



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 47/2016

Lohenkalastuksen kantakohtaiset sääntelyjärjestelmät

Kirjallisuuskatsaus

Teuvo Niva, Timo Kanninen, Panu Orell ja Jaakko Erkinaro

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2016

Lohenkalastuksen kantakohtaiset sääntelyjärjestelmät

Kirjallisuuskatsaus

Teