnonvarakeskus; Maa- ja metsätalousministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-657-5>

Tutkimus ja seuranta



*Tapio Keskinen
Timo J. Marjomäki
Antti Lappalainen
Pekka Salmi
Outi Heikinheimo
Lari Veneranta
Anssi Vainikka
Matti Salminen
Katja Kangas
Päivi Eskelinen
Jukka Ruuhijärvi
Jukka Syrjänen*

*Kutupesätutkimuksella saadaan
tietoa kutevien lohikalojen määrästä
ja naaraiden kokojakaumasta.*

Kalavarojen käyttö ja hoito pysyvät kestäväällä pohjalla, kun päätökset perustetaan mahdollisimman luotettavaan ja ajantasaiseen tietoon. Tietoa tarvitaan toiminnan kaikissa vaiheissa, mutta erityisesti silloin, kun asetetaan tavoitetilaa ja osatavoitteita sekä myöhemmin, kun on aika arvioida toimenpiteiden tuloksellisuutta.

Tässä luvussa esitellään alueelliseen käyttöön soveltuvia tiedonhankintamenetelmiä sekä annetaan ohjeita aineistojen keruuseen ja tulosten tulkintaan.

TIETO KALAVAROJEN KÄYTÖN JA HOIDON PERUSTANA

Vuoden 2015 kalastuslainsäädännön tarkoituksena on ”parhaaseen käytettävissä olevaan tietoon perustuen” järjestää kalavarojen käyttö ja hoito ekologisesti, taloudellisesti ja sosiaalisesti kestävällä tavalla. Tämä tulee tehdä turvaamalla kalavarojen kestävä ja monipuolinen tuotto, kalakantojen luontainen elinkierto sekä kalavarojen ja muun vesiluonnon monimuotoisuus ja suojelu (Kalastuslaki 1 §).

Kun näihin tavoitteisiin pyritään alueellisella tasolla, keskeinen väline on kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Tietoa tarvitaan suunnitelman laatimisen ja toteuttamisen kaikissa vaiheissa, mutta erityisesti tavoitetilaa ja osatavoitteita asetettaessa sekä toimenpiteiden tuloksellisuutta ja vaikutuksia arvioitaessa ([Kalavarojen kestävä käyttö - suunnittelu ja toteutus, s. A78](#)).

TIEDON TARVE JA HANKINTA

Käyttö- ja hoitosuunnitelman laatimisen lähtökohdat, suunnitelman tavoitteet ja tiedon tarpeet ovat jokaisella kalatalousalueella erilaiset; ne vaihtelevat muun muassa luonnonolosuhteiden, kalastuskulttuurin ja eri tahojen odotusten mukaan. Yleensä tietoa tarvitaan vesialueesta, kalakannoista, kalavarojen hyödyntämisestä ja hoidosta sekä kalastajien ja muiden vesialueen

käyttäjien tarpeista ja näkemyksistä. Näin muodostuu kuva siitä, mitä juuri kyseisellä alueella on mahdollista ja järkevää tehdä ja mihin suuntaan kalastusta halutaan kehittää.

Varsinkin ensimmäisen käyttö- ja hoitosuunnitelman laatimisessa (2019–2020) kannattaa hyödyntää yleisiä seuranta- ja tutkimustiedon lähteitä. Käytettävissä on lukuisia avoimia, jatkuvasti täydentyviä rekistereitä ja tietokantoja, joista saattaa löytyä suunnittelun pohjaksi sopivaa aineistoa ([Tieto ja tiedonlähteet, s. A82](#)). Rannikolla avuksi voivat olla esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen kalastoseurannat, jotka tuottavat vuosittain tietoa useista merialueen kalakannoista ([Luken kalastoseurannat Itämerellä, s. B484](#)).

Lisäksi voi olla tarpeen hankkia uutta tietoa. Esimerkiksi kun halutaan varmistaa, että vaelluskalojen lisääntyminen sujuu ongelmitta, on tunnettava keskeiset lisääntymisalueet ja reitit, joita pitkin kalat sinne vaeltavat. Pyyntimittojen ynnä muiden ohjauskeinojen tarvetta ja hyötyä voidaan arvioida, kun tiedetään kalojen kasvunopeus, sukukypsymisikä ja sukukypsymiskoko. Taloudelliset ja sosiaaliset näkökulmat tulevat parhaiten huomioitua, kun kerätään tietoa ja näkemyksiä eri kalastajaryhmiltä sekä muilta vesistön käyttäjiltä ja asianosaisilta.

Kun ensimmäinen käyttö- ja hoitosuunnitelma on hyväksytty ja suunnitelman toteutus käynnistyy, tiedonhankinnan keskiöön nousee ohjaus toimien vaikuttavuuden seuranta.

Seuranta on välttämätön osa tavoitteellista kalavarojen käyttöä ja hoitoa, sillä ilman sitä ei ole mahdollista arvioida hoitotoimien onnistumista ja rahavarojen käytön tehokkuutta. Jos seuranta osoittaa, että elinympäristökunnostukset, kalastuksen ohjaus tai istutukset eivät ole tuottaneet tavoiteltua tulosta, toimenpiteitä on tarkistettava (Seuranta, s. A106; Nykytilan päivitys - uusi suunnittelukierros, s. A107).

SEURANNAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Käyttö- ja hoitosuunnitelmassa asetetut tavoitteet ja paikalliset olosuhteet vaikuttavat siihen, millaista seurantaa tarvitaan ja kuinka luotettava tiedon tulee olla. Oleellista on huolellinen suunnittelu ja se, että koko seurannan kestoajalle varataan riittävät raha- ja henkilöresurssit. Tämä varmistaa, että seuranta on mahdollista toteuttaa ja tulokset ovat luotettavia. Yhteistyöstä läheisten kalatalousalueiden ja tutkimusorganisaatioiden kanssa voi olla apua varsinkin suunnittelussa ja resurssien hankinnassa.

Seuranta kannattaa kytkeä käyttö- ja hoitosuunnitelmassa asetettuihin tavoitteisiin siten, että jokaisen osatavoitteen toteutumista seurataan. Ensin määritellään kysymykset, joihin seurannalla haetaan vastauksia ja tapa, jolla saatavaa tietoa aiotaan käyttää. Kun nämä asiat tiedetään, valitaan tarkoitukseen sopivat

menetelmät ja mitattavat muuttujat (Seuranta, s. A106).

Seurattavan muuttujan tai ilmiön luonne vaikuttaa siihen, mitä menetelmiä tarvitaan, kuinka pitkäjänteiseen seurantaan on varauduttava ja kuinka tiheästi mittauksia on tarpeen tehdä. Hoitotoimien vaikutukset näkyvät kalakannoissa ja kalastuksessa useimmiten viiveellä, mutta viiveen kesto vaihtelee paljon. Esimerkiksi luontaisesti lisääntyvän taimenkannan muodostuminen kunnostetulle virtavesialueelle voi kestää usean vuosikymmenen ajan, kun taas pyyntimitan muuttamisen vaikutukset alkavat näkyä jo muutaman vuoden kuluessa.

Seurannan suunnittelu ja toteutus etenevät pääpiirteissään seuraavasti:

- kuvataan lähtötilanne
- määritellään kysymykset, joihin halutaan saada vastaus
- valitaan seurantamenetelmät ja mitattavat muuttujat
- suunnitellaan toteutus
- hankitaan aineisto suunnitelman mukaan
- analysoidaan tulokset
- laaditaan tulosten pohjalta päätelmät ja toimenpidevaihtoehdot
- arvioidaan seurantamenetelmien toimivuus ja muutostarpeet
- esitetään tiedot ja niiden luotettavuus päätöksentekijöille.

Luken kalasto- seurannat Itämerellä

Luonnonvarakeskus (Luke) tekee Itämerellä kalastoseurantoja osana EU:n yhteisen kalastuspolitiikan toteuttamista. Pääosa seurannoista sisältyy EU:n laajuiseen kalatalouden tiedonkeruuhjelmaan, jossa kaikki jäsenmaat keräävät tietoa kalastuksesta ja kalakannoista samoilla periaatteilla.

Luke seuraa silakka- ja kilohailikantojen tilaa keräämällä säännöllisesti näytteitä kaupallisten kalastajien saaliista sekä arvioimalla kantojen runsautta ja rakennetta jokavuotisilla ulkomerelle suuntautuvilla kaikuluotausmatkoilla. Luke seuraa myös jäljellä olevien luonnonlohijokien lohikantojen tilaa; arviot perustuvat alas vaeltavien poikasten ja kudulle nousevien emokalojen määrään. Lisäksi seurataan kaupallisen kalastuksen lohisaaliiden koostumusta. Meritaimenkantojen tilaa seurataan pääasiassa jokipoikasten tiheyksien perusteella. Tiheydet mitataan teemmällä jokialueilla sähkökoekalastuksia.

Itämeren rantavaltioiden keräämät tiedot kootaan vuosittain yhteen ja niistä laaditaan

Kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) työryhmissä yhteiset kanta-arviot. Kanta-arvioita käytetään pohjana muun muassa neuvoteltaessa kaupallisen kalastuksen kalastuskiintiöistä. Lohesta ja meritaimenesta kerättyjä tietoja käytetään myös kansallisen päätöksenteon tukena.

Myös merialueen kaupallisista kuha-, siika- ja ahvensaaliista kerätään näytteitä säännöllisesti, tosin pienemmällä panostuksella. Näistä lajeista ei tehdä rannikkoalueet kattavia kanta-arvioita, mutta seurantoihin perustuvia tutkimustuloksia hyödynnetään päätettäessä rannikon kalastuksen alueellisesta ohjauksesta.

Luken seurannat ja niiden tulokset voivat joissain tilanteissa palvella myös kalatalousalueiden tarpeita, tosin tiedon alueellinen tarkkuus ei useinkaan ole yksittäisen kalatalousalueen näkökulmasta riittävä, poikkeuksena jokikohtaiset tiedot vaelluskaloista.

Kalatalousalueen ei yleensä kannattane lähteä yksinään järjestämään seurantoja merialueella. Jos on selkeä tarve nykyistä paremmalle tiedolle, niin ratkaisu voisi löytyä laajempia rannikkoalueita kattavasta yhteistyöstä, jossa myös Luke voisi mahdollisesti olla mukana.

Erityisesti silloin, kun halutaan arvioida taloudellisten ja sosiaalisten tavoitteiden saavuttamista, on välttämätöntä kerätä palautetta eri asianosaaryhmiltä. Eri kalastajaryhmät sekä kalastajaryhmien taustat, käytännöt ja tavoitteet on tärkeää tunnistaa paitsi tiedonkeruun kannalta myös ristiriitojen ehkäisemiseksi.

Päätösten taloudellisten ja sosiaalisten vaikutusten seuraaminen on tarpeen varsinkin, jos päätökset vaikuttavat elinkeinojen harjoittamiseen tai voivat aiheuttaa osapuolten välille jännitteitä. Jälkimmäisessä tilanteessa on hyvä kutsua keskeisimmät osapuolet neuvotteluihin sovitteluratkaisun aikaansaamiseksi. Puolueettoman tiedon olemassaolo helpottaa ratkaisuun pääsemistä.

Seuraavassa esitellään alueelliseen tiedonhankintaan soveltuvia menetelmiä jaettuna kahteen ryhmään: **kalojen ja kalakantojen tutkimus** sekä **kalastuksen ja kalastajien tutkimus**. Monien menetelmien käyttö vaatii siinä määrin erityisosaamista, että työ kannattaa tilata alan asiantuntijoilta. Paikallisin voimin toteutettavia voivat olla muun muassa jotkut koekalastukset, kalastuskyselyt, kalastuskirjanpito, lupatietoihin perustuvat selvitykset sekä haastattelut. Näissäkin menetelmissä asiantuntija-apu voi olla tarpeen etenkin suunnitteluvaiheessa ja tulosten tulkinnessa.

KALOJEN JA KALAKANTOJEN TUTKIMUS

Alueen kalataloudelle asetetut tavoitteet määräävät sen, millaista aineistoa kalakannoista ja kaloista on tarpeen kerätä. Aineisto voi olla kalastuksesta riippuvaa, kuten yksikkösaalis, tai kalastuksesta riippumatonta, kuten taimenen kutupesien lukumäärä koskessa.

Tiedon käyttötarkoitus ratkaisee sen, millaisia menetelmiä kannattaa missäkin tapauksessa käyttää. Esimerkiksi kalastuksen mitoittamiseen tarvitaan tietoa kalakannan runsaudesta, kun taas pyyntimittojen asettamiseksi on tunnettava kalojen kasvunopeus ja sukukypsymisikä.

Saalinäytteet

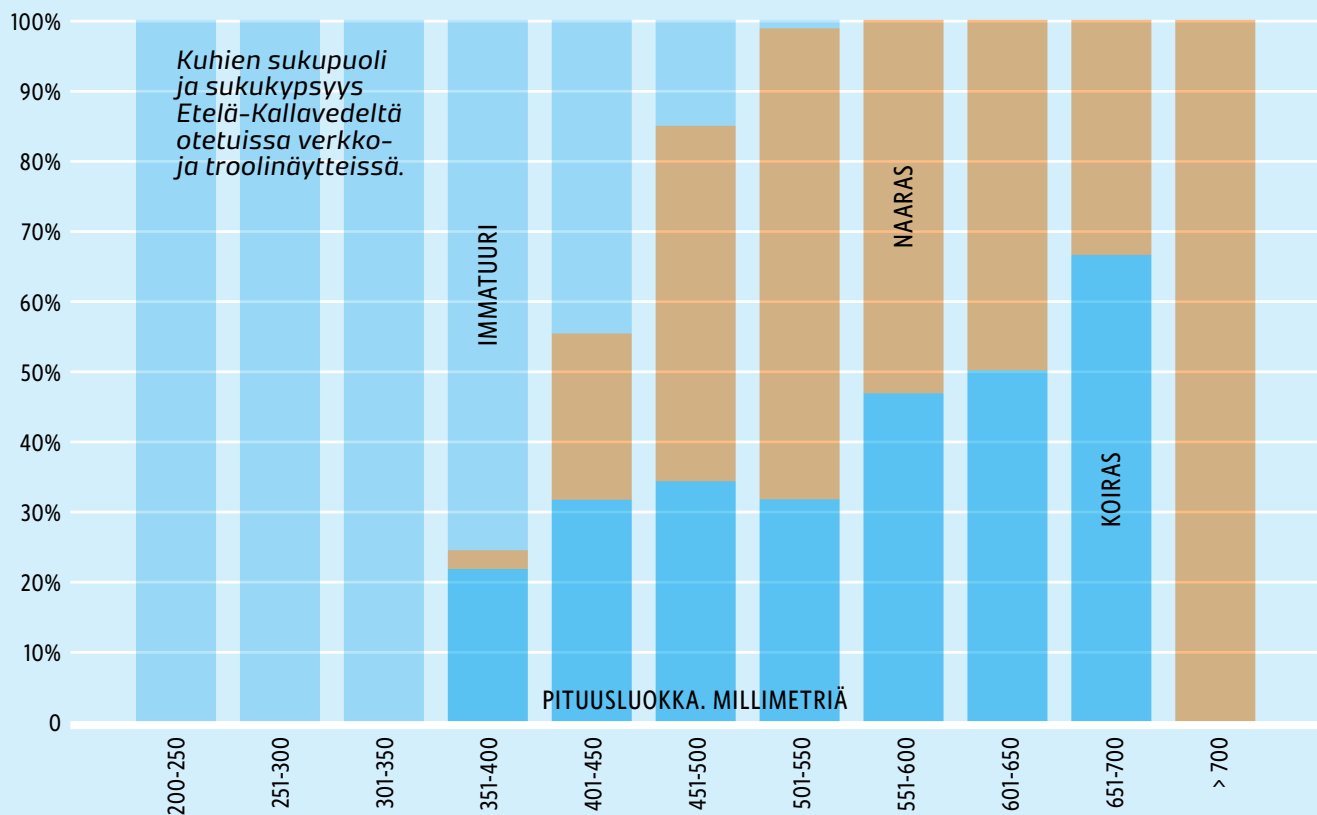
Kun suunnitellaan kalakantojen hoitoa ja kalastuksen järjestämistä, on tärkeää tuntea saaliin rakenne, eli mitä lajeja ja minkä kokoisia ja ikäisiä yksilöitä tietty pyydystyyppi vesistöstä poistaa. Tämän tiedon perusteella voidaan muun muassa arvioida kalastuksen ekologista kestävyttä ja ennustaa muutoksia, joita kalastus aiheuttaa kalalajien runsaussuhteissa tai kalakannan ominaisuuksissa, kuten yksilöiden kasvussa.

On huomattava, että kaupallisten kalastajien tai vapaa-ajankalastajien saaliista otettu valikoimaton näyte ei kuvaa saalista, mutta ei välttämättä kovin hyvin kalakantaa. Yleisimmin käytetyt pyydykset, kuten verkot, valikoivat aina

Esimerkki saalisnäytteestä

Etelä-Kallavedeltä kerättiin 2000-luvun alussa kuhanäytteitä verkko- ja troolisaaliista. Tavoitteena oli selvittää kuhan kasvunopeutta ja sukukypsyyttä kalastuksen ohjauksen taustatiedoksi. Kalastajat mittasivat kalat, määrittivät jokaisesta yksilöstä sukupuolen, ottivat suomunäytteen ja pakastivat pään. Päästä kaivettiin otoliitit eli

kuuloluut iänmäärittystä varten. Saalisnäytteessä olleista alle 40 senttimetrin mittaisista kuhanaa- raista vain pieni osa oli sukukypsiä. Pituusluo- kassa 40–45 senttimetriä noin puolet kaloista ei ollut vielä saavuttanut sukukypsyyttä, eli kysei- set yksilöt olivat immatuureja. Tulokset osoitta- vat, että ”vähintään yhden kutukerran periaate” ei toteudu, jos kuhan alamitta on 42 senttimetriä ja verkkokalastuksessa käytetään 45 millimetrin solmuväliä, joka pyydystää tehokkaasti jo 41 sentin kuchia.



jollakin tavalla saaliiksi tulevia kaloja – sekä lajin että koon perusteella. Saalisnäyte kertoo sen, mitä vesistöstä poistetaan kalastamalla.

Jos halutaan selvittää esimerkiksi troolisaaliin laji- ja kokojakaumaa, näytteitä kannattaa ottaa useamman kerran vaikka muutaman viikon välein. Näyte otetaan poimimalla satunnaisesti muutaman sadan yksilön (2–3 kg) otos troolivedon saaliista. Näytteitä on syytä ottaa eri alueilta ja eri kalastajilta satunnaisvaihtelun ja alueellisen vaihtelun tunnistamiseksi. Lisäksi on tärkeää varmistaa, että eri vuosien tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia.

Saalisnäytteistä määritetään tavallisesti kalalaji sekä kalayksilöiden pituus ja massa. Tarvittaessa kaloista otetaan näytteitä esimerkiksi ikä- ja kasvututkimuksia varten ([län ja kasvun määrittäminen](#)). Lohikaloilta tarkastetaan rasvaevän tila, josta selviää onko kala villi vai istukas. Myös sukupuolen ja sukukypsyyden määrittäminen on monesti tarpeen. Jotta määrittäminen olisi mahdollisimman helppoa ja luotettavaa, on kiinnitettävä huomiota näytteenoton ajankohtaan. Tavallisesti hyvä ajankohta on muutama viikko ennen kutua, kevätkutuisilla lajeilla kuitenkin yleensä jo loppusyksystä tai talvella.

Jos sovitaan, että paikalliset kalastajat keräävät saalisnäytteet ja käsittelevät kalat (mittaus, punnitus, näytteenotto), kalastajat on perehdytettävä ja ohjeistettava huolellisesti.

Asiantuntijan tehtäväksi kannattaa antaa ainakin näytteenoton suunnittelu sekä tulosten käsittely ja tulkinta.

län ja kasvun määrittäminen

Määrittämällä näytekalojen ikä ja kasvunopeus saadaan tietoa kalastuksen vaikutusten arviointiin ja kalastuksen ohjauksen tarpeisiin. Kun saaliin ikäjakauma ja kokonaissaalis tunnetaan usean vuoden ajalta, muodostuu aikasarja, josta voidaan laskennallisia menetelmiä käyttäen arvioida muun muassa kalakannan runsaus vuosiluokittain ja kalastuskuolevuus.

Poikkeuksellisen suuren saaliskalan ikä ehkä kiinnostaa, mutta kalavarojen hoidon kannalta tällaisen tiedon arvo on pieni. Oleellisinta on tietää, kuinka vanhoina kalat tulevat pyydetyiksi, mikä on niiden kasvunopeus ja minkä ikäisinä ne tulevat sukukypsiksi. Näiden tietojen perusteella on arvioitavissa esimerkiksi se, milloin kalat voidaan aikaisintaan pyytää, jotta ne ovat ehtineet lisääntyä edes kerran. Ikä- ja kasvumääritykset ovat tarpeen myös silloin, kun halutaan selvittää, onko kalojen pienen koon syynä suuri kalastuskuolevuus vai kalojen hidas kasvu. Edellisessä tapauksessa vanhat kookkaat yksilöt puuttuvat, jälkimmäisessä tapauksessa vanhatkin ovat pieniä. Ikä- ja kasvutiedot mahdollistavat myös yksityiskohtaisten kalastuksen ohjausmallien käytön.

Esimerkki eri nopeudella kasvavista kuha-kannoista ja niille sopivasta pyyntimitasta

Kolmella Hämeessä sijaitsevalla järvellä, **Vanajanselällä**, Lammin **Pääjärvellä** ja Lahden **Vesijärvellä**, tutkittiin kuhakantoja ja niiden kalastuksen kestävyyttä. Vanajanselän kuhakanta on alkuperäinen, Pääjärven ja Vesijärven kannat ovat peräisin istutuksista ja alkuperältään pääosin Vanajanselältä. Vesijärvi ja Vanajanselkä ovat reheviä järviä, Pääjärvi karu ja syvä humusjärvi. Kasvunopeuksia vertailemalla saatiin tietoa siitä, miten Vesijärvellä ja Pääjärvellä kokeillut tavallista suuremmat kuhan pyyntimitat vaikuttavat (Ruuhijärvi ym. 2014).

Vesijärvellä kuhan alamitta oli korotettu 42 senttimetriin vuonna 2008, ja Pääjärvellä oli suositeltu 45 senttimetrin alamittaa vuodesta 2009 alkaen. Kummallakin järvellä pienin sallittu harvan verkon solmuväli oli 50 millimetriä. Vanajanselällä kuhan alamitta oli tuolloisen asetuksen mukainen 37 senttimetriä eikä solmuvälirajoitusta ollut. Käytännössä kuhan pyynnissä käytettiin pääasiassa 45 millimetrin verkkoja.

Kuhavuosi- luokista 2000–2006 kerättyjen ikänäytteiden perusteella kuhat kasvoivat nopeimmin Vesijärvessä ja hitaimmin Pääjärves- sä. Vanajanselän kuhien kasvunopeus oli näiden väliltä. Kuuden vuoden iässä, jolloin lähes kaikki yksilöt ovat sukukypsiä, Pääjärven kuhat olivat keskimäärin 43 senttimetrin pituisia. Vanajanse- lällä kuusivuotiaiden keskimääräinen pituus oli 50 senttimetriä ja Vesijärvellä 55 senttimetriä (ylempi kuva).

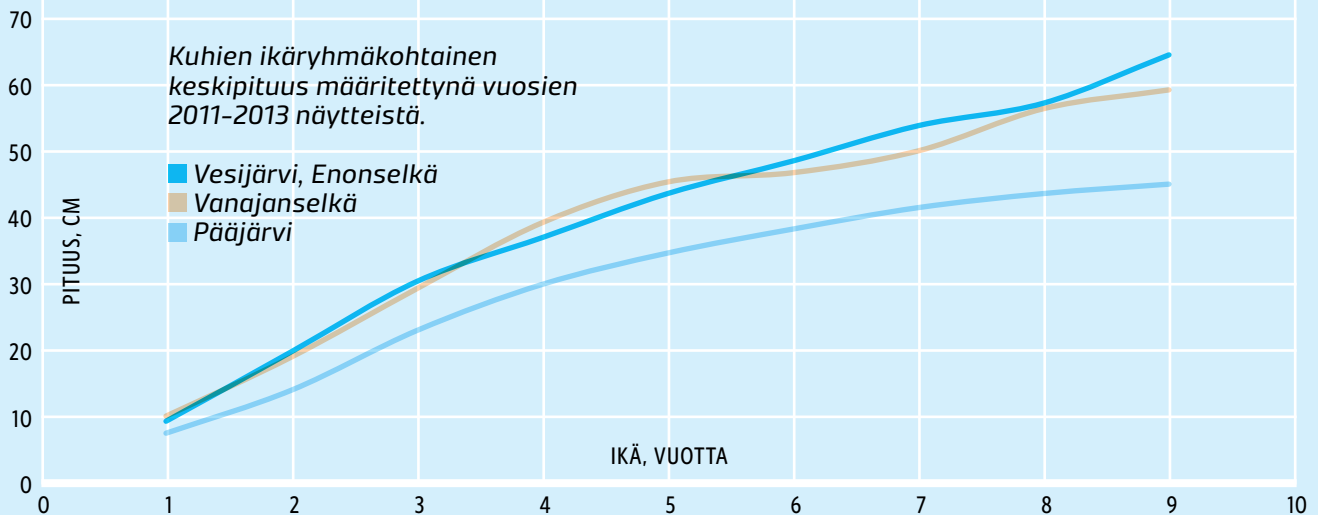
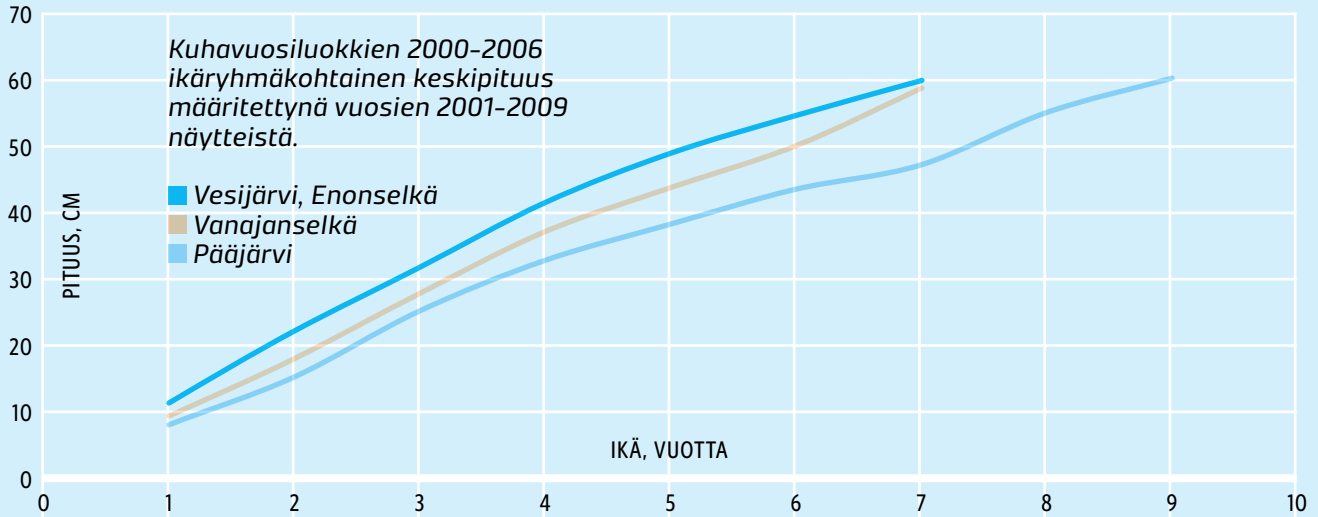
Vuosina 2011–2013 otettujen näytteiden perusteella kuhien kasvu oli Vanajanselällä

pysynyt suurin piirtein ennallaan, Vesijärvellä hieman hidastunut ja Pääjärvellä hidastunut selvemmin, varsinkin yli neljävuotiailla kaloilla (alempi kuva).

Tuloksia tulkittaessa täytyy muistaa, että kuhan kasvunopeus vaihtelee monesta syystä. Siihen vaikuttavat kasvukausien lämpimyyden, ravintotilanteen ja kuhakannan tiheyden lisäksi kalastuksella voi olla vaikutusta siihen, millainen näyte kannasta saadaan. Esimerkiksi Vanajanselän kasvukäyrässä näkyvä kasvun pysähtymisen viidennen ikävuoden jälkeen johtuu siitä, että vuosiluokan nopeakasvuiset yksilöt on saatu verkkopyynnissä saaliiksi jo aikaisemmin. Tämä ilmiö vaikuttaa voimakkaasti kasvukäyrän muotoon silloin, kun kalastus on tehokasta ja näyte on peräisin vain yhden solmuvälin verkoista. Näytteitä onkin hyvä ottaa muutaman vuoden kuluessa, eri vuodenaikoina ja eri pyyntimenetelmillä.

Jos kasvussa havaitut muutokset ovat kovin pieniä, kalastuksen ohjaustoimet kannattaa pitää ennallaan. Parempi on toistaa seuranta ja katsoa, onko suuntaus jatkunut.

Nopeakasvuille Vesijärven ja Vanajanselän kuhakannoille suositeltiin kasvunopeuden perusteella 50 senttimetrin alamittaa. Pääjärven kuhien hitaan kasvun syynä lienee ollut se, että kuhakanta oli ravintovaroihin nähden runsas- lukuinen. Tilanne voi johtua jostain erityisen runsaasta vuosiluokasta tai ylimitoitetuista istutuksista. Pääjärvellä suositeltiin kuha- istutusten lopettamista. Alamittaa ei katsottu tarpeelliseksi nostaa asetuksen mukaista 42 senttimetriä suuremmaksi.





Suomunäytteenottoa.



Kuhan otoliitin otto näytteeksi.

Kalojen ikä määritetään yleensä suomuista, kuuloluista eli otoliiteista tai muista luutumista. länmääritystä varten saalisnäytteistä poimitaan kaloja tasaisesti kaikista pituusluokista, esimerkiksi viisi kappaletta joka senttimetriltä. Lisätietoa löytyy kirjasta ”Kalojen iän ja kasvun määrittäminen” (Raitaniemi ym. 2000).

Jos halutaan tietää kalakannan (ei saaliin) ikärakenne ja kalojen kasvunopeus, näytteet on otettava valikoimattomalla menetelmällä. Saalisnäyte ei useinkaan täytä tätä ehtoa. Esimerkiksi verkkopyynti valikoi saalista, sillä ikäryhmän nopeimmin kasvavat yksilöt jäävät pyydyksiin aikaisemmin kuin hitaammin kasvavat. Verkko-näytteiden perusteella kalojen kasvunopeus arvioidaan helposti todellista suuremmaksi. Luotettavimman tuloksen saisi määrittämällä kasvunopeuden niistä ikäryhmistä, jotka eivät ole vielä kalastuksen kohteena. Käytännössä tämä on usein vaikeaa – ja tulosten sovellettavuus on heikko.

Ikä- ja kasvututkimusten tuloksia tulkittaessa tarvitaan asiantuntemusta.

Kirjanpitokalastus

Kirjanpitokalastuksella voidaan tuottaa yksikkösaalistietoa kuvaamaan kalakannan runsauden suhteellisia muutoksia. Yksinkertaisimmillaan kirjanpitokalastus on sitä, että kalastaja kirjaa pyyntiponnistuksensa ja saaliinsa pyydyksittäin ja lajeittain. Yksikkösaalistiedon pohjalta on

mahdollista arvioida esimerkiksi kalastuksen ohjaustoimenpiteiden tai istutusten vaikutuksia kalakantaan. Kirjanpitokalastuksen perusteella ei kuitenkaan saada luotettavaa arviota kokonais-saaliista tai kokonaispyyntiponnistuksesta.

Kirjanpitokalastuksen tuottama yksikkösaalis on kalakantojen runsauden indeksi ja seurannan perustyökalu, josta on hyötyä, kun seurataan kalastuksen ohjauksen tavoitteiden toteutumista. Kalakantatiedon lisäksi kirjanpitokalastuksella voidaan kerätä tietoa kalastuksen taloudellisen kestävyuden arviointiin.

Yksikkösaaliilla tarkoitetaan tietyllä pyydyksellä ja vakioidulla pyyntiponnistuksella saatua saalista, esimerkiksi yhtä katiskavuorokautta kohti saatujen mateiden määrää kilogrammoina tai kappaleina (kg/vrk, kpl/vrk) tai nuotta-apajaa kohti saatujen muikkujen kilomäärää (kg/apaja).

Jos pyydyksen pyytävyyks on vakio, voidaan olettaa, että yksikkösaalis on suoraan verrannollinen kalakannan runsauteen – eli jos yksikkösaalis kaksinkertaistuu, kalakannan päätellään kaksinkertaistuneen. Tähän päätelmään liittyy epävarmuuksia, mutta käytännössä voidaan olettaa, että yksikkösaaliiden vaihtelu kuvaa kalakannassa tapahtuvaa suhteellista vaihtelua.

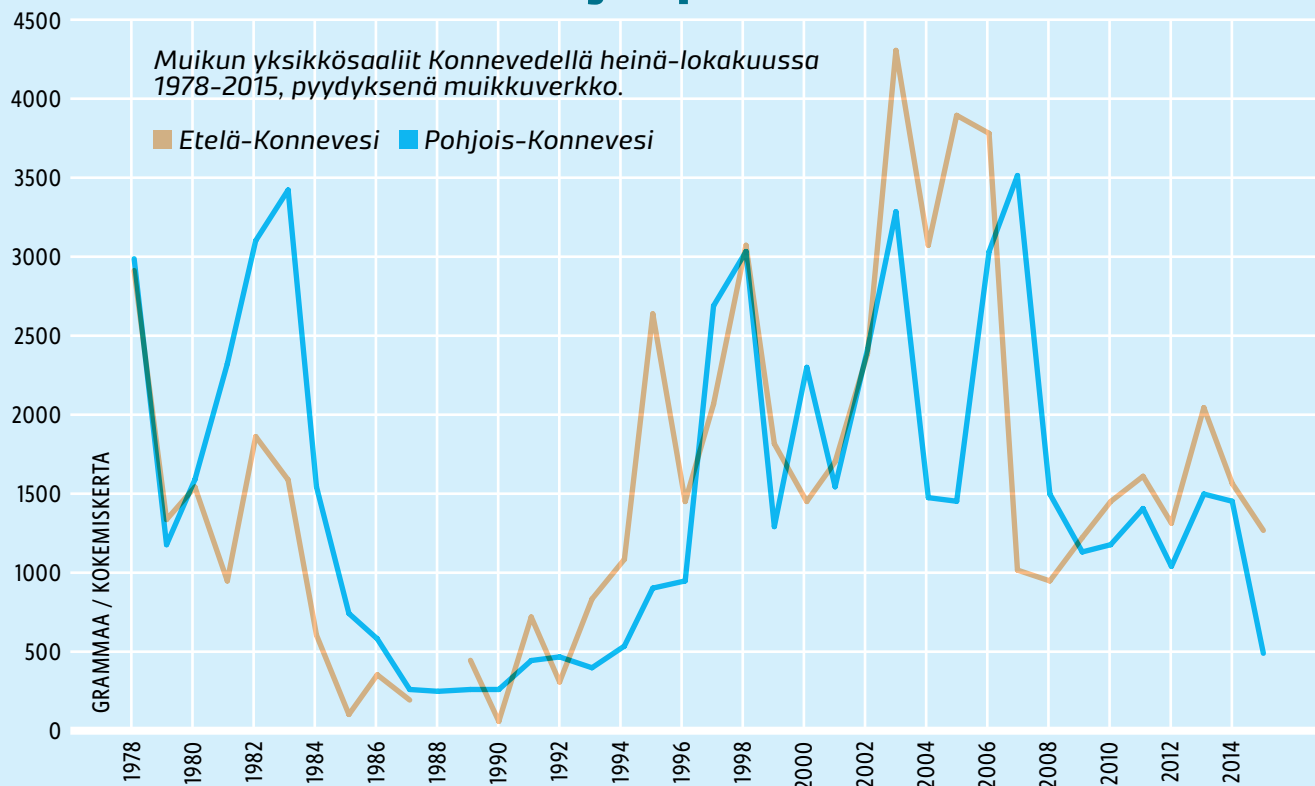
Vaikka käytössä olisi hyvä yksikkösaalisaineisto, vuosien välinen vertailu ja kalakannan runsauden muutossuuntien havaitseminen ei ole aina helppoa. Yhtäältä sitä vaikeuttaa saaliin satunnaisvaihtelu, jota voivat aiheuttaa esimerkiksi

säätökijät. Toisaalta pyyntitapojen muuttuminen aiheuttaa systemaattisia virheitä, harhaa, jolloin pyydyksen pyytävyyks ei ole vuodesta toiseen vakio, kuten usein oletetaan. Näitä virheitä aiheuttavat esimerkiksi pyydysten ja pyyntitekniikan kehittyminen sekä kirjanpitokalastajien ja pyyntipaikkojen vaihtuminen.

Kirjanpitokalastajiksi on parasta valita säännöllisesti kalastavia henkilöitä, jotka ovat valmiita sitoutumaan toimintaan pitkäksi aikaa. Joillakin innokkailla kalastajilla saattaa olla valmiina niin tarkka ja pitkäaikainen kirjanpito, että sitä voi hyödyntää muutosten seurannassa. Koska eri kalalajeista ja kalojen eri kokoluokista saadaan tietoa eri pyyntimenetelmillä, kirjanpitokalastajien joukko tulee valita siten, että mukana on useita kalastustapoja. Ahvenen yksikkösaaliin seurantaan sopivia pyydyksiä ovat vaikkapa muikkuverkot, harvat verkot ja nuotat. Kalastajien motivaation ylläpitämisessä hyviä keinoja ovat jatkuva yhteydenpito sekä tulosten taaja päivittäminen ja esittely.

Seurannassa on yhtä lailla mahdollista hyödyntää kaupallisten kalastajien saaliskirjanpitoa. Kaupallisilla kalastajilla on kalastuslainsäädäntöön perustuva velvollisuus pitää kirjaa pyynnistään ja saaliistaan. Merialueella ja rannikolla tietojen keruusta huolehtivat ELY-keskukset ja sisävesillä Luonnonvarakeskus. On kuitenkin huomattava, että kaupallinen kalastus voi kohdistua hieman eri lajeihin kuin

Esimerkki kirjanpitokalastuksesta



Konneveden kalakantojen vaihtelua on seurattu 1970-luvulta lähtien kirjanpitokalastuksella. Kirjanpitäjät ovat olleet sekä ammatikseen kalastavia että vapaa-ajankalastajia. Kalastusalue on maksanut kalastajille korvauksen, ja Luonnonvarakeskus (aiemmin RKTL) on kerännyt ja käsitellyt aineiston.

Oheisen kuvan yksikkösaaliista näkyy, kuinka muikkukanta romahti 1980-luvun alussa ja romahdusta seurasi pitkä katovaihe. Etelä- ja Pohjois-Konneveden muikkukannat ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana hyvin samankaltaisesti (Valkeajärvi & Marjomäki 2013).

vapaa-ajankalastus, joten myös vapaa-ajankalastajien saaliskirjanpitoa tarvitaan.

Aineiston laadun varmistamiseksi kirjanpitokalastajat on tärkeää perehdyttää työhön huolellisesti. Oleellista on varmistaa, ettei kirjata ainoastaan suurimpia saaliita ja tärkeimpiä saalislajeja vaan koko pyyntiponnistus ja kaikki saaliit. Kalastustapahtumat kirjataan silloinkin, kun ei ole tullut saalista. Tärkeää on kirjata yksityiskohtaisesti pyydyksiä ja pyyntiä koskevat tiedot, kuten solmuväli, pyydyksen koko ja pyyntiaika.

Kirjanpitolomakkeen tulee olla mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Perustiedot ovat vesialue, päivämäärä, pyydys, pyydysten lukumäärä, pyynnissäoloaika ja saalis (kpl, kg). Tarvittaessa eritellään esimerkiksi saaliin kokojakauma, saaliskalojen kutuvalmius, mahdollinen rasvaeväleikkaus ja näkyvät taudit.

Perinteinen paperinen kirjanpitolomake toimii edelleen, mutta aineiston käsittelijälle siitä on enemmän työtä kuin sähköisistä lomakkeista. Kun kirjanpitokalastaja syöttää tietonsa valmiille taulukkolaskentapohjalle ja lähettää tiedoston sähköpostilla, säästytään tietojen tallentamiselta. Paras tapa on käyttää valmista tietokantaa. Kun kalastaja syöttää tiedot tietokantaan, tietojen käsittely on nopeaa ja tiedot voidaan sitoa paikkatietoon. Tällöin etuna on lisäksi se, että kirjanpitokalastajia voi olla huomattavasti enemmän kuin perinteisessä menetelmässä. Tiedon

laatukin on parempi. Tietokantasovelluksia on jo olemassa kaupallisille kalastajille, ja tulevaisuudessa niitä saadaan myös muiden käyttöön.

Kirjanpitoaineistosta analysoidaan ne pyyntimuodot ja pyyntiajat, jotka kuvaavat luotettavimmin kunkin lajin runsautta. Esimerkiksi, jos siikaa kalastetaan pääasiassa syksyisin verkoilla, siikakannan runsauden muutoksia kannattaa arvioida tämän pyynnin yksikkösaaliin perusteella.

Kustannuksia syntyy kirjanpitokalastajille maksettavista korvauksista ja aineistojen analysoinnista. Aineiston käsittelyn ja yhteenvedojen tekemisen kulut riippuvat siitä, missä muodossa tulokset kerätään. Kalastajille korvaukset voidaan maksaa rahana tai vaikkapa ilmaisina pyydysmerkkeinä. Vapaaehtoinen saaliskirjanpito tuottaa kalakantojen hoidon hyväksi niin arvokasta tietoa, että vaiva on syytä palkita.

Verkkokoekalastus

Järvien verkkokoekalastus monta eri solmuväliä kattavilla yleiskatsausverkoilla on EU-standardoitu tutkimusmenetelmä. Yleiskatsausverkoilla tehtyjen koekalastusten tuloksista lasketaan yksikkösaaliita ja indeksejä, joilla määritetään suurelta osin kalastoon perustuva järven ekologinen tila. Verkkosaalis kuvastaa kalayhteisön runsauden, lajikoostumuksen ja kalojen kokojakaumien muutoksia. Näitä muutoksia tapahtuu

esimerkiksi silloin, kun vesistön ekologinen tila heikentyy rehevöitymisen johdosta.

Järvien verkkokoekalastuksessa käytetään **Nordic-koekalastusverkkoa**, jossa on 12 eri solmuväliä välillä 5–55 millimetriä. Verkko on 30 metriä pitkä ja 1,5 metriä korkea, ja siinä on kutakin solmuväliä 2,5 metrin pituinen pätkä. Verkkolanka paksunee solmuvälin kasvaessa. Nordic-verkko valikoi kaloja pituuden mukaan mahdollisimman vähän, tosin alle 5 senttimetrin pituiset kalat tarttuvat verkkoon huonosti.

Rannikkovesien verkkokoekalastuksissa käytetään yleensä Nordic-verkkoa vastaavaa **Coastal-verkkoa**. Coastal-verkon solmuvälit ovat 10–60 millimetriä, verkon pituus on 45 metriä ja korkeus 1,8 metriä. Verkossa on 9 eri solmuväliä, kunkin osan pituus 5 metriä.

Verkkokoekalastukset tehdään heinäkuun alun ja syyskuun puolivälin välisenä aikana. Järvillä verkot sijoitetaan pyyntiin satunnaisesti valituille paikoille eri syvyydyshyökkäisiin. Tarvittavien verkkoöiden määrä riippuu kalastettavan alueen pinta-alasta ja syvyydestä. Rannikolla käytetään ainoastaan pohjaverkkoja, jotka sijoitetaan kolmeen eri syvyydyshyökkäykseen.

Verkkokoekalastukset antavat tietoa siitä, mitä lajeja alueella esiintyy, mitkä ovat lajien keskinäiset runsaussuhteet ja millainen on kunkin lajin kokojakauma. Tulosten perusteella voidaan arvioida kalakantojen runsauden

muutoksia ja vertailla kantojen runsautta eri alueilla. Kalojen tarkkaa määrää ei pystytä arvioimaan, vaan tuloksena on indeksiluontoinen suhdeluku, yksikkösaalis – esimerkiksi ahventen kappalemäärä verkkoyötä kohti (kpl/verkkoyö). Tämän suhdeluvun muutokset ilmentävät kalalajin runsauden suhteellisia muutoksia.

Verkkokoekalastus ei anna harhatonta tietoa kalalajien runsaussuhteista. Esimerkiksi haukea ja pieniä ulappakaloja, kuten kymmenpiikkiä, tulee saaliiksi vähemmän kuin niitä on kalakannassa. Sitä vastoin ahvenien ja muiden karkeapintaisten, aktiivisten kalojen osuus on verkkosaaliissa todellista suurempi. Matalien rantakivikoiden lajit, kuten kivenuoliainen ja kivisimppu, puuttuvat yleensä saaliista kokonaan. Hyvän kuvan verkkokoekalastus sitä vastoin antaa yleisimpien järvilajien, särjen ja ahvenen, runsaudesta ja kokojakamasta. Tässäkään suhteessa yleiskatsausverkko ei ole harhaton näytteenottoväline, mutta tulosten harhat tunnetaan hyvin ja ne pystytään ottamaan huomioon tuloksia analysoitaessa.

Verkkokoekalastuksen tuloksiin, erityisesti yksikkösaaliiseen, vaikuttavat muun muassa säätila, veden lämpötila ja kalaisissa järvissä verkkojen täyttyminen. Näiden tekijöiden aiheuttama vaihtelu hankaloittaa kalakannan todellisen vaihtelun havaitsemista. Tämän vuoksi kalastus pyritään jakamaan useammalle loppukesän

päivälle. Koekalastuksen yhteydessä kirjataan sää ja mitataan veden lämpötila.

Koekalastus on saalinäytteenottoa parempi menetelmä silloin, kun halutaan saada kuva koko kalapopulaatiosta eikä pelkästään pyyntikokoisesta kannasta. Esimerkiksi populaation ikärakenteesta saadaan koekalastuksella paljon parempi käsitys kuin vaikkapa ottamalla näyte harvojen verkkojen saaliista. Tämä johtuu siitä, että koeverkkoisarja ei valikoi kaloja koon mukaan yhtä voimakkaasti kuin ainoastaan tietyillä solmuväleillä tapahtuva pyynti.

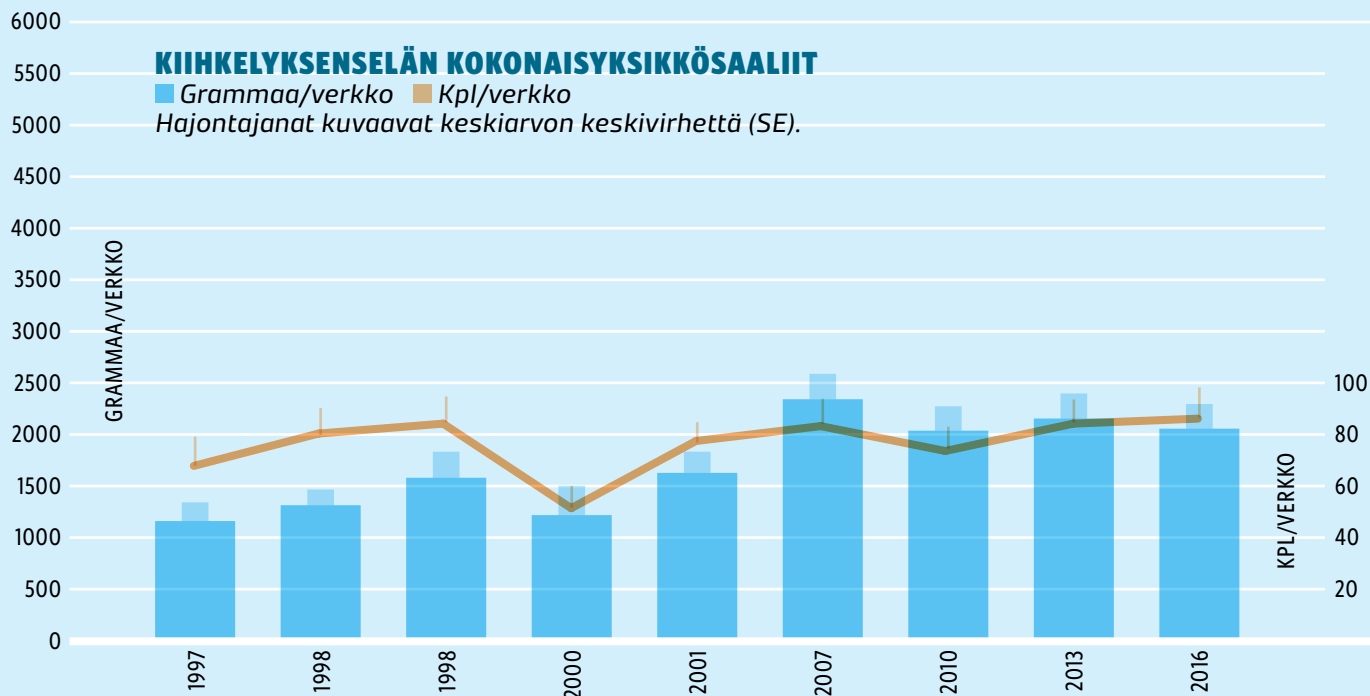
Verkkokoekalastuksesta on muutakin hyötyä. Saaliista saa otettua näytekaloja muun muassa iän- ja kasvunmäärittystä varten, vierasainemäärittäisiin tai loistutkimuksiin. Samalla kertyy tietoa petokalojen suhteellisesta runsaudesta ja niille sopivan ravinnon määrästä. Rehevöityneissä järvissä verkkokoekalastuksen tulokset auttavat arvioimaan hoitokalastuksen tarvetta ja saalistavoitetta.

Verkkokoekalastus sopii toteutettavaksi osittain talkootyönä, esimerkiksi kalatalousalueen voimin. Kalojen verkoista irrotteluun ja käsittelyyn tarvitaan kalaisissa vesissä runsaasti työvoimaa. Koekalastuksen suunnittelu ja tulosten käsittely vaativat asiantuntijaosaamista.

Yksityiskohtaiset ohjeet verkkokoekalastuksen toteuttamiseen: Olin ym. 2014.

Nordic-verkon nostoa ja käsittelyä.





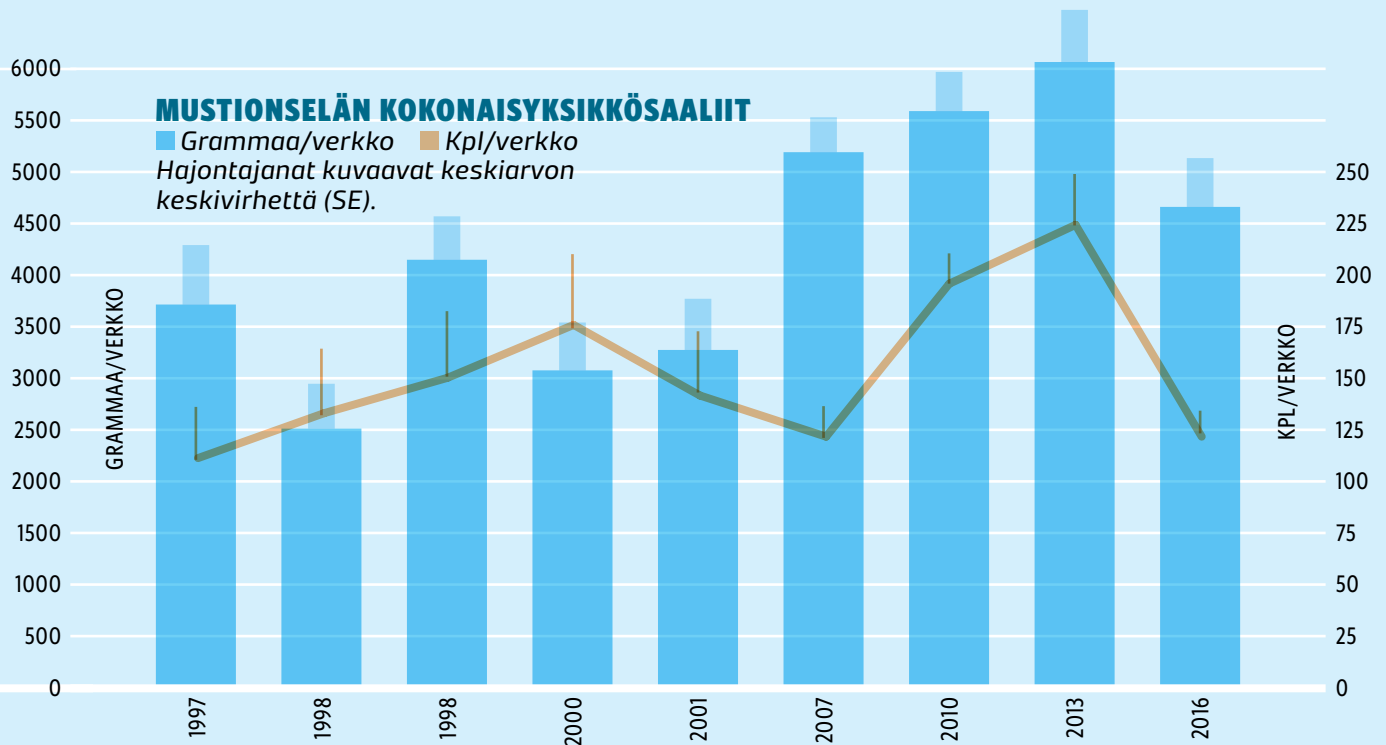
Esimerkki: Hiidenveden verkko- koekalastukset

Hiidenvesi on useasta erilaisesta selkävedestä koostuva rehevä järvi Karjaanjoen vesistössä läntisellä Uudellamaalla. Järven ja sen valuma-alueen tilaa on pyritty parantamaan kunnostustoimin. Kunnostusten vaikutuksia on tutkittu ja seurattu monipuolisesti. Järven kalayhteisön

tilaa on seurattu vuodesta 1997, aluksi hoitokalastuksen vaikutusten arvioimiseksi ja vuodesta 2007 alkaen ekologisen tilan arvioimiseksi. Tässä työssä verkkokoekalastus on ollut keskeinen menetelmä.

Hiidenvedellä koekalastukset on tehty kahdella selkäalueella, Kiihkelyksenselällä (970 ha), joka on järven syvä keskusallas, sekä siitä ylävirtaan sijaitsevalla Mustionselällä (230 ha), joka on matala läpivirtausalue.

Kiihkelyksenselkä on jaettu neljään syvyyssyvyshyökkeseen (0-3, 3-10, 10-20 ja yli 20 metriä). Syvyyssyvyshyökkellä 0-3 metriä koekalastetaan



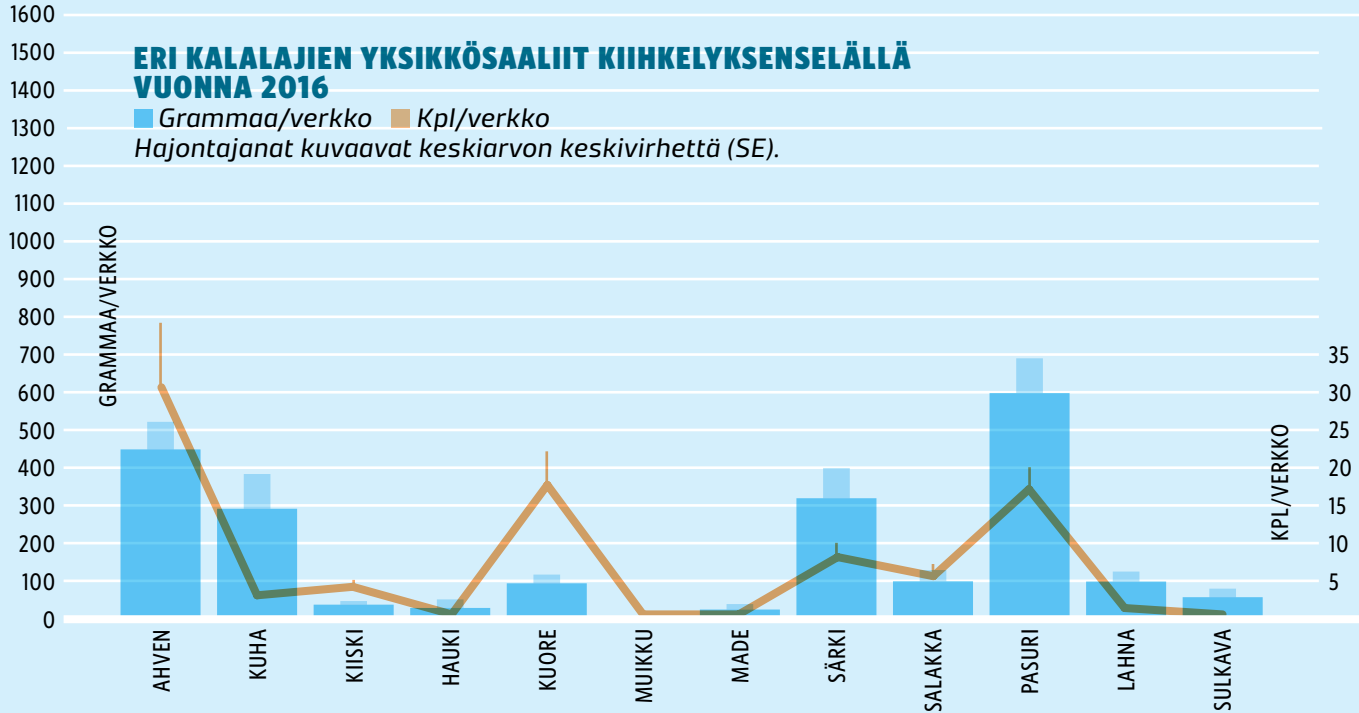
ainoastaan pohjaverkoilla ja vyöhykkeellä 3-10 metriä pohjaverkkojen lisäksi pintaverkoilla (1 metrin kohotapsit). Syvyyssvyöhykkeellä 10-20 metriä käytetään pinta- ja pohjaverkkojen lisäksi välivesiverkkoja (6 metrin tapsit) ja yli 20 metrin vyöhykkeellä pinta- ja pohjaverkkojen lisäksi kahta eri välivesiverkkoja (6 metrin ja 15 metrin tapsit). Pyyntialueen mataluuden vuoksi Mustionselkää ei ole jaettu syvyyssvyöhykkeisiin, ja kalastuksissa käytetään vain pohjaverkkoja. Kiihkelyksenselällä on koekalastettu neljänä eri kertana yhteensä 56 verkkovuorokautta;

pyynnissä on ollut 14 verkkoa yötä kohden. Mustionselällä pyyntikertoja on ollut kaksi, verkkovuorokausia yhteensä 16 ja verkkoja 8.

Mustionselkä ja Kiihkelyksenselkä eroavat toisistaan sekä koekalastusten kokonaisyksikkösaaliin että saaliin lajijakauman puolesta.

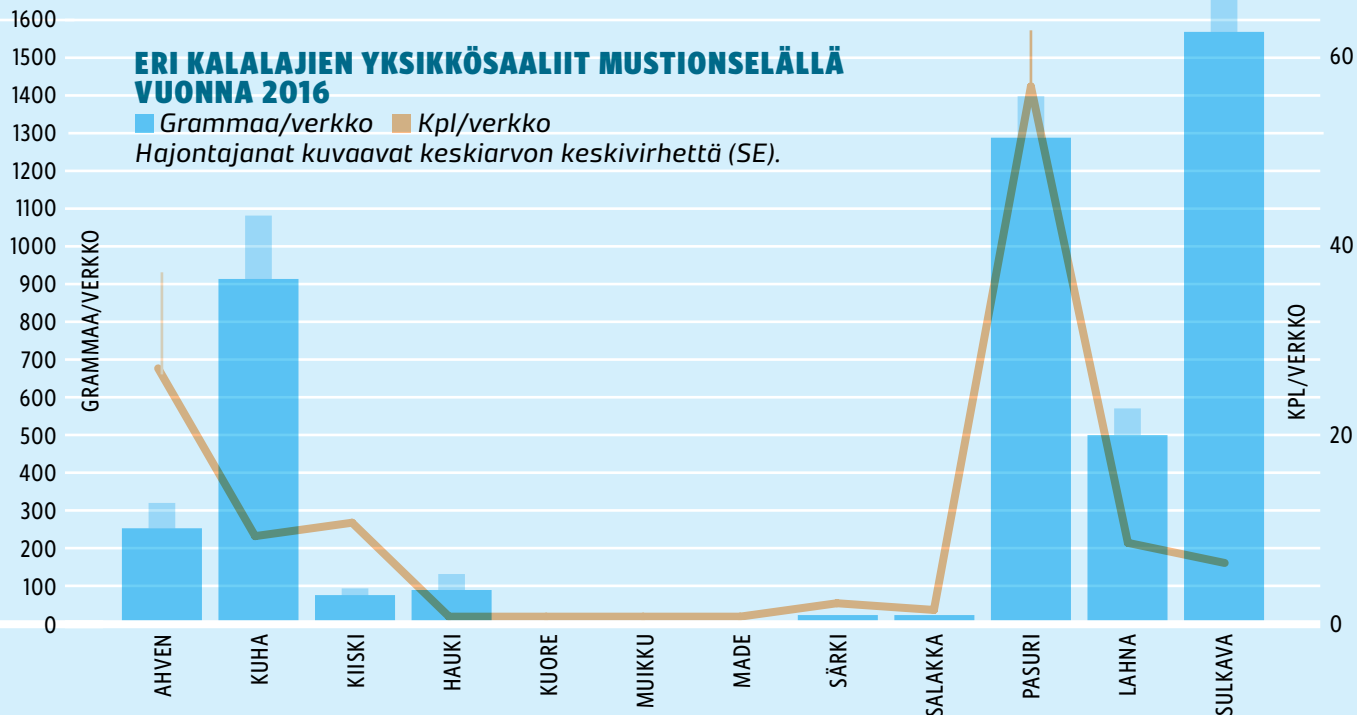
Matalalla Mustionselällä **kokonaisyksikkösaaliit** ovat selvästi suuremmat kuin Kiihkelyksenselällä (*kuvat yllä*) - ja molemmilla alueilla kokonaisyksikkösaaliit ovat olleet 2010-luvulla suuremmat kuin vuosina 1997-2001, jolloin järvellä tutkittiin hoitokalastuksen vaikutuksia.

Esimerkki: Hiidenveden verkkokoekalastukset



Koekalastuksen **lajijakaumassa** vesialueet eroavat toisistaan varsinkin särkikalojen ja kuhan esiintymisen puolesta (kuvat yllä). Kiihkelyksen ahven, särki ja salakka ovat runsaampia kuin Mustionselällä. Pasuri on runsas kummallakin alueella, kun taas kuhaa ja sulkavaa on saatu enemmän Mustionselältä. Kun verrataan kalayhteisöä saman järven eri alueilla, täytyy muistaa, että monet lajit liikkuvat eri vuodenaikoina erilaisilla alueilla.

Petokalojen osuus yksikkösaaliista on vaihdellut Hiidenvedellä paljon (s. B500). Useimmiten se on ollut kohtalainen (20–30 % painosta), mutta joinain vuosina pieni. Tämä johtuu kuhakannan ja isojen ahventen määrän vaihtelusta. On tavallista, että rehevissä ja sameissa järvissä isojen ahventen esiintyminen vaihtelee voimakkaasti. Jos vesi kuivina kesinä vähänkin kirkastuu, se hyödyttää ahventa, joka kasvaa runsaan ravinnon turvin nopeasti petokalakokoon (yli 15 cm). Sen sijaan sameassa vedessä ahven häviää ravintokilpailussa särkikalaille, jolloin

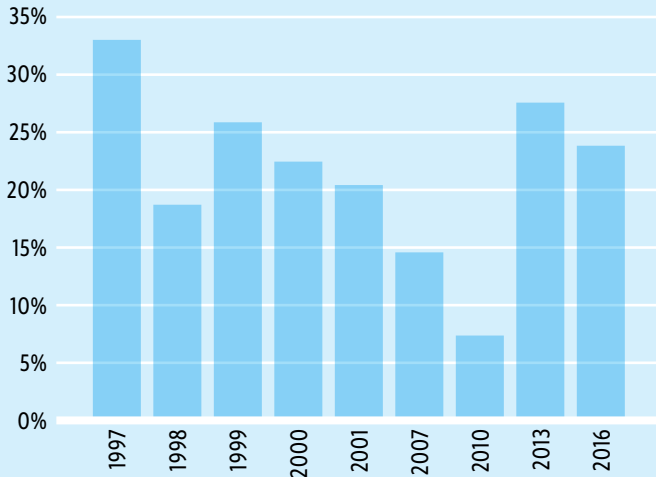


ahventen kasvu hidastuu. Rehevöityneen Hiidenveden kunnostuksessa on pyritty vähentämään planktonia syövien kalojen määrää, ja petokalojen runsastuminen tukee tätä tavoitetta. Rehevän järven kalayhteisö on rakenteeltaan luonnonmukainen, jos petokaloja on noin kolmasosa verkkokoekalastuksen saaliin massasta.

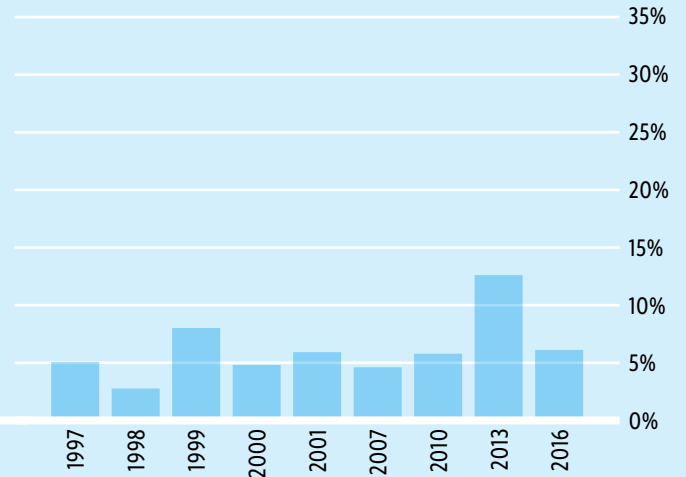
Kiihkelyksenselän **ekologinen tila** on ollut hyvä mutta Mustionselelän vain välttävä (s. B501). Eron aiheuttaa rehevöityminen, jonka vuoksi Mustionselelän yksikkösaaliit ovat suuremmat ja kalasto on särkikalavaltainen. Koko Hiidenvedelle laskettu ekologinen tila on ollut tyydyttävä, mutta vuonna 2016 jo lähellä hyvää. Niiden kymmenen vuoden aikana, jolloin ekologisen tilan indeksi on määritetty, muutos on kuitenkin ollut vähäinen (Ennalta sovitut indikaattorit ja tavoitetasot, s. A108).

Esimerkki: Hiidenveden verkkokoekalastukset

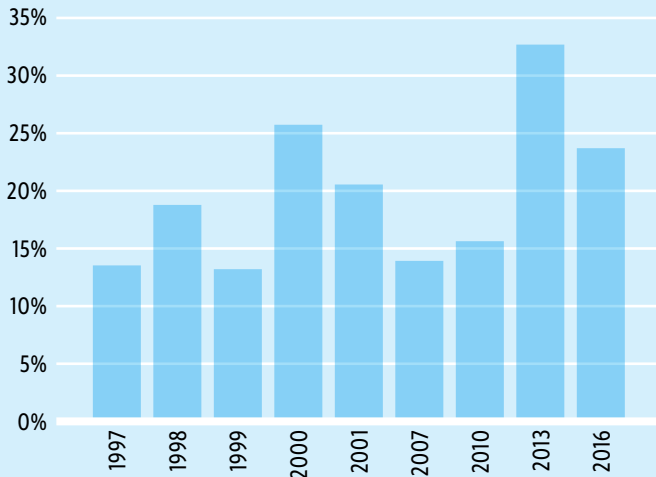
KIIHKELYKSENSELKÄ: PETOKALOJEN OSUUS YKSIKKÖSAALIIN PAINOSTA



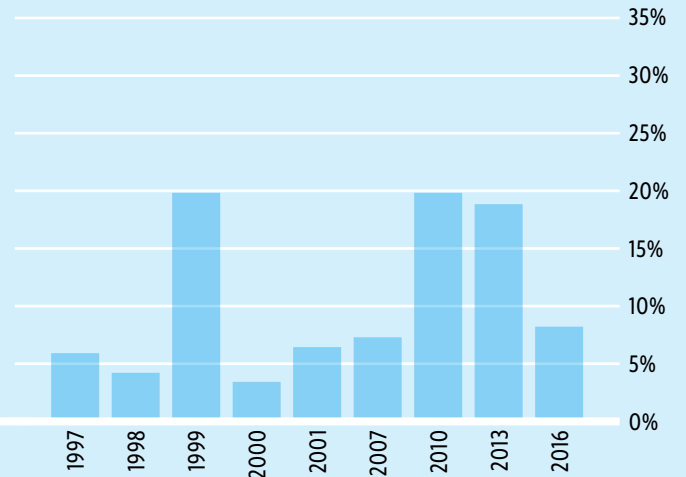
KIIHKELYKSENSELKÄ: PETOKALOJEN OSUUS KAPPALEMÄÄRÄISESTÄ YKSIKKÖSAALIISTA



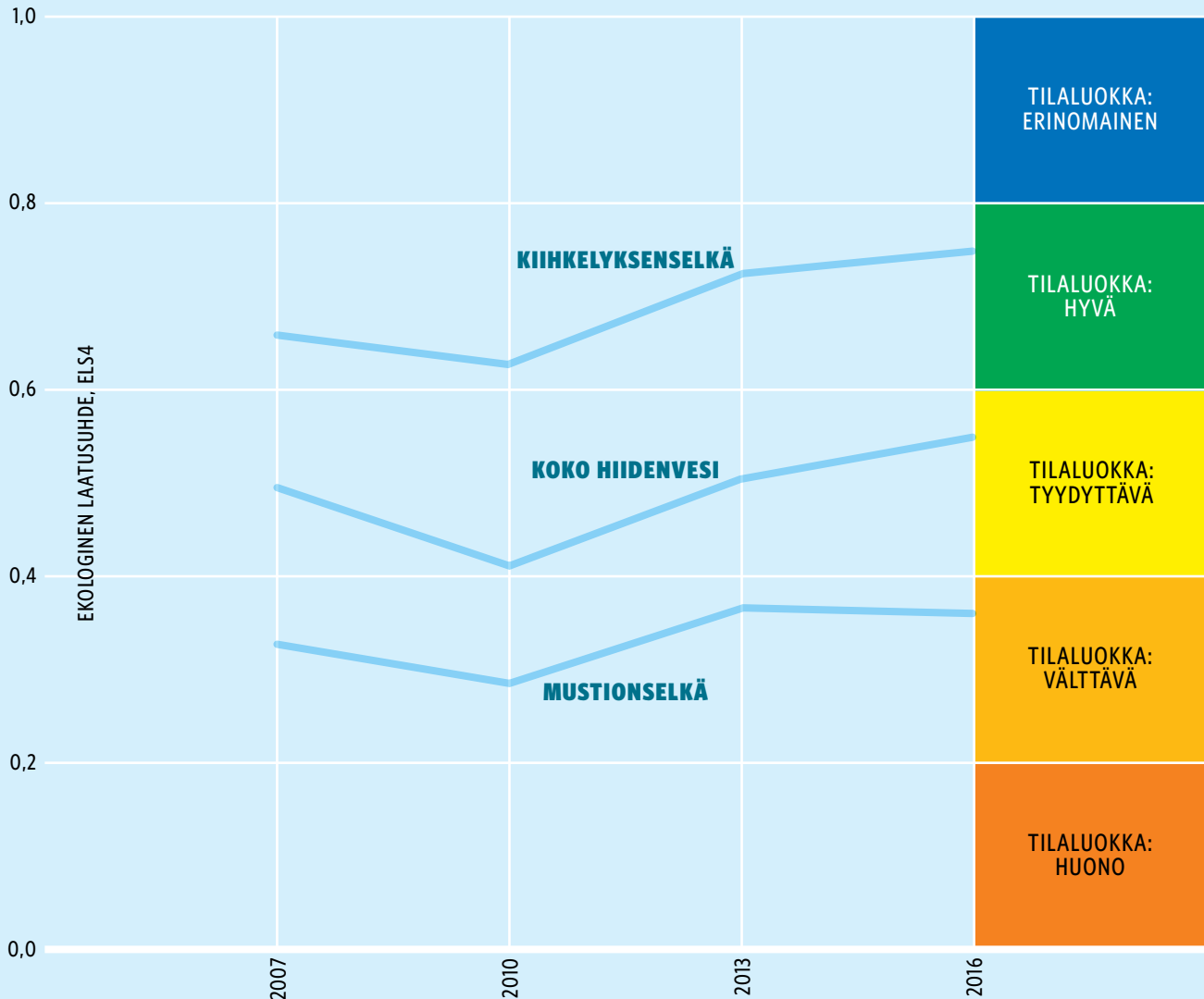
MUSTIONSELKÄ: PETOKALOJEN OSUUS YKSIKKÖSAALIIN PAINOSTA



MUSTIONSELKÄ: PETOKALOJEN OSUUS KAPPALEMÄÄRÄISESTÄ YKSIKKÖSAALIISTA



KOEKALASTUSSAALIIN PERUSTEELLA KIIHKELYKSENSELÄLLE, MUSTIONSELÄLLE JA KOKO HIIDENVEDELLE LASKETTU EKOLOGINEN LAATUSUHDE (ELS4) SEKÄ TILALUOKKA



Sähkökoekalastus

Virtavesien koskipaikkojen ja järvien kivikkorantojen sähkökoekalastus on EU-standardoitu tutkimusmenetelmä. Sähkökoekalastuksen tulosten pohjalta määritetään kalayhteisöön perustuva joen ekologinen tila.

Laskennassa käytetään kalalajien ja niiden ikäryhmien tiheyksiä sekä niistä laskettuja indeksejä. Jos virtaveden ekologinen tila on heikentynyt esimerkiksi kuormituksen tai vesistö rakentamisen vuoksi, muutos näkyy sähkökoekalastuksen saaliissa kalojen määrän, lajikoostumuksen sekä kalojen koko- ja ikäjakaumien muutoksina. Menetelmällä voidaan seurata myös, parantaako kunnotus virtaveden kalayhteisön ekologista tilaa.

Yleisimmin sähkökoekalastusta käytetään matalien **virtavesien** kalaston tutkimisessa. Menetelmällä selvitetään esimerkiksi taimenen poikastiheyttä ja elinympäristön (habitaatin) valintaa lisääntymisalueilla - tai pyydetään kaloja vaikkapa merkintätutkimuksia varten.

Sähkökoekalastuksella on muihin menetelmiin verrattuna useita etuja, kuten varsin suuri ja tapauskohtaisesti arvioitavissa oleva tarkkuus. Etuna on myös se, että pelkän tiheyden indeksin sijaan on usein mahdollista arvioida kalakannan todellinen tiheys (kpl/pinta-ala). Lohikalojen poikasten kokonaismäärä tietyllä alueella voidaan arvioida, jos pystytään arvioimaan lajille soveliaan elinympäristön pinta-ala. Menetelmän hyviin puoliin kuuluu lisäksi se, että kalat säilyvät

enimmäkseen vahingoittumattomina ja ne voidaan palauttaa takaisin veteen. Joskus kaloille voi tulla selkäranka- ja ihovaurioita, joten tämän menetelmän tarpeetonta käyttöä kannattaa välttää.

Järvissä sähkökoekalastuksia tehdään samoin periaattein kuin virtavesissä. Menetelmällä on selvitetty muun muassa kivisimpun ja kivenuoliaisen esiintymistä kivikkorannoilla sekä arvioitu hauenpoikasten runsautta järvien tiheillä kasvillisuusrannoilla, missä ei voi käyttää poikasnuotta.

Sähkökoekalastuksessa kalat tainnutetaan johtamalla veteen sähkövirta. Useimmiten käytetään pulssittaista tasavirtaa ja 400-600 voltin (V) jännitettä. Virtavesissä kahlataan sivusuuntaisia linjoja ylävirtaan päin. Taintuneet kalat haavitaan vedestä, mitataan ja vapautetaan.

Sähkökalastuksen pyytävyys vaihtelee kalalajeittain, eli laite pyytää eri lajeja eri teholla. Pyyntialueella esiintyvistä lohen ja taimenen 1-kesäisistä poikasista saadaan yhdellä pyyntikerralla saaliiksi keskimäärin noin puolet, kivisimpuista ja kivenuoliaisista huomattavasti pienempi osuus. Pyytävyyyteen vaikuttavat lajin lisäksi monet muut tekijät, kuten veden väri, veden virtausnopeus, pyyntilaitteisto ja pyytäjien ammattitaito. Kun sama alue kalastetaan samalla menetelmällä kaksi tai kolme kertaa esimerkiksi puolen tunnin välein, pyytävyys pystytään arvioimaan. Tällöin voidaan laskea kohtalaisen luotettava tiheysarvio kalalajeittain. Harjuksen pyyntiin

sähkökalastus soveltuu huonosti, sillä lajin pyydystettävyyks on jostain syystä alhainen.

Kalastettavan alueen on hyvä olla vähintään 300 neliometriä, jos vain sopivaa ympäristöä on näin paljon olemassa. Voimakasvirtaisissa koskissa on mahdollista kalastaa vain matalia ranta-alueita, mutta puroissa pyynti onnistuu koko uoman leveydeltä. Yleensä alue kalastetaan ainoastaan kerran, ja tuloksista arvioidaan populaation koko tyypillisen pyytävyyden avulla. Tulosten luotettavuus paranee, jos lisätään pyyntikertojen määrää eli kalastetaan sama alue kahteen tai useampaan kertaan.

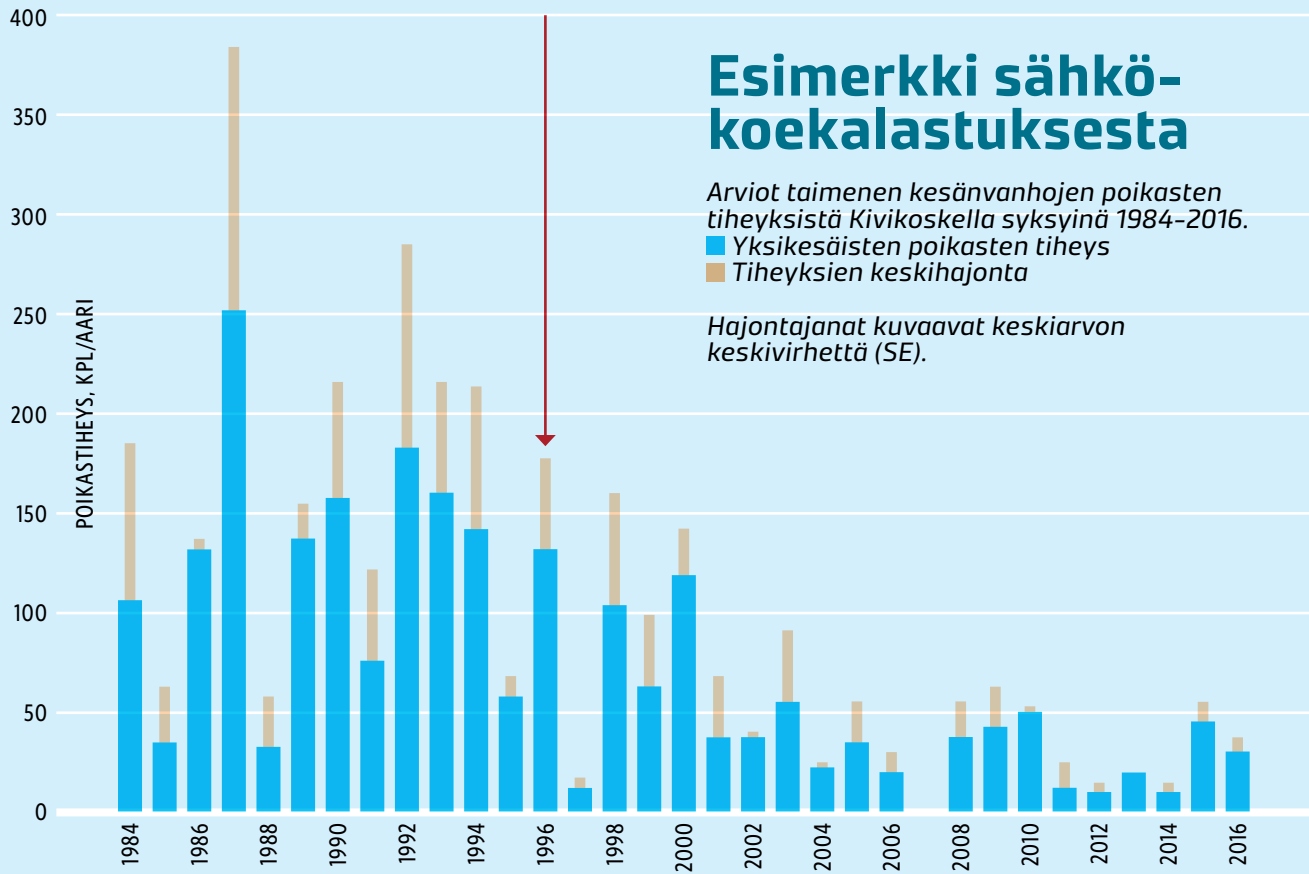
Yhden alueen kertaalleen kalastamiseen ja kalojen käsittelyyn kuluu kahden tai kolmen hengen sähkökalastusryhmältä 2–3 tuntia. Aikaan vaikuttavat kalastettavan alueen koko ja kalojen määrä.

Sähkökalastus on kalastuslaissa (46 §) kielletty kalastusmenetelmä, joten sen käyttö vaatii ELY-keskuksen myöntämän poikkeusluvan (47 §) sekä kalastusoikeuden haltijan luvan. Sähkökalastuksessa on noudatettava tarkoin työsuojelumääräyksiä ja käytettävä oikeanlaisia varusteita.

Sähkökalastus on aina ammattilaisten työtä. Tulokset ovat luotettavia ja vertailukelpoisia vain silloin, kun toimitaan ohjeiden mukaan. Ammattitaitoisen työvoiman käyttäminen on tärkeää myös työturvallisuuden varmistamiseksi.

Yksityiskohtaiset ohjeet sähkökalastusta varten: Olin ym. 2014.





Keski-Suomessa sijaitsevalla Arvajän reitin Kivikoskella (Kuhmoinen) on seurattu taimenen poikastuotantoa 1980-luvulta lähtien (Heinimaa ym. 2016; Anssi Eloranta, Jukka Syrjänen ja Tapio Keskinen, julkaisematon aineisto). Koskessa tehtiin kalataloudellinen kunnostus vuonna 1996.

Sähkökalastusten mukaan kunnostus ei lisännyt alueen taimentuotantoa, vaan poikastiheydet ovat olleet pienempiä kuin ennen kunnostusta. Tästä voidaan päätellä, että taimentuotantoa eivät ole rajoittaneet poikastuotantoalueiden laatu tai määrä vaan muut tekijät.

Kaikuluotaus

Tutkimuskaikuluotaimella arvioidaan järven syvien ulappa-alueiden kalojen tiheys (kpl/ha) ja kokojakauma. Kalojen biomassakin (kg/ha) on mahdollista arvioida, jos samaan aikaan kerätään edustavia näytteitä ulapan kalayhteisöstä. Yleisimmät kaikuluotauksella tutkittavat lajit ovat muikku ja kuore, mutta esimerkiksi Lahden Vesijärvellä menetelmää on käytetty myös särkimäärän arviointiin.

Kaikuluotauksella saatava tiheysarvio on yleensä jonkin verran todellista tiheyttä pienempi. Harha johtuu siitä, että äänikeilassa on katvealueita, joista ei saada tietoa. Toinen katvealue on pinnasta noin 2-5 metrin syvyyteen, luotaimen mukaan vaihdellen; toinen katve on noin 0,5 metriä paksu vyöhyke pohjan yläpuolella. Harhan pienentämiseksi luotaukset tehdään sellaisina vuoden- ja vuorokaudenaikoina, jolloin kalojen tiedetään olevan katvealueiden ulkopuolella. Tämä ajankohta vaihtelee lajeittain. Esimerkiksi muikkujen laskeminen onnistuu parhaiten kesäkerrostuneisuuden aikana elo-syyskuussa yöllä. Kalat ovat silloin nousseet pois pohjakatveesta, mutta välttävät lämmintä päällysvettä. Yön tullen parvet hajoavat, joten yöaikaan saadaan laskettua yksittäiset kalat ja voidaan mitata niiden kokoluokka kaikuvoimakkuuteen perustuen. Kun lasketaan lämpimässä päällysvedessä viihtyvien kalojen määrää, luotaimen äänikeila voidaan kääntää vaakasuuntaan, jolloin

kalat havaitaan sivulta päin. Suomessa tätä menetelmää ei ole juuri käytetty, mutta Keski-Euroopassa sitä hyödynnetään yleisesti.

Tavallisesti kalatiheyttä mitataan ajamalla veneellä ennalta suunniteltuja linjoja pitkin. Kalatiheys vaihtelee luotauslinjojen sisällä ja linjojen välillä melko paljon, sillä kalat esiintyvät ulapalla jossain määrin laikuittaisesti, myös yöllä. Tämän vuoksi kalatiheyden keskiarvo sisältää yleensä melkoisesti satunnaisvaihtelua. Tavallisesti keskitiheyden keskivirhe on 10-15 prosenttia (%) keskiarvosta. Tulosten analysoinnissa on lisäksi otettava huomioon se, että lähellä toisiaan tehtyjen mittauksien tulokset ovat yleensä toisistaan riippuvaisia.

Kaikuluotain ei pysty erottamaan kalalajeja toisistaan, vaan eri lajien osuudet arvioidaan yhtäältä perustuen kalanäytteisiin, toisaalta hyödyntäen tietoa lajien käyttäytymisestä - kuten sitä, että muikut oleskelevat yöllä viileässä vedessä. On tavallista, että saalisnäytteiden perusteella saadaan harhaisia arvioita lajien runsaussuhteista. Tutkittavan lajin osuus saalisnäytteissä voi olla todellista pienempi tai suurempi. Jos tiedetään, että osuus on usein todellista suurempi, tutkijan on syytä noudattaa varovaisuusperiaatetta - silloin osuudesta käytetään mieluummin minimiarviota kuin havaittua osuutta. Näin lajin runsaudesta ja saalisvaroista ei synny liian myönteistä käsitystä.

Tutkimus ja seuranta

Jos halutaan selvittää vaikka muikun kutukannan biomassassa, on otettava huomioon vielä muita virhelähteitä. Aiemmin mainittuun kokonaiskalatiheyden mittausrvirheeseen pitää lisätä virhe, joka syntyy, kun arvioidaan aikuisten muikkujen osuus kokonaiskalatiheydestä – ulapallahan on aikuisten muikkujen lisäksi ainakin nuorempia muikkuja ja runsaasti kuoretta. Lisäksi on otettava huomioon aikuisen muikun keskimassan mittausrvirhe. Kokonaiskeskivirhe on tyyppillisesti joitakin kymmeniä prosentteja keskiarvosta.

Kaikuluotauksella saatava lajikohtainen tiheys- ja biomassaa-arvio ei ole tarkkuudeltaan ja täsmällisyydeltään erityisen hyvä, mutta se riittää moniin tarkoituksiin. Menetelmällä pystytään havaitsemaan vuosien välinen yksilötiheyden vaihtelu sellaisilla lajeilla, joiden tiheys vaihtelee voimakkaasti. Esimerkiksi muikku- tiheyden todellinen vaihtelu on niin voimakasta, että se havaitaan kohtalaisesta virhevaihtelusta huolimatta.

Kaikuluotauksesta voi olla apua myös silloin, kun kalakannan tiheydestä on erilaisia käsityksiä. Jos muikkua ei tule verkoilla, syy voi olla siinä, että kaloja on hyvin vähän tai siinä, että kaloja on paljon ja ne ovat kääpiöityneet. Kaikuluotaimella saadaan riippumatonta ja puolueetonta tietoa – indeksi, jonka perusteella on helpompi muodostaa yhteinen näkemys kannan tilasta.

Kun kalakantaa seurataan jatkuvasti yksikkösaaliin avulla ([Kirjanpitokalastus, s. B490](#)) ja tehdään kalakannan biomassasta kaikuluotausarvio menetelmän kannalta sopivimpina vuosina, eri vuosien yksikkösaaliiden perusteella on mahdollista arvioida tutkimusalueen todellinen kalamäärä ja kalatuotanto. Kun näitä arvioita verrataan vuotuisiin saalisarvioihin, saadaan käsitys kalakannan hyödyntämistilasta. Tarkinta ja täsmällisintä tietoa esimerkiksi muikun kutukannan runsaudesta saadaan silloin, kun muikkutiheys on kohtalainen, yksilöiden kasvu suhteellisen nopeaa ja ensimmäistä kesää eläviä muikkuja vähän. Tällöin aikuiset muikut erottuvat kalojen kokoa mittaavassa, kaikujen voimakkuuteen perustuvassa jakaumassa mahdollisimman hyvin omana ryhmänään.

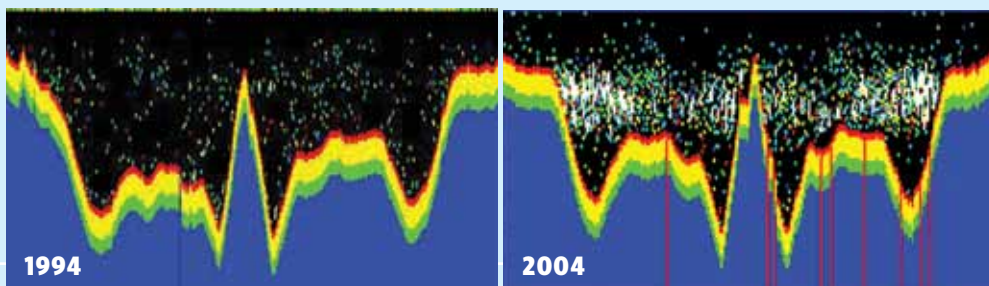
Kaikuluotauksella käytetään myös jokeen nousevien kalojen määrän arviointiin. Tornionjokeen ja Simojokeen nousevien kutulohien määrää on arvioitu useana vuonna kaikuluotauksella. Tämän tyyppinen tutkimus vaatii erikoiskalustoa ja -osaamista, joten kustannukset nousevat helposti varsin suuriksi.

Kalantutkimuksessa uudempi menetelmä on viistokaikuluotaus. Siitä saattaa olla apua, kun halutaan arvioida pohjan rakennetta esimerkiksi lisääntymistutkimuksia varten ([Viistokaikuluotaus pohjan rakenteen tutkimisessa, s. B508](#)).

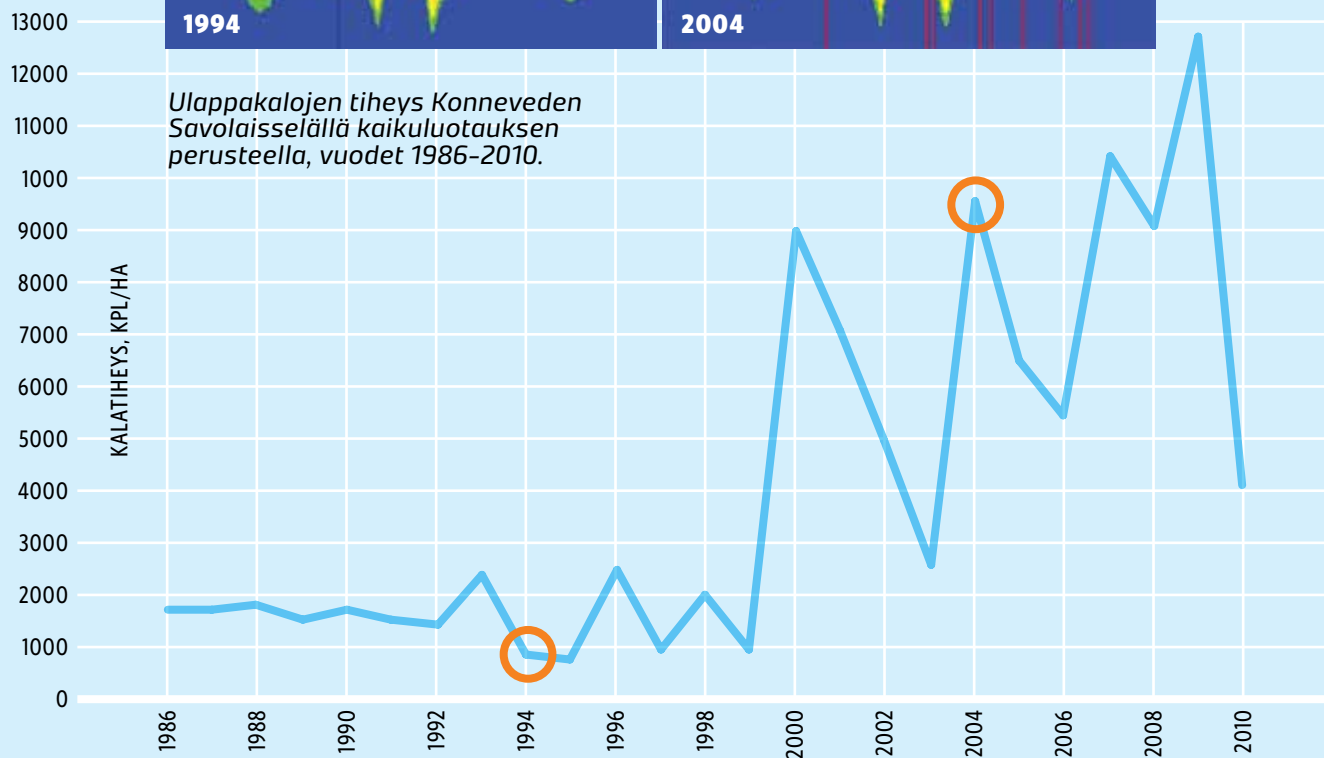
Esimerkki kaikuluotauksesta

Keski-Suomessa sijaitsevalla Konnevedellä on seurattu Savolaisselän ulappakalojen tiheyttä kaikuluotaamalla vuodesta 1986 alkaen (Marjomäki ym., painossa). Menetelmällä saadaan arvio ulappakalojen lukumäärästä ja kokojakaumasta.

Kaikuluotaus tehdään loppukesällä pimeään aikaan, jolloin kuore- ja muikkuparvet ovat hajaantuneet vesipatsaaseen ja yksittäiset kalat on mahdollista havaita. Aikasarjan alkuvuosina, ennen 2000-lukua, muikkukanta oli heikko. 2000-luvun puolella kanta on ollut alkujaksoa vahvempi, mutta vuosien välinen vaihtelu on ollut suurta. Kaikuluotauksen tuloksista voidaan arvioida kalastettavan muikkupopulaation kokoa ja syksyn kutukannan kokoa.



Ulappakalojen tiheys Konneveden Savolaisselällä kaikuluotauksen perusteella, vuodet 1986-2010.



Viistokaikuluotaus pohjan rakenteen tutkimisessa

Viistokaikuluotaus on kalatutkimuksen käytössä uudehko menetelmä, jolla voidaan selvittää pohjan rakennetta ja karkeutta. Menetelmä soveltuu esimerkiksi siian kutualueiden kartoittamiseen, koska lajin kutualueet sijaitsevat useimmiten syvyydessä, jossa ei ole kuvantamista haittaavaa vesikasvillisuutta. Veden sameudestakaan ei ole viistokaikuluotauksessa merkittävää haittaa, mikä on etu verrattuna valokuvauksen tai videokuvauksen käyttöön tällaisessa tarkoituksessa.

Viistokaikuluotain on kehitetty 1960-luvulla sotilaskäyttöön. Tekniikan kehittymisen myötä laitteiden kuvantamistarkkuus on parantunut jatkuvasti. Nykyään saatavilla on myös kuluttajien käyttöön tarkoitettuja luotaimia. Matalissa vesissä niiden tarkkuus on pohjan rakenteen tulkintaa ajatellen kohtuullisen hyvä.

Sopivissa oloissa ja hyvällä laitteella pohjan rakenteesta on mahdollista saada lähes valokuvamainen kuva, joka voidaan GPS-sijaintitiedon perusteella sijoittaa kartalle ja yhdistää kuvamosaiikiksi pohjarakenteen tulkintaa varten. Vertailupisteistä on tosin kerättävä myös pohjakuvatietoa (valokuva- tai videomateriaalia), jotta luotainkuvan oikea tulkinta voidaan varmistaa.

Nykytekniikalla saatavien viistokaikuluotausaineistojen perusteella pohja on mahdollista luokitella materiaalin karkeuden perusteella. Näin pystytään erottamaan pehmeät pohjat, hiekka, sora, karkeampi kivi, lohkarreet ja kallio tai näiden yhdistelmät. Kun pohjan rakenne ja virtaamaolosuhteet tunnetaan, aineiston perusteella voidaan esimerkiksi valita mätikartoitusalueet tai arvioida kalojen lisääntymiseen soveltuvaa pinta-alaa.

Mädinhaudontakokeet

Mädinhaudontakokeilla voidaan selvittää, kuinka ympäristötekijät vaikuttavat syyskutuisten lohikalojen mädin selviämiseen talven yli. Talvi on näiden lajien elinkierrossa kriittinen vaihe, sillä hedelmöitynyt mäti on silloin pohjalla tai pohjasoran sekaan hautautuneena. Talven aikana kuolevuutta saattaa aiheuttaa huono vedenlaatu, esimerkiksi happamuus, korkea kiintoainepitoisuus, alhainen happipitoisuus, haitalliset aineet sekä pohjalla liikkuva ja soran tukkiva hienojakeinen aines. Jos tämän vaiheen epäillään rajoittavan esimerkiksi taimenkannan kotiuttamismahdollisuuksia, voidaan veden laadun ja uoman pohjan soveltuvuutta selvittää haudontakokein.

Haudontakokeissa käytetään tavallisesti **verkkosylintereitä**. Toimivaksi on todettu kahden desilitran vetoinen muoviverkosta tehty pyöreä sylinteri, jossa on samasta materiaalista tehty, narulla kiinnitettävä kansi. Verkon silmä on neliömäinen, ja solmuväli on 2 millimetriä. Mädin istutukseen käytettävät rasiat soveltuvat huonosti haudontakokeisiin, koska niistä kuoriutuneet poikaset pääsevät poistumaan. Rasioissa ja sylintereissä mäti säilyy paremmin kuin luonnossa, jossa se voi joutua eläinten syömäksi.

Sylinteri täytetään ensin hienolla soralla noin puoleen väliin asti, sitten soran päälle kaadetaan lohikalan mätiä vakiomäärä, esimerkiksi 50 mätimunaa, ja lopuksi mäti peitetään ohuella

sorakerroksella. Sylinteri haudataan soraan, mutta kokeissa käytetään usein muovikoria, johon sylinterit asetellaan. Kori täytetään lopuksi karkealla soralla rantavedessä ja asetetaan joen pohjaan kivillä tukemalla. Koriin voi asentaa automaattilämpömittarin mittaamaan veden lämpötilaa kokeen aikana.

Haudontakoe aloitetaan päivä sen jälkeen, kun mäti on lypsetty ja hedelmöitetty viljelylaitoksella - lohella ja taimenella tämä tapahtuu yleensä lokakuussa. Sylintereitä nostetaan ylös talvella ja keväällä aina toukokuun loppuun asti tai niin pitkälle, kun poikasilla on yhtään ruskaista jäljellä. Elossa olevat alkioit ja poikaset kaadetaan laskemista varten sylinteristä tarjottimelle. Laskennan voi tehdä jo maastossa. Ylös nostettua sylinteriä poikasineen ei yleensä haudata enää takaisin koriin, vaan sylintereitä mitoitetaan kaikkiin koreihin riittävä määrä, esimerkiksi neljä kappaletta neljää nostokierrosta varten. Viimeisellä nostokerralla myös kori nostetaan pois. Sylinterisoran voi huuhdella, kuivattaa ja käyttää uudelleen seuraavassa kokeessa, jolloin soran vaikutus vakioituu.

Haudontakoe voidaan toteuttaa myös erityisillä **mätirasioilla**, joihin mätijyvät asetetaan yksitellen. Kokeessa voi käyttää luonnonkalojen tai viljelykannan mätiä, mutta oleellista on tarkastaa rasioihin laitettavien mätijyvien hedelmöittyminen ja kehityksen käynnistyminen mikroskoopilla. Mätirasiat ankkuroidaan pohjaan

oletetulle kutualueelle painojen avulla. Kunkin rasian perään laitetaan verkon painonaru, joka tarttuu helposti haraan rasioita nostettaessa. Rasiat nostetaan vedestä ennen oletettua poikasten kuoriutumista, joko jäältä tai veneestä. Noston jälkeen rasioissa olevien elävien mätimunien määrä lasketaan. Menetelmää on käytetty tutkittaessa siianmädin selviytymistä virtavesissä ja rannikkoalueilla.

Mikäli haudontakokeessa käytettävää kalalajia tai -kanta ei haluta päästää tutkittavaan vesistöön, on varmistettava, etteivät kuoriutuneet poikaset pääse karkaamaan. Tämä pitää ottaa huomioon jo, kun koetta suunnitellaan ja valitaan, käytetäänkö rasiaa tai sylinteriä.

Virtavesien ohella mätikokeet soveltuvat järviin, jos halutaan tutkia veden tai pohjasedimentin laadun vaikutusta siian, muikun ja muiden syyskutuisten kalalajien munien säilyvyyteen. Menetelmällä on selvitetty muun muassa sitä, kuinka kaivostoiminnan ja sellu-tehtaan jätevedet vaikuttavat vesistöön.

Osa mädinhaudontakokeiden käytännön toimista sopii paikallisin voimin tehtäväksi. Ainakin suunnittelu- ja raportointivaiheessa kannattaa käyttää asiantuntijoiden apua.

Esimerkki mätikokeesta

Ajatus Jyväskylän kaupungin läpi virtaavan Tourujoen kunnostamisesta taimenelle sopivaksi elinympäristöksi nousi esille, kun jokea kuormittanut paperitehdas lopetti toimintansa. Kiinnostusta kunnostukseen lisäsi se, että Jyväskylän kaupunki päätti lopettaa vesivoimalaitoksen toiminnan ja rakentaa mahdollisimman luonnontukaisen uuden koskiuoman voimalan ohi.

Osana kunnostuksen suunnittelua selvitettiin, onko joen vesi laadultaan riittävän hyvää taimenen lisääntymistä silmällä pitäen (Syrjänen

2016). Lokakuun lopulla 2015 jokeen laitettiin kolmeen koriin yhteensä yhdeksän sylinteriä, joissa jokaisessa oli 50 hedelmöittynyttä taimenen mätimunaa. Mätimunien päälle laitettiin 40–60 millimetrin sorakerros, mikä vastaa taimenen mädin luontaisia olosuhteita.

Mätimunien kuolevuutta tarkasteltiin kolmena ajankohtana: helmikuun lopussa, huhtikuun puolivälissä ja huhtikuun lopussa. Alkioista ja poikasista oli säilynyt elossa noin 70 prosenttia (%). Eri sylintereissä osuus vaihteli välillä 31–96 prosenttia.

Mätikokeen perusteella voitiin todeta, että Tourujoen vedenlaatu ei estä taimenkannan kotiuttamista ja taimenen lisääntymistä.

Kutupesälaskenta

Kutupesälaskenta on taimen- ja lohikantojen tutkimukseen ja hoitotoimien suunnitteluun sopiva menetelmä, joka ei vaadi kalliita tutkimusvälineitä. Kutupesälaskenta perustuu taimenen ja lohen kutukäyttäytymiseen. Naaras kaivaa pohjan soraikkoon kutupesän ja laskee siihen mätimunansa. Samalla pohja puhdistuu kiintoaineesta, joten kaivettu alue erottuu ympäristöönsä vaaleampana. Näin kutupesät kyetään laskemaan. Tarvittaessa kutupesien olemassaolon voi varmistaa kaivamalla mätiä esille.

Kutupesätutkimukset antavat tietoa muun muassa kutevien lohikalojen määrästä ja naaraiden kokojakaumasta. Koska kutupesien koosta voidaan arvioida kuteneiden naaraiden koko, tutkimuksen avulla on mahdollista arvioida karkeasti koko kutukannan tuottama mätimäärä. Tämän tiedon pohjalta on pääteltävissä, johtuuko kesänvanhojen poikasten vähyyks emokalojen puutteesta vai jostain muusta tekijästä. Kutupesien sijainti kertoo koskikunnostuksen onnistumisesta ja kutemiseen sopivien soraikkojen sijainnista.

Kun kutupesien määrää ja kokoa seurataan vuosittain, saadaan selville, kuinka taimenen kutukannan suojeluun ja lisäämiseen tähtäävät toimet ovat onnistuneet. Tällaisia toimia ovat esimerkiksi järveen vaeltavan taimenen kalastuskuolevuuden vähentäminen (korotettu alammalla, verkon solmuväli, vapakalastuksen vuorokausikohtainen saaliskiintiö) tai vaikkapa

saaliskalojen vapauttamispakko koskikalastuksessa.

Kutupesät lasketaan kahlaamalla kutuajan jälkeen mahdolliset kutualueet läpi ja etsimällä pesät vesitähystimen eli vesikiikarin avulla. Kun lasketaan useita yhtä suuria aloja, päästään arvioimaan kutupesälaskennan tilastollista luotettavuutta koko koskialueella. Kutupesän olemassaolo varmistetaan kaivamalla soran seasta esiin yksi mätimuna. Jos koskessa kutee sekä lohi että taimen, mätimunien alkioista on mahdollista tehdä DNA-analyysi, jolla laji selviää. Tämä edellyttää, että jokaisesta selvitettävästä pesästä otetaan näytteeksi muutama mätimuna. Muulla tavoin lohen ja taimenen pesiä ei pysty erottamaan toisistaan, jos kutunaaraat ovat keskenään suunnilleen samankokoisia.

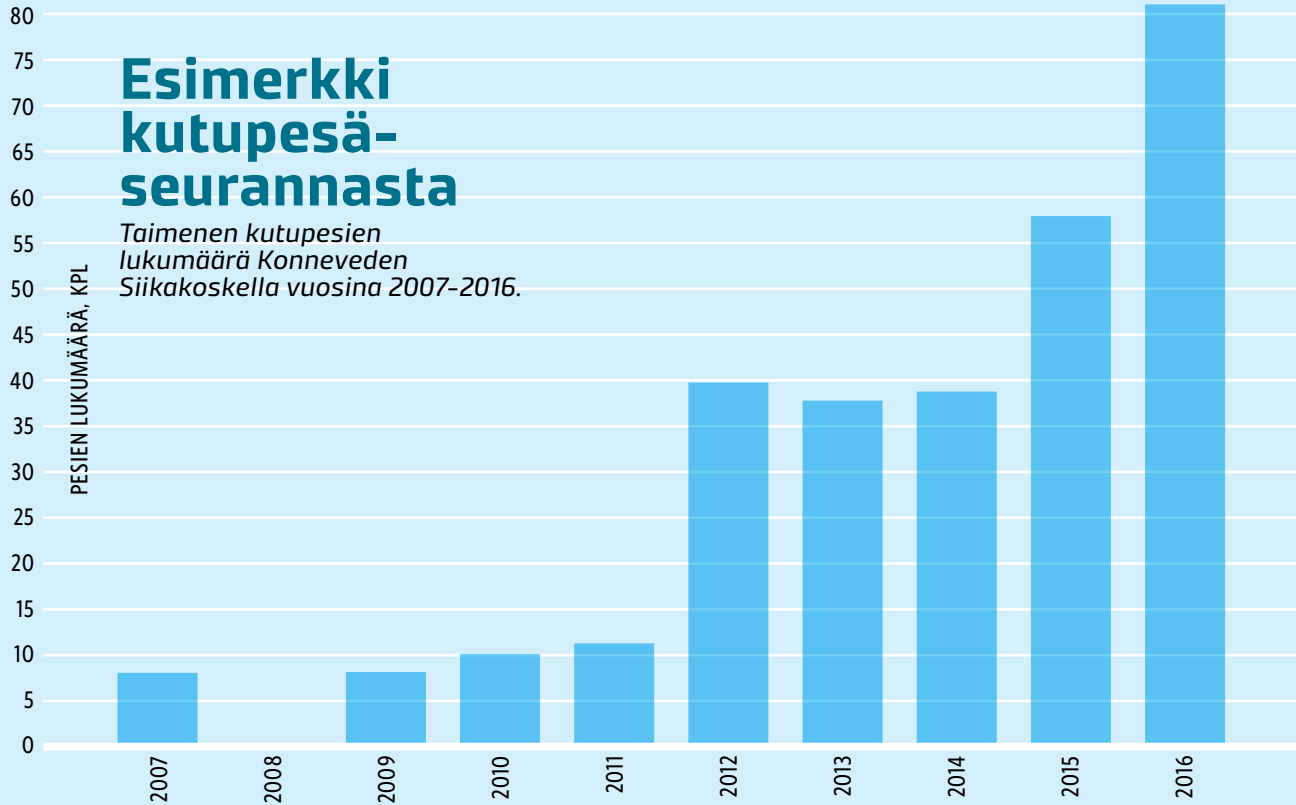
Etelä-Suomessa kutupesälaskenta kannattaa tehdä marras-joulukuussa, Pohjois-Suomessa hieman aikaisemmin. Voimakas syystulva, kova pakkaneen ja tumma vesi vaikeuttavat pesien havaitsemista tai jopa estävät sen. Pesiä voi kuitenkin laskea myös kevättalven lauhoina päivinä, jos joessa ei ole pintajäätä.

Kutupesälaskenta vaatii kokemusta. Kokeineet laskijat kykenevät kahlaamaan kylmissä virtavesissä, havaitsevat pesät ja osaavat kulkea uomassa pesiä vaurioittamatta. On tärkeää varmistaa, ettei laskennalla tuhota mätiä.

Menetelmän yksityiskohtainen kuvaus: Syrjänen ym. 2013.

Esimerkki kutupesä-seurannasta

Taimenen kutupesien lukumäärä Konneveden Siikakoskella vuosina 2007–2016.



Keski-Suomessa sijaitsevan Konneveden Siikakoskella on seurattu taimenen kutupesien lukumäärää vuodesta 2007 alkaen (Heinimaa ym. 2016, Konneveden kalatutkimus ry, Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visio, Kellankosken Voima Oy, julkaisematon aineisto). Kutupesät on laskettu syksyisin ja joka vuosi samalta alalta, jolloin pesien lukumäärän muutokset kuvaavat kutevan

taimenkannan runsauden muutoksia. Kutupesien lukumäärä on kasvanut huomattavasti vuoden 2011 jälkeen. Kasvun syinä saattavat olla koski-alueen kalastusjärjestelyissä vuonna 2012 tehdyt muutokset sekä kalastuksen väheneminen järvialueella. Kutupesien keskipituus on kasvanut, mikä kertoo kutevien naaraiden keskikoon kasvusta.

Poikastutkimukset rannikkovesissä ja järvissä

Poikastutkimusten avulla kartoitetaan kalojen lisääntymisalueita ja pyritään arvioimaan poikasten määriä. Menetelmä soveltuu yhtä lailla rannikkovesiin ja järviolueille. Tavallisesti tarkastelun kohteena ovat varhaisvaiheen poikaset.

Sekä lisääntymisaluiden kartoitukseen että poikasmäärän arvioimiseen tarvitaan erityinen pyyntikalusto. Tarvitaan myös osaamista näytteenoton suunnittelussa, kalanpoikasten tunnistamisessa ja paikkatietoaineistojen käsittelyssä. Menetelmä vaatii aina asiantuntijatyötä.

LISÄÄNTYMISALUEKARTOITUKSET

Kalojen tärkeimpien lisääntymisaluiden kartoittaminen voi olla tarpeen muun muassa rauhoitusalueiden rajaamista varten. Lisääntymisaluiden sijainti on hyvä olla tiedossa myös, kun arvioidaan rakennus- ja ruoppaushankkeiden vaikutuksia tai suunnitellaan kunnostuksia. Tuotannollisesti tehokkaat poikasalueet voivat olla hyvinkin pieniä: esimerkiksi rannikkovesissä vain muutama prosentti pinta-alasta tuottaa pääosan kuhanpoikasista.

Kansallisessa VELMU-ohjelmassa on kartoitettu tärkeimpien talouskalalajien lisääntymisalueita merialueella. Kuhan, ahvenen ja silakan poikasten esiintymistä on kartoitettu tutkimusveneiden keulaan kiinnitetyllä tiheähavaksella pyydyksellä. Siian poikasia on pyydetty

tiheäsilmäisillä poikasnuotilla, ja hauen poikasia on etsitty rantakasvillisuuden seasta käyttämällä apuna varrellista, halkaisijaltaan noin 30 senttimetrin valkeaa levyä. Kun levyä liikutellaan kasvillisuuden seassa, 1–4 senttimetrin pituiset poikaset erottuvat sitä vasten kasvillisuuden seasta.

Laajoihin maastotöihin ja mallinnukseen perustuvia lisääntymisaluekarttoja löytyy VELMU-karttapalvelusta (<http://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>). Koko rannikon kattavat VELMU-kartat antavat hyvän yleiskuvan tärkeimpien lisääntymisaluiden sijainnista ja auttavat tarkempien kartoitusten ja näytteenoton suunnittelussa. Tarkemman tiedon hankkiminen saattaa olla tarpeen etenkin, kun perustellaan kalastusrajoitusten ja rauhoitusalueiden paikallisia rajauksia.

Poikaspyynnin tulosten perusteella on arvioitavissa, mikä on eri alueiden merkitys lajin lisääntymiselle ja kuinka poikasmäärä vuosittain vaihtelee. Poikasten lukumäärän indeksinä toimii saatujen poikasten lukumäärä aikayksikköä tai vesitilavuutta kohti (esimerkiksi kpl/minuutti, kpl/m³).

Parhaiden poikastuotantoalueiden sijaintia on mahdollista arvioida myös mallintamalla poikasten lukumäärää esimerkiksi rannan laadun, syvyysprofiilin tai muiden ympäristömuuttujien perusteella. Tällöin kenttätutkimukset voidaan keskittää näille alueille. Mallintaminen vaatii luotettavaa, riittävän pieniipirteistä tietoa

taustamuuttujien alueellisesta jakaumasta sekä asiantuntemusta mallintamisesta ja paikkatietoaineistoista.

VELMU-ohjelmassa käytetyt kartoitusmenetelmät: Borg ym. 2012.

POIKASMÄÄRIEN ARVIOINTI

Siian, muikun ja mateen poikasten esiintymistä ja runsautta voidaan kartoittaa heti jäiden lähdettyä, sillä siika ja muikku kutevat syksyllä ja made talvella. Poikasten kuoriutumisen saa aikaan keväinen lämpötilan nousu. Yleensä kuoriutuminen tapahtuu jäidenlähdön aikaan. Poikasmäärien perusteella kyetään arvioimaan siian ja muikun lisääntymismenestystä ja kalastuksen ekologista kestävyyttä. Muikun poikasmäärien perusteella on mahdollista ennustaa tulevaa muikkukantaa.

Sisävesillä siian ja muikun poikasia on pyydetty tiheähavaksilla työntöhaaveilla. Sopiva pyyntiajankohta on silloin, kun poikaset ovat niin pieniä, etteivät ne pääse uimaan pakoon. Yleensä parasta aikaa ovat pari ensimmäistä viikkoa jäänlähdön jälkeen.

Kvantitatiivisella eli määrällisellä poikaspynnillä arvioidaan vastakuoriutuneiden poikasten keskimääräinen tiheys (kpl/ha, kpl/100 m³) ja kokonaismäärä (kpl) järvestä. Tällöin käytetään ositettuun satunnaisotantaan perustuvaa näytteenottoa (Urpanen ym. 2009). Yleensä näytteenotto ositetaan järven syvyysvyöhykkeiden

mukaan. Syvyysvyöhykkeet voivat olla esimerkiksi alle 0,5 metriä, 0,5–1 metriä, 1–2 metriä ja yli 2 metriä. Kustakin ositteesta poimitaan koealat satunnaisesti, ja koealojen poikastiheys arvioidaan työntöhaavilla. Poikaset lasketaan jokaisesta näytteestä erikseen. Saatujen tiheysarvioiden perusteella arvioidaan jokaiselle syvyysvyöhykkeelle keskitiheys. Kun nämä arviot painotetaan syvyysvyöhykkeiden tilavuuksilla, saadaan arvio koko alueen keskitiheydestä.

Menetelmä hieman aliarvioi kuoriutuneiden poikasten kokonaismäärää, koska kaikki poikaset eivät ole välttämättä kuoriutuneet vielä näytteenottohetkellä ja osa taas on ehtinyt siihen mennessä kuolla. Siksi näytteenotto kannattaa ajoittaa hetkeen, jolloin poikasten tiheys on suurimmillaan. Poikaset esiintyvät laikuittain, joten järvikohtaisiin keskitiheyden ja kokonaismäärän arvioihin sisältyy tavallisesti joidenkin kymmenien prosenttien keskivirhe.

Järvikohtainen poikasmäärän arviointi maksaa useista tuhansista yli kymmeneen tuhanteen euroon vuodessa, joten tutkimus kannattaa tehdä vasta, kun tiedolle on selvä tarve. Menetelmää on käytetty esimerkiksi velvoitetarkkailussa, kun on selvitetty vedenkorkeuden säännöstelyn tai lämpimän lauhdeveden vaikutusta siian ja muikun lisääntymismenestykseen.

Muikun poikasia.
Muikun ja siian poikasaikasarjoja, mukana Etelä-Konnevesi ja Pohjois-Päijänne:
www.paijanne.org/pages/fi/projektit/cornet/tuloksia.php

Esimerkki poikasmäärien arvioinnista

Kivijärvellä Keski-Suomessa selvitettiin vuonna 2012 muikun lisääntymismenestystä ja poikasten esiintymistä järven eri osissa (Marjomäki ym. 2012). Poikastiheys oli keskimäärin suuri, mistä voitiin päätellä, että edellisen syksyn kutukanta oli ollut suuri ja mädin talviaikainen säilyvyys hyvä. Poikastiheys oli suurin järven kirkasvetisimmässä keskiosassa, kun taas tummavetisimmiltä alueilta poikasia ei löydetty. Tummilla vesillä muikut eivät olleet kutuneet lainkaan tai mätijivät olivat kuolleet talven aikana.

Suuri poikastiheys (yli 5 000 kpl/ha) kertoo, että kutumuikkua on runsaasti. Yksittäisen vuoden pieni tiheysarvio (korkeintaan parisen tuhatta kpl/ha) sen sijaan voi olla seurausta satunnaisesta huonosta lisääntymismenestyksestä (Etelä-Konnevesi). Vasta vuodesta toiseen ilmenevä pieni tiheys tarkoittaa sitä, että kutukanta on pieni tai mädin talvikuoletisuus jatkuvasti suuri (esim. Pohjois-Päijänne).

Poikastiheyden perusteella on mahdollista ennakoita kalastettavan muikkukannan runsautta: Jos vastakuoriutuneiden poikasten tiheys on suuri (yli 5 000 kpl/ha), vuosiluokka on noin 50 prosentin todennäköisyydellä runsas vielä tulevana syksynä. Jos taas poikasten tiheys on pieni (korkeintaan pari tuhatta kpl/ha), vuosiluokasta tulee heikko.

Esimerkki lisäntymisalue- kartoituksesta

Pohjanlahdella on lisääntymiseltään kahta erilaista siikaa (*Coregonus lavaretus* (L.)): virtavesiin kudulle nousevaa vaellussiikaa sekä paikallisempia kantoja muodostavaa merikutuista siikaa, jota myös karisiiksi kutsutaan. Vaellussiika on nopeakasvuinen, kasvaa suurikokoiseksi ja tekee pitkiä syönnösvaelluksia. Merikutuinen siika kasvaa etenkin Pohjanlahden pohjoisosissa vaellussiikaa hitaammin, kutee rannikkoalueella ja tekee lyhyempiä vaelluksia kuin vaellussiika.

RKTL (nykyisin Luke) on useana vuonna kartoittanut merikutuisen siian lisääntymisalueita Satakunnan rannikolla, Merikarvian edustalla. Poikasia nuotattiin ensin 1990-luvun alussa ja uudelleen vuosina 2008 ja 2010. Näissä tutkimuksissa havaittiin, että merikutuinen siika lisääntyy alueella, mutta vain vähäisessä määrin ja harvoissa paikoissa.

Vuosina 2015 ja 2016 merikutuisen siian lisääntymistä Merikarvian edustalla kartoitettiin tarkemmin, tutkimusalueena Pooskerin saaristo (Veneranta 2015). Lisääntymisestä tarvittiin tietoa, sillä alueelle suunniteltiin kotiutusistutuksia Maalahden merikutuisella siialla, jota kasvatettaisiin istutusalueen tuntumassa. Istuttamista pidettiin tarpeellisena, sillä rannikkoalueen tila oli huonontunut ja merikutuisen siian saaliit olivat pienentyneet. Matalaa saaristoaluetta rehevöittävä läheisen Kokemäenjoen mukanaan tuoma kiintoaine ja ravinteet.

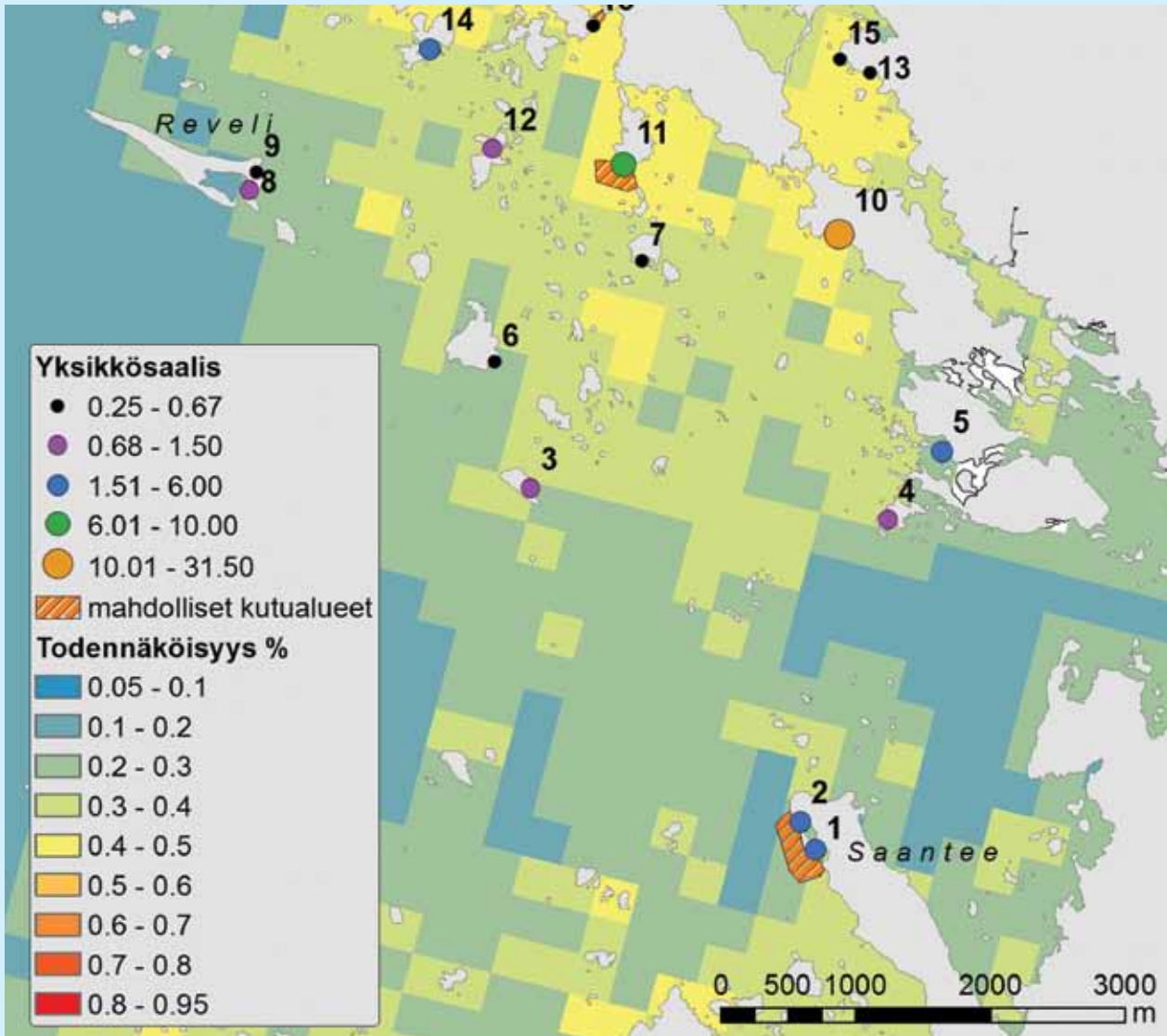
Molempina vuosina siianpoikasia nuotattiin keväällä jäiden lähdettyä kahteen kertaan 25 paikassa. Pyyntipaikat valittiin satunnaisesti eri rannikkovyöhykkeistä, ulottuen sisäsaaristosta avoimiin rantoihin. Pyynti suunnattiin vasta-kuoriutuneisiin, levittäytymisvaiheessa oleviin poikasiin. Saaliin perusteella arvioitiin merikutuisen siian kutupaikkojen sijoittumista ja poikastuotannon määrää.

Siianpoikasia saatiin vuonna 2015 keskimäärin 3,3 yksilöä ja vuonna 2016 keskimäärin 1,4 yksilöä yhtä nuotanvetoa kohden. Tämän yksikkösaaliin ja rantaviivan pituuden perusteella koko Pooskerin alueen arvioitiin tuottaneen vuonna 2015 kaikkiaan noin 84 000 ja vuonna 2016 noin 36 000 siian poikasta.

Poikasmäärien ja poikasten esiintymispaikkojen perusteella arvioitiin, että karisiian lisääntyminen onnistuu saaristoalueen eri osissa ainakin varhaispoikasvaiheeseen saakka. Rungas kasvillisuus, leväkasvusto ja sedimentaatio kuitenkin vähentävät lisääntymiseen soveltuvien alueiden pinta-alaa. Tutkimusalueella siian lisääntyminen onnistunee sellaisilla paikoilla, joilla näiden tekijöiden yhteisvaikutus on vähäinen.

Tulosten perusteella arvioitiin, että Pooskerin alueelle voidaan siirtää vastaavissa olosuhteissa Maalahdessa menestyvää merikutuista siikaa, jos se kasvatetaan kesänvanhaksi paikallisissa olosuhteissa.

Poikaskartoitusten yhteydessä tehtyjä havaintoja hyödynnettiin myös, kun laadittiin koko Pohjanlahden rannikolle karttamalli merikutuisen siian lisääntymisalueista (Vanhatalo ym. 2012, Veneranta ym. 2013, VELMU-karttapalvelu).



Siaanpoikaskartoitusten yksikkösaalis näytteenottoaikoittain (25 kpl) Selkämeren rannikolla Pooskerin alueella keväällä 2015. Ruutukuvio taustalla on vuosien 2009-2011 näytteenottojen perusteella laadittu karttamallinnus todennäköisistä siianpoikasalueista. Malli kuvaa todennäköisyyttä saada kahdella nuotanvedolla vähintään yksi siianpoikanen. Merenpohjan ominaisuuksien ja poikas-havaintojen perusteella määritetyt mahdolliset kutualueet on merkitty oranssilla raitakuviolla.

Kalamerkinnät

Kalojen merkintä on kalatutkimuksen perusmenetelmiä. Merkinnän ideana on saada tietoa samoista kalayksilöistä ainakin istutus- ja palautusajankohtana. Jos merkitty kala tulee pyydyksi ja se vapautetaan tietojen talteen ottamisen jälkeen merkkeineen, samasta yksilöstä saatetaan saada myöhemmin lisää tietoa.

Merkinnöillä hankitaan tietoa kalojen vaeluksista, kasvusta ja kuolevuudesta, istutusten kannattavuudesta sekä siitä, missä, milloin, millä pyydyksellä ja minkä kokoisina kalat pyydetään. Merkintä on omiaan myös, kun halutaan selvittää istutusten ja luonnollisen lisääntymisen merkitystä kalakannalle. Merkintätutkimusten tuottamasta tiedosta on apua muun muassa kalastuksen ja istutusten suunnittelussa. Kalatalousalue voi teettää kalamerkinnän esimerkiksi selvittääkseen, kuinka hyvin istutuksissa käytetty kalakanta tai istutuspaikka soveltuu istutustoimintaan.

Merkinnöissä käytetään kahta päämenetelmää: **yksilömerkintää** ja **ryhmämerkintää**. Yksilömerkinnässä kukin kala saa yksilöllisesti koodatun merkin, jolloin jokainen merkitty kalayksilö voidaan tunnistaa vuosienkin päästä. Ryhmämerkinnässä tutkittavan kalaryhmän kaikki yksilöt saavat samanlaisen merkin. Ryhmämerkityt yksilöt eivät siten eroa toisistaan merkin perusteella, mutta merkittyyn kalaryhmään kuuluvat kalat voidaan erottaa muista kaloista vuosienkin päästä.

Kalamerkinnän voi tehdä vain asiaan perehtynyt merkintäryhmä. Niitä on ainakin suurimmilla istutuspoikasia tuottavilla kalaviljelijöillä. Myös Luonnonvarakeskukselta voi tilata kalamerkinnän.

YKSILÖMERKINNÄT

Yksilömerkinnöissä on alettu käyttää enimmäkseen **T-ankkurimerkkejä**, jolloin perinteisten **Carlin-merkkien** käyttö on vastaavasti vähentynyt. Yksilömerkki kiinnitetään lihakseen selkävän alle. Jokaisessa merkissä on yksilöivä koodi ja palautusosoite. Yleensä viljellyt istukkaat merkitään kalaviljelylaitoksessa. Luonnonvaraisia kaloja merkitään esimerkiksi sähkökalastusten yhteydessä.

Yksilömerkinnöissä tiedonsaanti perustuu tavallisesti siihen, että merkityt kalat saadaan saaliiksi ja merkit palautetaan Luonnonvarakeskuksen (Luke) merkintätoimistoon ([Näin palautat kalamerkin](#)). Näin ollen havaintoja voi tulla vain sieltä, missä kalastetaan, eikä samasta kalasta saada yleensä kuin yksi havainto.

Kalamerkkejä myy Luke, joka hoitaa myös merkkipalautuspalkkioiden maksamisen ja palautusten raportoinnin merkkien ostajalle. Luken merkintähinnaston (2018) mukaan esimerkiksi alle 20 senttimetrin mittaisen taimenenpoikasen merkintä T-merkillä maksaa 2 euroa kalaa kohti, hintaan lisätään matkakulut ja alv. Merkit maksavat 2 euroa kappale (alle 30 senttimetrin

Carlin-merkki.



T-ankkurimerkki.



Osallistu kalatutkimukseen:

www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/kalat-ja-kalatalous/osallistu-kalatutkimukseen

Näin palautat kalamerkin

On tärkeää, että kalastajat palauttavat löytämänsä merkit ja ilmoittavat kalojen pyyntitiedot mahdollisimman tarkasti. Tarpeellisia tietoja ovat pyyntiajankohta, pyyntipaikka, kalan pituus ja paino sekä pyydys, jolla kala on saatu.

Jos merkitty kala vapautetaan, kannattaa merkin koodi kirjoittaa muistiin ja palauttaa tieto siitä. Merkin voi myös valokuvata maastossa. Tärkeintä on, että koodi näkyy.

Voit palauttaa löytämäsi kalamerkit postimaksutta osoitteella:

LUKE

Merki, 5005751, 00003 VASTAUSLÄHETYS

tai sähköisesti palautuslomakkeella, joka löytyy osoitteesta

<https://lomakkeet.luke.fi/kalamerkki>

Valokuvan merkistä tai merkitystä kalasta voi liittää sähköiseen lomakkeeseen kohdassa "Merkki ja kala". Valokuvan voi lähettää myös sähköpostilla, osoite on kalamerkit@luke.fi

Tutkimus ja seuranta

kalat) tai 2,50 euroa kappale (alle 30 senttimetrin kalat). Kalojen hinta ei sisälly mainittuihin hintoihin. Luonnonvarakeskukselta on saatavissa myös merkintävälineitä ja valmiit pöytäkirja-pohjat.

Joskus saatetaan tarvita tietoja kalojen oleskelusta ja liikkumisesta myös muilla kuin pyyntialueilla tai muulloin kuin pyyntiaikoina. Tällöin voidaan käyttää **telemetrialähtettä**, jolloin kalan sijainti saadaan selville lähtetimen signaalin perusteella. Näin merkittyjä kaloja voidaan seurata pidemmän aikaa ja kalastuksesta riippumatta. Kaloja seurataan joko automaattisilla kuunteluasemilla, aktiivisesti liikkumalla tai näiden yhdistelmällä. Telemetrialähtetin voi toimia joko radio- tai ultraäänitaajuuksilla. Lähtetimen kantama vaihtelee olosuhteiden ja kaluston mukaan ja on parhaimmillaan jopa kilometrejä.

PIT-merkki (*passive integrated transponder*) ei aktiivisesti lähetä signaalia, vaan vastaanottimen magneettikenttä aktivoi lähtetimen. PIT-merkillä merkityt kalat voidaan tunnistaa yksilöllisesti, kun ne uivat alle yhden metrin etäisyydellä lukulaitteesta. Tämän vuoksi PIT-merkkejä on mahdollista käyttää ainoastaan paikoissa, missä kalat saadaan kulkemaan lukulaitteen vierestä, kuten kalateissä.

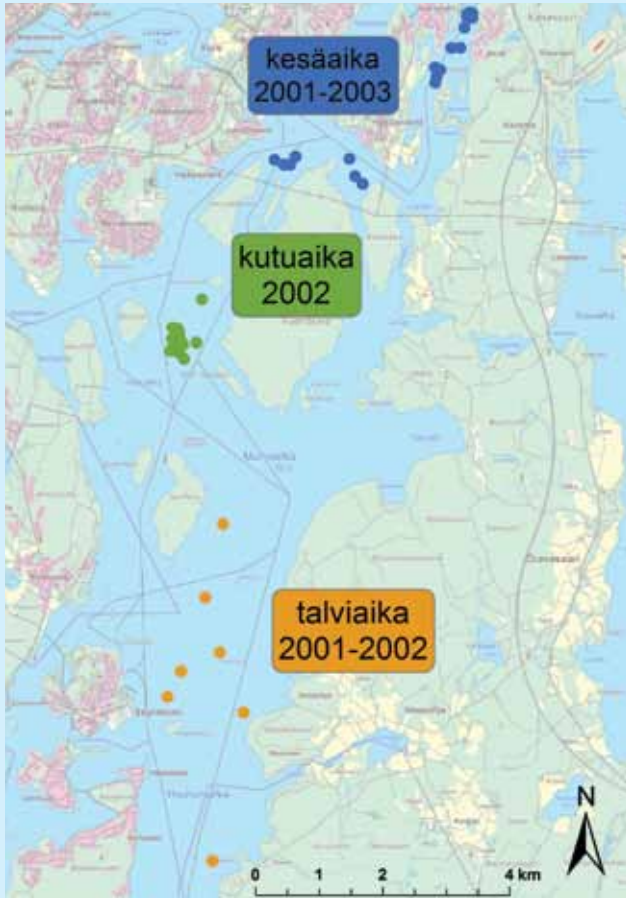
Telemetrialähtetimet kiinnitetään kalaan ulkoisesti tai sisäisesti, PIT-merkki injektoidaan yleensä kalan ruumiinonteloon.

Sekä telemetria tutkimuksen että PIT-merkkitutkimuksen toteuttavat aina alan asiantuntijat. PIT-merkit maksavat 1-5 euroa koosta ja tyypistä riippuen. Varsinaisten telemetrialähtetimen hinta on satoja euroja. Hintaan vaikuttavat lähtetimen koko ja käyttöikä. Lisäksi kustannuksia koituu vastaanottimien hankinnasta ja käyttökuluista.

RYHMÄMERKINNÄT

Ryhmämerkintään käytettyjä menetelmiä ovat muiden muassa polttomerkintä, ruiskuvärjäys, tatuointi ja amputaatio, kuten rasvaevän poisto. Nämä menetelmät soveltuvat ainoastaan yli viiden senttimetrin pituisille kaloille. Merkintään tarvitaan työvoimaa, mutta merkin tarkistaminen kalasta on helppoa. Elävästä kalasta merkin voi yleensä havaita paljaalla silmällä; ainoastaan värimerkittyjä kaloja etsittäessä tarvitaan erityisjärjestelyjä.

Nykyään käytetyin ryhmämerkintämenetelmä on alitsariinimerkintä. Siinä kalat merkitään fluoresoivalla alitsariininpunainen S (ARS) -merkkiaineella. Tällä menetelmällä voidaan merkitä kaikkien kalalajien mätiä, vastakuoriutuneita poikasia ja kesänvanhoja poikasia. Alitsariinimerkintä tehdään kylvettämällä mäti tai poikaset vedessä, joka sisältää merkkiainetta. Tällöin kalan otoliittiin (kuuloluu) muodostuu merkki, joka on havaittavissa koko kalan eliniän. Merkintä sinällään on hinnaltaan edullista,



Telemetrialähettimellä merkityn kuhan elinpiirit Pohjois-Päijänteellä vuosina 2001-2002. Kala merkittiin 505 millimetrin pituisena Vaajavirrassa heinäkuussa 2001 (kartan yläosassa). Seuraavan syksyn ja talven se oleskeli noin 10 kilometriä etelämpänä. Keväällä 2002 kutupaikka oli kesä- ja talvielinpiirien välissä. Kesän 2002 kuha vietti jälleen samalla alueella kuin edellisen kesän, minkä jälkeen lähettimen paristo loppui. Kesällä 2003 kuha saatiin saaliiksi Vaajavirrasta. Tulokset osoittavat, että kuhat vaeltavat laajalti, useiden osakaskuntien alueella.



mutta kustannuksia lisää se, että otoliitit joudutaan tarkastamaan yksitellen fluoresenssi-mikroskoopilla.

Kesänvanhojen siian istutuspoikasten merkintään sopii myös ruiskuvärjäys, jossa kalan pintaan ruiskutetaan veteen sekoitettua fluoresoivaa pigmenttijauhetta. Osa jauheesta jää suomujen väleihin, jolloin merkityt kalat pystytään erottamaan uv-lampun valossa näkyvistä pigmenttihiukkasista. Tavallisessa päivänvalossa pigmentti ei näy. Tällä merkintämenetelmällä voidaan muun muassa arvioida istutusten tuottoa ja kalojen elinpiirin laajuutta. Värimerkintäkokeissa seuranta on useimmiten toteutettu ostamalla kalastajilta saalisnäytteitä, jotka tutkitaan edellä kuvatulla tavalla.

Taimen-, järvilohi- ja lohi-istukkaat on kalastusasetuksen (15 §) mukaan merkittävä leikkaamalla rasvaevä pois. Tämä koskee vähintään vuoden ikäisiä istukkaita. Merkinnän tarkoituksena on erottaa istutetut kalat luonnossa kuoriutuneista. Yleensä rasvaevät leikataan istukkaat tuottavalla laitoksella. Toimenpiteen ajaksi kalat nukutetaan.

Populaatiomallinnus

Mallintamisen avulla on vuosikymmenien ajan selvitetty, kuinka kalakannat vastaavat kalastukseen ja mikä on kestävä saalis. Yksinkertaisimmillaan mallinnuksessa verrataan eri vuosien pyyntiponnistuksia ja saaliita, tavoitteena löytää

pyyntiponnistuksen taso, joka tuottaa suurimman kestäväen saaliin. Monimutkaisemmilla malleilla simuloidaan (jäljitellään) kalakantaa ottaen huomioon yksittäisen kalan käyttäytyminen, kasvu ja lisääntyminen sekä näihin ominaisuuksiin vaikuttavat geneettisen tekijät.

Kalastuksen järjestämisen kannalta oleellisiä malleja ovat populaatiomallit. Niiden lähtökohdaksi tarvitaan yleensä tietoa kalojen kasvunopeudesta ja sukukypsymisestä. Kun nämä asiat tunnetaan, voidaan suhteellisen vähin oletuksin laskea, millaista saalista saataisiin esimerkiksi eri alamitoilla ja eri pyyntiponnistuksilla. Monesti malleista on hyötyä, vaikka kaikkia kalakantoihin vaikuttavia tekijöitä ei koskaan tunneta ja jokainen malli on jollakin tavalla puutteellinen. Mitä paremmin kalakan-
nan biologiset ominaisuudet tunnetaan, sitä tarkempia vastauksia populaatiomallit antavat.

Kalakantamallinnusta käytetään apuna erityisesti kaupallisesti kalastettavien merikalakantojen tuottokyvyn ja kannan kehityksen arvioinnissa, mutta yhtä lailla menetelmät sopivat sisävesikalastuksen mitoittamiseen. Mallintaminen voi auttaa ratkaisemaan esimerkiksi sellaisia kysymyksiä kuin, miten pyyntimitat tulisi asettaa, jotta istutusten tai luontaisten kantojen tuotto olisi paras mahdollinen tai mitkä pyyntimitat ylipäättään turvaavat kantojen luontaisen lisääntymisen.

Yksinkertaisin kalakantamallinnus perustuu niin sanottuihin **tuotantomalleihin** (*surplus production models*: Schaefer 1954, Pella & Tomlinson 1969, Fox 1970, Gulland 1971). Näiden mallien lähtötiedoiksi tarvitaan ainoastaan vuosittaista tietoa pyyntiponnistuksesta (kuinka paljon on kalastettu) ja kokonaissaaliista (kuinka paljon tällä kalastamisella on saatu saalista). Mallinnuksen ideana on, että suurin kestävä vuosisaalis (saaliskapasiteetti, MSY) saadaan tietyllä pyyntiponnistuksella ja tämä pyyntiponnistus voidaan arvioida. Arviointi tapahtuu siten, että sovitetaan vuosittain pyyntiponnistuksen ja arvioidun tasapainosaaliin riippuvuutta parhaiten kuvaava käyrä kaavioon, jonka x-akselilla on pyyntiponnistus ja y-akselilla yksikkösaalis eli saalis vakiopyyntiponnistusta kohti (CPUE).

Sisävesikalastuksen mallintamisessa ongelmia tuottaa usein se, ettei pyyntiponnistusta tai saalista tiedetä. Tällöin työkaluksi voivat sopia saalis per rekryytti -mallit (*yield-per-recruit, Y/R-models*) eli **Y/R-mallit**. Nämä mallit lähtevät siitä, että jokaisen vuosiluokan kalat kasvavat kokoa ja osa yksilöistä kuolee joko luontaisen poistuman eli luonnollisen kuolevuuden (taudit, loiset, pedot, kehityshäiriöt, lisääntymisstressi) tai kalastajien saaliiksi joutumisen eli kalastuskuolevuuden vuoksi. Kun tunnetaan kalojen kasvunopeus - eli vähintään ikäryhmäkohtaiset keskipituudet saalisnäytteessä - ja tunnetaan

luonnollinen kuolevuus, voidaan arvioida, minkä kokoisina tai millä pyyntiteholla kalat tulisi pyytää, jotta saalis olisi paras mahdollinen tai millaisia tavoitteita kalastukselle kannattaa asettaa.

Y/R-mallin käytöstä on apua vaikkapa silloin kun halutaan arvioida, millä tavalla pitäisi kalastaa, jotta istutusten tuotto olisi mahdollisimman suuri. Mallissa kalojen annetaan kasvaa niin kauan kuin vuosiluokan kokonaisbiomassa kasvaa - eli niin kauan kuin massan muutoksen perusteella laskettu kasvunopeus (G) on suurempi kuin luonnollinen kuolevuus (M). Kun kasvunopeus iän myötä pienenee kuolevuutta vastavaksi ($G = M$), vuosiluokan biomassa on suurimmillaan. Kyseisen vuosiluokan kalat kannattaa teoriassa kalastaa pois tässä vaiheessa.

Yleensä kalojen yksilöllinen kasvunopeus voidaan selvittää melko luotettavasti. Sitä vastoin luonnollista kuolevuutta ei yleensä pystytä mittaamaan, vaan sen voimakkuus joudutaan perustamaan ”valistuneeseen arvaukseen”. Käytettävissä on myös yleisiä kaavoja, jotka pohjautuvat kymmenien kalakantojen elinkierto-
piirteiden vertailuun. Kaavojen avulla luonnollinen kuolevuus voidaan ennustaa, kun tiedetään millä lailla laji kasvaa. Gislasonin ym. (2010) mukaan meri- ja murtovesikaloiden luonnollinen kuolevuus voidaan arvioida von Bertalanffyn kasvuyhtälön parametreista kaavalla:

Tutkimus ja seuranta

$$\ln(M) = 0,55 - 1,61\ln(L) + 1,44\ln(L_\infty) + \ln(K)$$

M = luonnollinen kuolevuus

L = kalan pituus (cm)

L_∞ = estimoitu maksimipituus, jolloin kasvua ei enää tapahdu (cm)

K = kasvuvakio

Kun analysoidaan Y/R-mallia todennäköisillä luonnollisen kuolevuuden minimi- ja maksimi-arvoilla, saadaan käsitys tuloksen luotettavuudesta. Yleensä selvät kasvun ylikalastustilanteet, eli tilanteet, joissa kalat pyydetään liian aikaisin suhteessa kasvunopeuteen, pystytään osoittamaan luotettavasti, vaikka luonnollisen kuolevuuden arvo olisi vain karkea arvio. Y/R-mallista on hyötyä siinäkin tapauksessa, että kalastuksen pyyntiponnistusta, kuten verkko- ja uistinlupien määrää, ei voisi säädellä: mallin avulla on helppo osoittaa, minkä ikäistä ja kokoista kalaa pyytämällä vuosiluokasta saadaan suurin mahdollinen saalis. Alamitta- ja solmuvälisäätely voi siten perustua hyvin yksinkertaiseen mallinnukseen. On kuitenkin muistettava, että Y/R-malli ei huomioi kalastuksen vaikutusta kutukannan runsauteen ja siten kalakannan lisääntymiseen. Riittävän kutukalamäärän säilyminen on varmistettava erikseen.

Y/R-mallit ovat erityisen käyttökelpoisia, kun halutaan arvioida istutuksista saatavaa saalista eri kalastuksen ohjauksen vaihtoehdoilla. Esimerkiksi Metsähallitus on soveltanut

Y/R-mallinnusta arvioidessaan taimenistutuksista saatavissa olevia saaliita. Tällainen tieto on oleellinen, kun arvioidaan, riittävätkö kalastuslupien myyntitulot kattamaan istutuskulut. Y/R-mallit ovatkin hyvä työkalu, jos halutaan tehdä laskelmia istutusten taloudellisesta kannattavuudesta tai istutusmääristä, joilla voidaan saavuttaa haluttu saalistaso. Yleensä Y/R-mallin tulos esitetään kiloina tuhatta rekryyttiä kohti. Rekryyttillä tarkoitetaan joko kalastuskokoon tai pyynnin kohteeksi kasvun kautta saatavaa kalaa tai istutettua kalaa.

Y/R-mallien ideaa hyödyntäen on mahdollista arvioida myös **kalakannan lisääntymistehoa**. Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa naarastaimen on noin 60 senttimetrin pituinen ja 2,5 kilogramman painoinen, taimenen alamitta on 60 senttimetriä ja taimen altistuu lailliselle kalastukselle 7-vuotiaana. Jotta taimenpopulaatio tai mikä tahansa eläinpopulaatio säilyisi vakaana, lisääntymisen tulee kattaa kuolevuus, eli jokaisen koiras-naarasparin on saatava elinaikanaan keskimäärin kaksi lisääntymään selviävää jälkeläistä.

Vaeltava naarastaimen saavuttaa sukukypsyyden 55–75 senttimetrin pituisena ja kutee yleensä joka toinen vuosi. 60 senttimetrin mittainen taimen tuottaa yhdellä kutukerralla keskimäärin 3 200 munaa. Kun munista kuoriutuvien poikasten selviämistä, kasvua ja lisääntymistehoa taulukoidaan ([ohessa](#)), nähdään, että

Esimerkki taimenkannan lisääntymistehon arvioinnista

Tämä yksinkertainen esimerkki osoittaa, että uhanalaisten kalalajien tapauksessa yksinkertaisetkin laskelmat voivat havainnollistaa ongelmien syyt ja elinkierron pullonkaulavaiheet. Jos laskelma toistetaan erikokoisille emoille, havaitaan, että isokokoisten emojen on helpompi tuottaa itselleen korvaajia kuin pienten emojen. Näin ollen korkea alamitta mahdollistaa kalakannan elpymisen paremmin kuin pieni alamitta.

Alla kuvattu esimerkki ei vielä täytä populaatiomallilta vaadittavia ominaisuuksia, koska siinä ei muodostu palautekiertoa eri vuosiluokkien välille eikä siinä voida suoraan soveltaa esimerkiksi tiettyä alamittaa. Kun kyse on varsinaisesta populaatiomallista, yksilöiden lukumääristä pidetään kirjaa yleensä joko ikä- tai pituusluokittain ja jokainen sukupolvi vaikuttaa dynaamisesti seuraaviin. Yksinkertaisimmin populaatiomallit voidaan toteuttaa taulukkolaskentaohjelmilla, mutta useimmiten tarvitaan jonkin ohjelmointikielen osaamista. Avuksi on kehitetty melko helppokäyttöisiä tietokoneohjelmia, joiden avulla malleja on mahdollista hyödyntää esimerkiksi kalatalousneuvonnassa.

Taulukossa seurataan 3 200 munasta kuoriutuvien yksilöiden elossa säilymistä, kasvua ja lisääntymistä.

MUNIA	ELOSSA	PITUUS, CM	MUNIA
Munia	3 200		
0-vuotiaita 1,7 % munista	54,4	7	0
1-vuotiaita elossa 50 %	27,2	13	0
2-vuotiaita elossa 70 %	19,0	19	0
3-vuotiaita vaelluspoikasia järvelle 50 %	9,5	30	0
4-vuotiaaksi selviää 85 %	8,1	42	0
5-vuotiaaksi selviää 85 %	6,9	50	0
6-vuotiaaksi selviää 70 %	4,8	58	6 162
7-vuotiaaksi selviää 50 %	2,4	63	Välivuosi
8-vuotiaaksi selviää 30 %	0,7	68	924
9-vuotiaaksi selviää 30 %	0,2	72	Välivuosi
10-vuotiaaksi selviää 30 %	0,06	75	83
11-vuotiaaksi selviää 30 %	0,02	77	Välivuosi
12-vuotiaaksi selviää 30 %	0,005	79	7
13-vuotiaaksi selviää 30 %	0,002	80	Välivuosi
14-vuotiaaksi selviää 30 %	0,0006	81	1
15-vuotiaaksi selviää 30 %	0,0002	82	Välivuosi
Munia yhteensä			7 177

yhden kutukerran 3 200 munaa on seuraavassa sukupolvessa kasvanut 7 177 munaan. Vaikka puolet jälkeläisistä on koiraita, on yhden naaraan 3 200 munasta tullut 3 589 naarasmunaa, eli kalastus olisi tällaisessa tilanteessa kestävä. Taulukosta nähdään, että jos kalastus aloitettaisiin jo silloin, kun taimenet ovat 50 senttimetrin pituisia, taimenilla ei ole mahdollisuuksia luontaiseen elinkierto. Vastaavalla taulukoinnilla voidaan arvioida esimerkiksi mäti-istutuksen tuottoa.

Ympäristömyrky- pitoisuuksien määritykset

Ympäristömyrkyjen pitoisuuksien määrittäminen tulee kyseeseen etenkin silloin, kun halutaan varmistua kalojen käyttökelpoisuudesta ihmisravinnoksi. Esimerkiksi teollisuuden aikoinaan kuormittamassa vesistöissä kalojen ympäristömyrkyjen pitoisuudet saattavat olla edelleen niin suuria, että tilannetta on tarpeen seurata. Seuranta voi olla paikallaan myös, jos vesistöä mahdollisesti kuormittava uusi toiminta herättää epäilyjä kalojen pitoisuuksien kasvusta. Tällöin pitoisuudet on syytä tutkia ensimmäisen kerran jo ennen toiminnan aloittamista, jotta saadaan selville alkutilanne.

Kalojen ympäristömyrky-määrityksissä yleisimmin analysoitavia aineita ovat elohopea, kadmium ja muut raskasmetallit sekä organohalogeniyhdisteet, esimerkiksi erilaiset torjunta-aineet ja teollisuuskemikaalit. Yhdisteiden

pitoisuudet kaloissa vaihtelevat paitsi vesistön myös analysoitavan kalan koon ja iän mukaan. Yhdisteitä kertyy kaloihin koko niiden eliniän, joten yleensä pitoisuudet kasvavat, kun kala ikääntyy ja kasvaa.

Jos ympäristömyrkyjen tutkiminen arvioidaan tarpeelliseksi, kannattaa ensin selvittää, mitä tietoa alueelta on olemassa. Määrityksiä on saatettu tehdä muun muassa ympäristöhallinnon seurannoissa tai velvoitetarkkailuissa ([Tieto ja tiedonlähteet, s. A82](#)).

Analyysien kustannukset nousevat herkästi suuriksi. Hinta vaihtelee tutkittavien yhdisteiden mukaan, mutta jo yhden kalanäytteen analysointi voi maksaa satoja euroja. Hyvä suunnittelu onkin ensiarvoisen tärkeää. Keskeisiä valintoja ovat analysoitavat kalalajit, analysoitavien kalojen koko ja näytemäärä.

Suunnittelu ja näytteenoton ohjeistus kannattaa antaa asiantuntijan tehtäväksi, mutta jos niin halutaan, paikalliset toimijat voivat hoitaa näytekalojen pyynnin ja käsittelyn. Asiantuntijan antamien ohjeiden noudattaminen on tulosten luotettavuuden kannalta oleellista.

Kalatie seurannat

Voimalaitoksien vaellusesteen ohittavia kalateitä ja ohitusuomia rakennetaan enenevässä määrin. Keskeisiä seurannan kohteita ovat kalatien läpi ylös ja alas kulkevien kalojen määrä sekä kalatien tehokkuus. Tehokkuudella



Esimerkki ympäristömyrkky- tutkimuksesta

Keski-Suomen ELY-keskus selvitti vuosina 2006-2007 yhteistyössä osakaskuntien ja kalastusalueiden kanssa alueensa järvihaukien elohopeapitoisuuksia (Mykrä ym. 2015). Elohopea kertyy ravintoketjussa petokaloihin, joten yleinen ja paljon kalastettava hauki on sovelias elohopean ilmentäjä eli indikaattori.

Tutkimuksessa oli mukana 31 vesialuetta, jotka poikkeavat toisistaan vedenlaadun, pinta-alan ja valuma-alueen maaperän puolesta.

Tutkimusta varten järvistä pyydettiin yhteensä 257 haukea eli noin kahdeksan haukea näytealuetta kohti. Tutkituista kaloista vain viidessä oli elohopeaa enemmän kuin 1,0 milligramma kiloa kohti (mg/kg). Tämä on suurin sallittu elohopeapitoisuus myytävässä hauessa.

Selvityksen perusteella todettiin, että keskisuomalaisista järvistä pyydettyä haukea voi syödä turvallisesti, kunhan noudattaa valtion ravitsemuslautakunnan suosituksia.

Tutkimus ja seuranta

tarkoitetaan sitä, kuinka iso osuus kohteen ohi pyrkivistä kaloista käyttää kalatietä. On arvioitu, että esimerkiksi taimenen alusvaeltavista poikasista suuri osa saattaa menehtyä voimalaitosten turbiineissa, vaikka kalatie olisi käytössä. Tätä ongelmaa on pyritty ratkaisemaan erilaisilla ohjausrakenteilla, mutta niiden toimivuudesta ei ole riittävästi tietoa.

Kalatie-seurannan tuloksista on hyötyä esimerkiksi kalatien virtaaman säätämisessä ja vaelluskalakantojen runsauden seurannassa. Seuranta ja seurantamenetelmät tulisi huomioida jo kalatien suunnittelun yhteydessä. Seurannan toteutusta saattaa helpottaa esimerkiksi se, että seurantalaitteistolle varataan oma tila. Suunnittelu vaatii ammattilaisen apua, koska laitteet ja mahdollisuudet kehittyvät kaiken aikaa.

Yksinkertaisinta kalojen määrän seuraaminen on pyyntilaitteella, jolla saadaan suljettua koko kalatie ja pyydettyä kaikki vaeltavat kalat – sekä ylävirtaan että alavirtaan pyrkivät. Menetelmä sopii parhaiten pieniin kohteisiin. Etuina ovat varma lajinmäärittäminen, mahdollisuus kerätä samalla muuta tietoa ja mahdollisuus merkitä kaloja. Toisaalta tällainen seuranta vaatii paljon työtä ja saattaa haitata nousevia kaloja.

Nousevien kalojen määrän arviointiin on olemassa myös muita menetelmiä, kuten laskurit, videokuvaukset ja kaikuluotaukset. Näiden menetelmien etuna on se, että kaloja ei häiritä ja kalojen kulkusuunnan voi varmistaa tallenteesta.

Käytössä olevat laskurit perustuvat infrapuna-tekniikkaan, ja ne tunnistavat kalalajin muodon perusteella. Myös videokuvauksesta on kehitymässä varteenotettava menetelmä kalojen määrän arviointiin, mutta veden tumma väri ja sameus saattavat vaikeuttaa videotarkkailua. Pimeällä tarvitaan lisäksi led- tai infrapuna-valoja. Lajit on yleensä helppo tunnistaa videotallenteesta. Kaikuluotauksen etuna on se, että laitteisto havaitsee kalat sekä päivällä että yöllä ja myös tummassa tai sameassa vedessä.

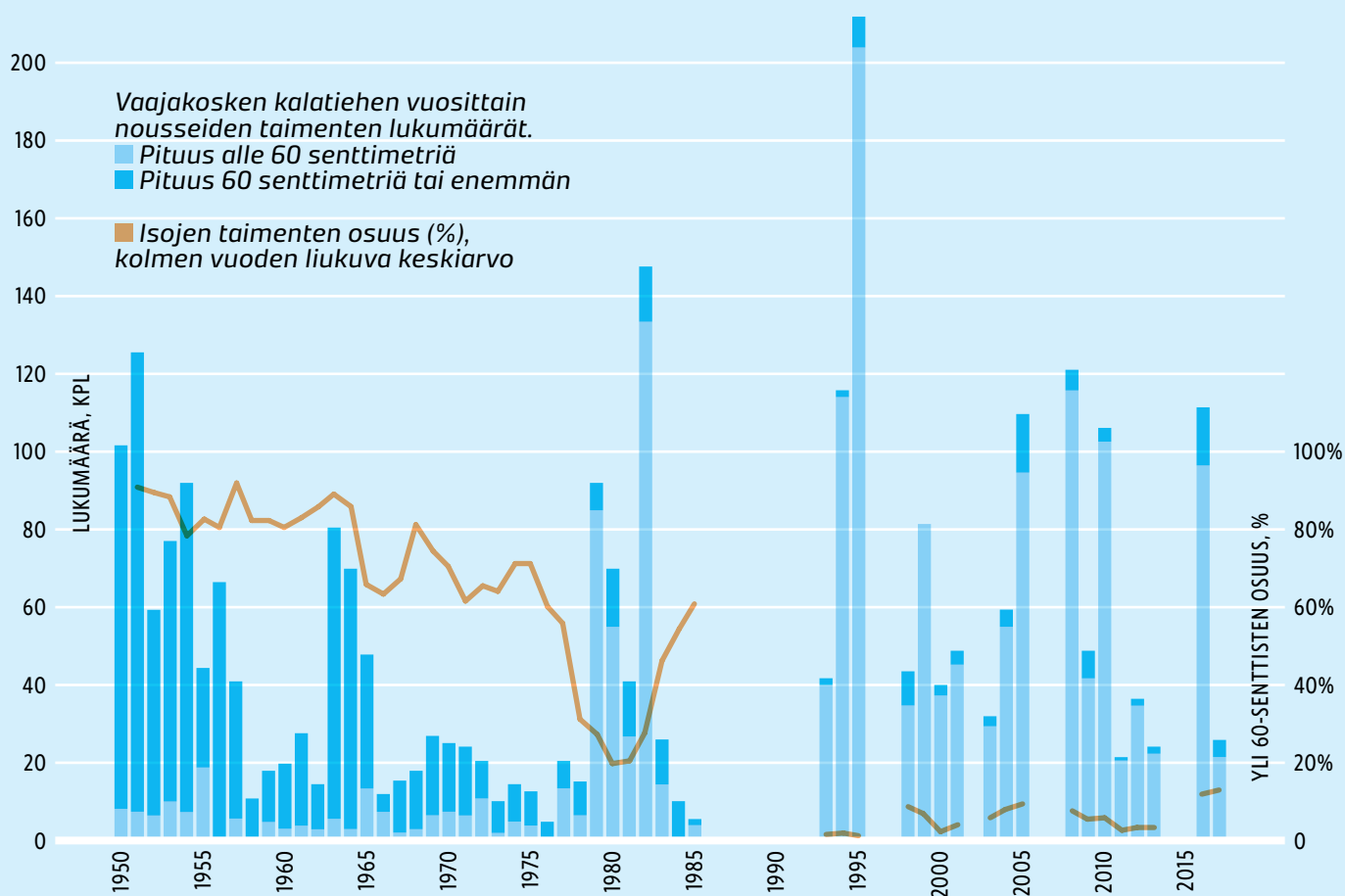
Kalatien tehokkuuden arviointi edellyttää yleensä kalojen merkintää. Merkityt kalat vapautetaan joko nousuesteen ylä- tai alapuolelle sen mukaan, mitä halutaan tutkia.

PIT-merkillä ([Kalamerkinnot](#), s. B518) merkittyjen kalojen kulkemista kalatiessä voi tarkkailla asentamalla kalatiehen ohjausaidat, jotka ohjaavat kalan uimaan riittävän läheltä lukulaitetta. Telemetriälähtetillä merkityjä kaloja seurataan kalatiessä kiinteillä kuunteluasemilla, muualla kuin kalatiessä seurantaan käytetään kevyitä ”reppukuuntelulaitteita”. Telemetrialla on mahdollista seurata kalojen käyttäytymistä paitsi kalatiessä myös ennen kalatietä ja sen jälkeen. Kun kaloja merkitään esimerkiksi T-ankkurimerkillä ja takaisinpyynti on kalatien toisella puolella, saadaan arvio siitä, kuinka iso osa kaloista käyttää kalatietä ja millaiset yksilöt sitä käyttävät.

Esimerkki kalatieseurannasta

Jyväskylässä sijaitsevan Vaajakosken voimalaitoksen kalatietä on seurattu 1950-luvulta lähtien (Valkeajärvi ym. 2013; Vaajakosken Koukku ja Paukku ry, Tapio Keskinen, julkaisematon aineisto). Seurannan kohteena on ollut uhanalainen Rautalammin reitillä vaeltava järvitaimen. Kalatien yläsuulla on ollut pyyntilaitte, jolla on saatu

kiinni kaikki nousevat kalat. Vuonna 2013 seurannassa käytettiin Vaki-laskuria, joka perustuu infrapunatekniikkaan. Nousevien taimenten kokojakauma on muuttunut merkittävästi: yli 60 senttimetrin pituisten kalojen osuus on vähentynyt yli 80 prosentista (%) alle 20 prosenttiin, vaikka nousevien kalojen määrä ei ole oleellisesti pienentynyt. 2010-luvulla toteutetut rauhoitukset ja kalastuksenohjaustoimet eivät olleet ainakaan vielä vuonna 2017 vaikuttaneet nousutaimenten määrään tai kokojakaumaan.





Kun halutaan tutkia nousevien kalojen liikkumista kalatiessä, on syytä merkitä luonnonkaloja - jos niitä vain on riittävästi - sillä ne ovat halukkaampia nousemaan kuin istukkaat. Alasvaelluksen tutkimiseen käyvät myös laitoksesta peräisin olevat kalat. Mikäli kalatien yläpuolella on jokiuomaa, jossa elää paikallisia lohikaloja, kalatien toimivuutta voi tutkia merkinnöillä: kalatien yläpuolelta pyydetään kaloja, merkitään ne ja siirretään alapuolelle. Jos kalatie toimii, ainakin osa kaloista palaa takaisin aikaisemmille olinpaikoilleen. Kun kaloja pyydetään uudestaan sekä ala- että yläpuolisella alueella ja tarkastetaan merkittyjen yksilöiden sijainti, päästään arvioimaan kalatien toimivuutta.

Yksityiskohtainen kuvaus kalatien toimivuuden seurannasta: Sutela ym. 2018.

KALASTUKSEN JA KALASTAJIEN TUTKIMUS

Kun kalatalousalueella suunnitellaan kalavarojen käyttöä ja hoitoa tai seurataan suunnitelman toteutumista, tarvitaan tietoa paitsi kaloista ja kalakannoista ([Kalojen ja kalakantojen tutkimus, s. B485](#)) myös kalastuksesta, saaliista sekä kalavarojen hyödyntämistä ja hoitoa koskevista näkemyksistä. Tällaisia tietoja saa vain tutkimalla kalastajia ja heidän toimintaansa sekä kuulemalla heidän näkemyksiään.

Suunnittelun ja seurannan kannalta keskeisiä kalastustietoja ovat useimmiten saaliit kalalajeittain, pyydykset, pyyntiaika ja kalastajien määrä. Tällaisten tietojen hankkimiseen sopivat parhaiten kalastuskyselyt ja vuorovaikutteiset karttakyselyt.

Kalavarojen hyödyntämisen sosiaalista ja taloudellista kestävyyttä koskevan tiedon keruu on tärkeää, koska kalavesien käyttäjien näkemykset esimerkiksi hoidon tavoitteista saattavat poiketa toisistaan paljonkin. Tiedon hankkimiseen soveltuvat teemahaastattelut ja erilaiset kyselyt. Niiden avulla voi jo suunnitteluvaiheessa kerätä tietoa alueen eri kalastajaryhmien suhtautumisesta kalavarojen hoidon vaihtoehtoihin. Tehtyjen hoitotoimenpiteiden toimivuutta ja kehittämisehdotuksia voi kartoittaa lomakerekyselyjen avulla.

Seuraavassa esitellään erilaisia kysely- ja haastattelumenetelmiä kolmena kokonaisuutena: **kalastuskysely, vuorovaikutteinen karttakysely ja teemahaastattelu.**

Kalastuskysely

Kalastuskysely on hyvä väline, kun halutaan tietää esimerkiksi kokonaissaalis lajeittain ja pyydyksittäin. Kyselyllä selviävät myös kalastajien kokonaismäärä ja pyyntiponnistus, jotka kertovat kalastuspaineesta ja kalastuskuolevuudesta. Kalastaneiden henkilöiden määrää voi selvittää myös myytyjen lupien määrän

perusteella, mutta kalastusaktiivisuudesta ei sillä tavoin saa tietoa; siihen tarvitaan kyselyä.

Kalastuskyselyllä pyritään tavoittamaan joko kaikki kalastaneet tai tietty osuus kalastaneista. Perusjoukko on se ryhmä, josta tietoa halutaan. Pienissä selvityksissä kyselyn voi kohdistaa kaikille henkilöille tai asutokunnille, mutta laajemmissa kyselyissä on usein kustannusten vuoksi syytä ottaa otos perusjoukosta. Otannan tulokset yleistetään koskemaan koko perusjoukkoa.

Tähän mennessä kyselyt on lähetetty enimäkseen postitse, mutta sähköisiä menetelmiä hyödynnetään yhä enemmän.

OTANTA

Kalastuskyselyjen ongelmana on monesti se, miten tavoitetaan eri kalastajaryhmät. Otanta voidaan tehdä luvanmyyntitietojen tai väestörekisteritietojen perusteella. Vapaa-ajanasukkaita voidaan poimia myös kiinteistörekisteristä. Tietyn alueen pyydyskalastajat ja paikallisilla uisteluluvilla kalastavat tavoitetaan yleensä kohtalaisen hyvin, kunhan luvanmyyntivaiheessa kirjataan kalastajan yhteystiedot, mukaan lukien sähköpostiosoite. Tällöin kuitenkin otannan ulkopuolelle jäävät onkijat, pilkkijat, maksullisella yleiskalastusoikeudella kalastavat ja kalastonhoitomaksusta vapautetut vapautetut ikäryhmät. Kalastonhoitomaksun maksavat on mahdollista tavoittaa, sillä he rekisteröityvät luvan maksaessaan, mutta se, missä he kalastavat, ei selviä

rekisteristä. Otos alueen asukkaista saadaan väestörekisteristä, mutta tämän otannan huonoja puolia ovat suuri kalastamattomien osuus ja korkeat kustannukset.

KYSELYN TOTEUTUS

Perinteisesti kyselylomake on lähetetty postissa ja vastaamattomille on lähetetty kaksi muistutuskirjettä. Vastausaktiivisuus kyselyihin on ollut laskusuunnassa, ja 50 prosentin (%) vastausaktiivisuutta voi nykyään pitää hyvänä. Tulosten luotettavuus paranee, jos haastatellaan osa (otos) vastaamatta jättäneistä puhelimitse vastaajan päätyttyä. Tällaisella katohaastattelulla selvitetään, poikkeavatko vastaamatta jättäneet ja vastanneet toisistaan keskeisten muuttujien suhteen.

Saatekirjeessä on tärkeää kertoa yksityiskohtaisesti tutkimuksen tarkoitus, tutkimuksen toteuttava taho ja tulosten luottamuksellisuus. On myös korostettava, että vastaaminen on tärkeää siinäkin tapauksessa, että kyselyn saanut ei ole kalastanut, kalastus on ollut vähäistä tai ei ole saatu saalista. Lisäksi on syytä painottaa aluetta ja ajankohtaa, jota kysely koskee, sillä eri ihmiset tulkitsevat ohjeistusta helposti eri tavalla. Tärkeä tieto on niin ikään se, ketä kysely koskee, vastaanottajaa vai tämän kotitaloutta. Kannattaa myös kertoa, missä ja milloin kyselyn tulokset julkaistaan. Tämä voi lisätä osallistumismotivaatiota.

Peruslomakkeella kysytään pyydyskohtaisesti tiedot pyynnistä, pyyntiponnistuksesta ja saaliista. Passiivisista pyydöksistä kysytään pyyntipäivien lukumäärä ja pyydysten lukumäärä pyyntipäivää kohti. Aktiivisista pyyntitavoista kysytään pyyntipäivien määrä ja tarvittaessa pyydysten määrä sekä keskimääräinen kalastusaika pyyntipäivää kohti. Samalla voi kysyä esimerkiksi, mitkä tekijät haittaavat kalastusta, mitä muutoksia kalastuksessa ja saaliissa on tapahtunut, miten kalastus ajoittuu eri vuodenaikoihin tai miten vastaaja suhtautuu alueen kalavarojen hoidon ja kalastuksen ohjauksen vaihtoehtoihin. Näin kyetään paremmin ennalkoimaan toimenpiteiden tuloksellisuutta sekä hyväksyttävyyttä, joka on yleensä toimenpiteen noudattamisen keskeinen edellytys. Kyselylomake on aina räätälöitävä tapauskohtaisesti.

Tiedonkeruussa voi käyttää sekä vaihtoehtokysymyksiä että avoimia kysymyksiä. Niiden avulla on mahdollista kartoittaa esimerkiksi tyytyväisyyttä tai tyytymättömyyttä nykyisen kalastuksen ohjauksen tavoitteisiin tai menetelmiin - tai vaikka yhtenäislupa-alueen uistinluvan ostaneiden tyytyväisyyttä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Kyselyn loppuun on syytä varata mahdollisuus kirjoittaa vapaasti terveisensä. Tärkeää on, että vastauslomake suunnitellaan huolella ja testataan koehenkilöillä ennen lähettämistä.

Palautetta ja saalisilmoituksia kerätään yhä enemmän internetin kautta, ja vähitellen

paperiset lomakkeet poistuvat käytöstä. Tulevaisuudessa sähköposti ja sosiaalisen median kanavat ovat ensisijainen yhteydenottoväylä silloin, kun kyse on luvanmyyntiin perustuvasta tiedustelusta. Siinäkin tapauksessa, että kysely tehdään postitse, on syytä antaa mahdollisuus sähköiseen vastaamiseen. Internetkyselyillä voidaan kätevästi ja ilman suuria kustannuksia kerätä tietoa kalastuksesta, saaliista ja vaikka kutu-alueista. Työkalut kehittyvät niin, että erilaisten kyselyjen tekeminen ja vastauksien analysoiminen tulee koko ajan helpommaksi. Kalatalous-alueella voisi olla käytössään esimerkiksi kirjantiliittymä, johon seurantaan sitoutuneet kalastajat ilmoittaisivat pyynti- ja saalistietonsa sekä vapaamuotoisen palautteensa.

Vaikka tiedon kerääminen internetin kautta on helppoa ja halpaa, tulosten tulokinnassa voi olla haastetta. On syytä ottaa huomioon, että sähköinen tiedonkeruu ei tavoita kaikkia kalastajia. Internetkyselyjen tuloksia yleistettäessä on tärkeää muistaa muun muassa, kenelle kysely on suunnattu ja ovatko kaikki kalastajaryhmät yhtä innokkaita vastaamaan. Tulosten yleistettävyyttä on pohdittava erityisesti, kun analysoidaan vapaamuotoista palautetta.

Vastauksista lasketaan tarvittavat tunnusluvut, ja ne laajennetaan koskemaan perusjoukkoa ottaen huomioon, mikä on vastaamattomien määrä ja onko kyseessä otos. Yleensä oletetaan, että vastaamattomat ovat kalastaneet samalla

tavalla kuin vastanneet, mutta näin ei välttämättä ole. Jos vastaamattomien ryhmässä on suhteellisesti enemmän kalastamattomia tai vähän kalastaneita kuin vastanneiden ryhmässä, tiedustelun tulokset ovat harhaisia: ne liioittelevat pyyntiponnistusta ja saalista. Mitä suurempi osa kohderyhmästä jättää vastaamatta tai ei ole kalastanut, sitä epäluotettavampia tulokset ovat.

Postikyselyitä vaivaavaa heikkoa vastausaktiivisuutta voi parantaa henkilökohtaisilla lomakehaastatteluilla. Kun haastateltava tavaan tai hänen kanssaan keskustellaan puhelimitse, kysymykset tulevat paremmin ymmärrettäviksi; toisin sanoen henkilökohtainen kontakti vähentää väärinymmärtämisestä aiheutuvia vinoutumia tuloksissa. Henkilökohtainen lomakehaastattelu on kuitenkin paljon työläämpää ja näin myös kalliimpi kuin posti- ja internetkyselyt. Menetelmä puoltaa paikkaansa varsinkin silloin, kun tarvitaan luotettavaa tietoa pienehköistä toimijaryhmistä, kuten kaupallisista kalastajista.

MUITA MENETELMIÄ

Yksi kalastuskyselyn erikoistapaus on rajatulle alueelle myytyjen lyhytaikaisten kalastuslupien saalispalautteen kerääminen. Yleisimmin nämä alueet ovat niin sanottuja lupakoskia eli virtavesiä, joille myydään rajallinen määrä päivän lupia. Näiden lupien lunastajat kannattaa velvoittaa kalastusajan ja saaliin raportointiin. Raportoinnin perusteella voidaan seurata kalakantojen

Esimerkki internetkyselystä

Kainuun kalatalouskeskus hyödynsi keväällä 2017 Maptionnaire-kyselytyökalua Oulujärven kuhan kutupaikkojen kartoittamisessa. Kuha on noussut järven taloudellisesti merkittävämmäksi kalalajiksi, joten sen luontainen lisääntyminen halutaan turvata. Kalatalouskeskuksen mukaan kysely tuotti arvokasta tietoa kuhan lisääntymis-

KUHAN KUTUPAIKKAKYSELY OULUJÄRVELLÄ

Kuhan kutupaikkojen merkkäminen kartalle

Siirtäkää sininen merkki haluamaanne kohtaan ja painakaa vihreää hyväksymispainiketta. Tämän jälkeen voitte lisätä uuden merkinnän karttaan samalla tavalla. Kun olette merkinneet kaikki kutupaikat, painakaa nuolen kärkeä. Aloita painamalla tästä.



alueiden sijainnista sekä näkemyksiä kalastuksen säätelystä ja kutuajan rauhoituksesta. Vastaajina olivat alueen kaupalliset kalastajat, vapaa-ajankalastajat ja vesialueen omistajat. Karttakysely toimi hyvin tiedon keräämisessä, joskin vastaajamäärä jäi hieman odotettua pienemmäksi. Kyselyn tuloksia on mahdollista hyödyntää kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelman laatimisessa sekä kalastuksen järjestämisessä Oulujärvellä.

<https://maptionnaire.com>

Lopuksi vielä muutama täydentävä kysymys ja mahdollisuus kommentoimiseen.

Oma taustanne?

- Kaupallinen kalastaja
- Vapaa-ajankalastaja
- Vesialueen omistajan edustaja (osakaskunta)

Perustuuko karttaan merkitsemänne kuhan kutupaikan määrittäminen?

- Kalastuksen yhteydessä hankittuun omaan tietoon
- Ns. perimätietoon
- Muilta kalastajilta kuultuun tietoon

Jos Oulujärvessä olisi tarvetta säädellä kuhan kalastusta, niin mitä toimenpiteitä suosittelisitte?

- Pyyntimittojen säätely
- Rauhoitukset
- Pyydysten koko- ja käyttörajoitukset
- Kalastusrajoitukset (esim. verkon silmäkokorajoitusten muuttaminen, saaliskiintiön asettaminen tms.)

Jos Oulujärvellä rauhoitettaisiin kuha kudun ajaksi, niin mikä olisi mielestänne paras tapa?

- Kiertävä rauhoitus (esim. yksi kutualue/kesä)
- Kaikkien kutualueiden rauhoitus
- Koko järven kuhankalastuksen rauhoitus

Tulisiko mahdollisen kuturauhoituksen koskea?

- Katiskalastusta
- Rysäkalastusta
- Verkkokalastusta
- Viehekalastusta yleiskalastusoikeudella (kalastonhoitomaksu/ 1 viehe/ kalastaja)
- Viehekalastusta vedenomistajan luvalla (Oulujärven viehelupa tai osakaskuntien luvat)

kehitystä, saalista ja esimerkiksi luonnonvaraisten taimenten osuutta saaliissa.

Kalastuspainetta on mahdollista arvioida myös suorien havaintojen perusteella: tietyltä alueelta havainnoidaan pyynnissä olevat seisovat pyydykset tai vaikkapa uisteluveneiden määrä. Tällainen havainnointi saattaa sopia esimerkiksi kalastuksenvalvojen tehtäviin ([Kalastuksen valvonta, s. A278](#)). Havainnot on tärkeää kirjata tarkasti, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia ja tuottaisivat hyödyllistä tietoa. Havainnointia on syytä tehdä eri ajankohtina, esimerkiksi eri viikonpäivinä, jolloin on mahdollista arvioida kalastuspainetta kokonaisuutena.

Vuorovaikutteinen karttakysely

Perinteisten kalastuskyselyjen rinnalle ovat tulossa osallistavat, vuorovaikutteiset karttakyselyt (*public participation geographic information systems, PPGIS*). Karttakyselyillä on mahdollista kerätä tietoa alueen kalastuksesta, selvittää eri tahojen näkemyksiä alueen kalavarojen hoidosta tai vaikkapa kartoittaa kalojen lisääntymisalueita ja kulkureittejä. Kerättävä paikkatieto voi olla pistemäistä (esim. kutupaikka), viivamaista (esim. kulkureitti) tai aluemaista (esim. kalastus- tai lisääntymisalue). Karttakyselyyn voi yhdistää perinteisen kyselyosion.

Osallistavilla karttakyselyillä kerätystä tiedosta on hyötyä sekä käytännön suunnittelu-työssä että tutkimuksessa. Karttakysely voi olla

kertaluonteinen, mutta yhtä lailla työkalu sopii jatkuvaan tiedonkeruuseen, kuten lajihavaintojen keräämiseen. Karttakyselyillä on muihin kyselymuotoihin verrattuna merkittävä etu: tutkittavasta ilmiöstä saadaan tarkka sijaintitieto, jolloin tulokset voidaan esittää karttoina ja mahdollisten toimenpiteiden kohdistaminen helpottuu. Hyötyä on myös siitä, että paikkatietoa voi yhdistää esimerkiksi ympäristöä kuvaaviin tietoihin. Osallistavia karttakyselyitä on hyödynnetty muun muassa suojelalueiden ja metsäalueiden hoidon ja käytön suunnittelussa sekä kaupunkisuunnittelussa.

Osallistavaa paikkatietoa on mahdollista kerätä perinteisillä paperikartoilla ja kyselylomakkeella, mutta kätevämmän keruu käy internetpohjaisilla karttakyselysovelluksilla. Silloin osallistujajoukko voi olla laaja ja kustannuksia säästyy, sillä vastaajien syöttämät tiedot siirtyvät suoraan digitaaliseen muotoon.

Internetpohjaisia karttakyselytyökaluja ja kyselyiden toteuttamiseen liittyviä palveluita on saatavilla valmiina paketteina. Kyselyn hinta on vähintään noin 500 euroa (tilanne vuonna 2018). Hintaan vaikuttavat muun muassa kyselyn kesto sekä mahdollinen lisäpalvelujen käyttö. Lisäpalvelut ulottuvat kyselyn käyttökoulutuksesta tulosten analysointiin ja raportointiin saakka.

Teemahaastattelu

Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä, mikä tarkoittaa sitä, että haastattelussa edetään keskeisten etukäteen valittujen teemojen ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten varassa. Teemahaastattelussa korostuu se, kuinka ihmiset tulkitsevat asioita, mitä merkityksiä he asioille antavat ja miten merkitykset syntyvät vuorovaikutuksessa.

Menetelmänä teemahaastattelu on edellä kuvatun strukturoidun lomakehaastattelun (Kalastuskysely, s. B531) ja syvähaastattelun välimuoto. Yleensä teemahaastattelu sopii kalatalouden tarpeisiin paremmin kuin syvähaastattelu, jossa haastattelija ja haastateltava keskustelevat sovitusta aiheesta avoimesti, useampaan kertaan ja ilman ennalta määriteltyä teemalistaa. Toisin kuin syvähaastattelulla, teemahaastattelulla tavoitellaan useamman henkilön ja ihmisryhmän kokemuksia ja käsityksiä. Ne voivat koskea esimerkiksi kalastuksen ja kalavesien tilaa sekä suotavia hallintatoimia.

Teemahaastattelu poikkeaa tavallisesta kalastuskyselystä muun muassa siinä, että kysymyksillä ei ole tarkkaa muotoa ja järjestystä. Haastattelija varmistaa, että kaikki etukäteen päätetyt teema-alueet käydään haastateltavan kanssa läpi, mutta teema-alueiden järjestys ja laajuus vaihtelevat haastattelusta toiseen. Kaupallisten kalastajien haastattelussa pääteemoja voivat olla esimerkiksi havaitut muutokset

ympäristössä, kalastuksessa, kalakannoissa ja kalan markkinoinnissa tai kannanotot, jotka koskevat kalavarojen hoidon tavoitteita ja erilaisen kalastuksen ohjausvaihtoehtojen seurauksia. Kun haastatellaan vapaa-ajankalastajia, kalatalousalueen päätöksenteon kannalta hyödyllisiä teemoja saattavat edellisten lisäksi olla suunniteltu tai toteutettu kalastuksen ohjaus tai muu kalavarojen hoito.

Pääteemojen tukena käytetään usein aiheeseen liittyviä alateemoja. Ne voivat olla tarkempia kysymyksiä esimerkiksi siitä, kuinka haastateltava suhtautuu nimettyihin kalavarojen hoidon keinoihin. Esimerkiksi jos alueelle istutetaan tai saatetaan istuttaa siikaa, teeman ”Istutukset kalavarojen hoidon keinona” yksi alateema voi olla: ”Miten suhtaudutte siian istutuksiin?” Vastaavasti ”Kalastuksen rajoitukset” -teeman alakohtana on mahdollista kysyä esimerkiksi, miten vastaaja suhtautuu kalatalousalueen suunnitelmaan kalastusrajoitukseen. Toisena tarkentavana kysymyksenä voidaan kaupallisia kalastajia pyytää arvioimaan, mikä on rajoitusten vaikutus oman yrityksen taloudelliseen tulokseen.

Teemahaastatteluissa haastattelija voi kirjoittaa haastateltavan vastaukset ja kommentit muistiin käsin, mutta laajat haastattelut kannattaa tallentaa digitaalisesti ja kirjoittaa myöhemmin analysointia varten puhtaaksi kokonaan tai osittain. Jos haastattelu on suppea, muistiinpanojen tekeminen yleensä riittää.

Haastateltavat valitaan satunnaisotannalla tai harkinnan perusteella. Haastateltavia on riittävästi, kun uudet vastaukset ja keskustelut eivät tuo enää uutta tietoa keskeisistä teemoista. Haastateltavien määrään vaikuttavat usein myös käytössä olevat resurssit. Teemahaastattelujen tekeminen ja kerätyn laadullisen aineiston käsitteleminen vaativat melko paljon työtä ja aikaa.

AINEISTON KÄSITTELY

Aineiston käsittely kannattaa aloittaa samanaikaisesti aineiston keruun kanssa. Tietoja voi olla tarpeen täydentää tai selventää, ja helpoiten se käy pian haastattelun jälkeen.

Aineiston käsittely alkaa siten, että sisällöltään samanlaiset havainnot ja teemat kootaan omiin sisältöluokkiinsa – tämä helpottaa tulosten tulkintaa. Sisältöluokat voivat koskea esimerkiksi kalakantoja, ympäristömuutoksia, kalastuksen merkitystä sekä kalastuksen ohjaustoimia ja kalataloudellista päätöksentekoa.

Raportin tai yhteenvedon laadinta on hyvä aloittaa jo aineistojen käsittelyn alkuvaiheessa. Sisältöluokat ovat analyysin ja tulkinnan tulosta, ja niitä voi havainnollistaa haastattelusta poimituin sopivin sitaatein. Usein kalatalousalueen käyttöön riittää se, että tuodaan esiin havainnot vaikkapa eri kalastajaryhmien välisistä eroista. Näin osataan ehkäistä ristiriitojen syntymistä esimerkiksi asianosaisten välisten neuvottelujen avulla.

KUSTANNUKSIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Teemahaastattelun kustannuksista suurin osa syntyy työstä. Tutkimuksen suunnittelu on vaiheista vähiten työläs. Suunnittelu-aikaa vaaditaan enemmän silloin, kun haastattelu tehdään jollekin ryhmälle tai jostakin aiheesta ensimmäisen kerran. Työmäärää arvioitaessa on myös otettava huomioon, että haastattelemineen ja aineiston analysointi edellyttävät perehtymistä. Laadullisessa tutkimuksessa luotettavuuden arviointi koskee koko tutkimusprosessia, joten tutkijan tulee raportissaan kuvata prosessin kulku ja käytetyt menetelmät lukijalle. Kaikilla esimerkiksi kalatalousalueelle teemahaastatteluja tekevillä ei tarvitse olla pitkää haastattelukokemusta, mutta ryhmässä on syytä olla mukana menetelmään perehtynyt vastuullinen henkilö tai yhteistyötaho (yliopisto, tutkimuslaitos).

Haastatteluihin kuluu aikaa, sillä yhden työpäivän aikana ehtii yleensä haastatella korkeintaan kahta henkilöä. Ilta on usein ainoa mahdollinen yhteydenotto- ja haastatteluajankohta.

Työläin vaihe on aineiston käsittely, johon sisältyy mahdollisen luokittelun ohella tulosten tulkinta ja raportointi. Tähän vaiheeseen kuluu yleensä yli puolet kokonaisajasta.

Aiheesta enemmän

Borg, J., Mitikka, V. & Kallasvuo, M. 2012. Menetelmäohjeisto rannikon taloudellisesti hyödyntämättömien kalalajien lisääntymis- ja esiintymisalueiden kartoittamiseen. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 4/2012. 36 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-776-891-7>

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere. Vastapaino.

Fox, W. W. Jr. 1970. An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Transactions of the American Fisheries Society 99: 80-88.

Gislason, H., Daan, N., Rice, J. K. & Pope, J. G. 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. Fish and fisheries 11: 149-158.

Gulland, J. A. 1971. The fish resources of the ocean. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 255 p. Revised edition of FAO Fish. Tech. Pap., 97, 425 p.

Heinimaa, P., Syrjänen, J., Kivinen, J., Sivonen, O., Sivonen, K., Keskinen, T. & Valkeajärvi, P. 2016. Keski-Suomen taimenseuranta vuonna 2015. Konneveden kalatutkimus ry:n työraportteja 1/2016.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 1980. Teemahaastattelu. Tampere: Gaudeamus.

Huusko, A., Vainikka, A., Syrjänen, J. T., Orell, P., Louhi, P. & Vehanen, T. 2017. Life-History of the Adfluvial Brown Trout (*Salmo trutta* L.) in Eastern Fennoscandia. In: Javier Lobón-Cerviá and Nuria Sanz (eds.), Brown Trout: Biology, Ecology and Management, p. 267-295.

Kallasvuo, M., Vanhatalo, J. & Veneranta, L. 2017. Modeling the spatial distribution of larval fish abundance provides essential information for management. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2017, 74(5): 636-649, <https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0008>

Karjalainen, J., Auvinen, H., Huuskonen, H., Jurvelius, J., Marjomäki, T. J., Sarvala, J., Urpanen, O., Valkeajärvi, P. & Viljanen, M. 2009. CORNET - Suomen siikakalojen tutkimuksen ja kalataloudellisen hyödyntämisen kehittäminen. Hankkeen loppuraportti 30.4.2009. 22 s.

Marjomäki, T.J., Jokinen, L., Keskinen, T., Sjövik, R. & Karjalainen, J. 2012. Vastakuoriutuneiden muikun- ja siianpoikasten tiheys ja levinneisyys Kivijärvellä 2012. Moniste, 10 s.

Marjomäki, T.J., Valkeajärvi, P., Keskinen, T., Muje, K., Urpanen, O. & Karjalainen, J. Towards sustainable commercial vendace fisheries in Finland: lessons learned from educating stakeholders for management decision making based on imprecise stock monitoring data. Advances in Limnology. In press.

Muje, K., Rautiainen, T. & Syrjänen, J. T. 2014. Vertaileva selvitys vaeltavien lohikalalojen kalastuksesta ja kalavesien hoidosta sekä käyttäjäryhmien asennoitumisesta kalastuksen säätelyyn sisävesillä. Jyväskylän yliopisto. http://konnevedenkalatutkimus.fi/media/Kestavyytta_tukevat_hallintokaytannot_2014.pdf

Mykrä, M., Eloranta, A., Koistinen, A. & Olkio, K. 2015. Hauen elohopeapitoisuudet Keski-Suomessa. Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 17/2015.

Olin, M., Lappalainen, A., Sutela, T., Vehanen, T., Ruuhijärvi, J., Saura, A. & Sairanen, S. 2014. Ohjeet standardinmukaisiin koekalastuksiin RKT:n työraportteja 21/2014. 22 s.

Pella, J. J. & Tomlinson, P. K. 1969. A generalized stock production model IATTC Bull. 13: 416-497.

Raitaniemi, J., Nyberg, K. & Torvi, I. 2000. Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 232 s. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/538590>

Ruuhijärvi, J., Olin, M., Malinen, T., Ala-Opas, P., Westermark, A. & Lehtonen, H. 2014. Kujan kalastuksen ohjaus ja sen ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset sisävesillä. RKTL:n työraportteja 43/2014: 1-38.

Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bull. 1-ATTC/Bol. CIAT, 1, 27-56.

Syrjänen, J. 2016. Taimenen mädin säilyvyys haudontakokeessa Jyväskylän Tourujoen vesistössä talvella 2015–2016. Konneveden kalatutkimus ry:n työraportteja 2/2016. 14 s.

Syrjänen, J., Sivonen, K., Sivonen, O. & Valkeajärvi, P. 2013. Taimenen kutupesälaskenta - menetelmät ja esimerkituloksia. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 9/2013, 1-28.

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.

Valkeajärvi, P. & Marjomäki, T. J. 2013. Konneveden kalakannat 1978-2010. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 5/2013.

Valkeajärvi, P., Syrjänen, J., Sivonen, K., Sivonen O. & Eloranta, A. 2013. Vieläkö on viljejä järvitaimenia - Keski-Suomen taimenhanke 2012.

Vanhatalo, J., Veneranta, L. & Hudd, R. 2012. Species Distribution Modelling with Gaussian Processes: a Case Study with the Youngest Stages of Sea Spawning Whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) Larvae. Ecological Modelling 228: 49-58.

Veneranta, L. 2015. Merikarvian merikutuinen siika - luontaisen poikastuotannon kartoitus. Luonnonvarakeskus 2015. 23 s.

Veneranta, L. & Harjunpää, H. 2017. Kokemäenjoen vaellussiika - kutualueet ja poikasten esiintyminen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 27/2017.

Veneranta, L., Hudd, R. & Vanhatalo, J. 2013. Reproduction areas of sea-spawning Coregonids: reflecting the environmental changes in the coastal waters? Marine Ecology Progress Series 477: 231-250.

Veneranta, L., Urho, L., Koho, J., & Hudd, R. (2013). Spawning and hatching temperatures of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) in the Northern Baltic Sea. Advances in Limnology 64: 39-55.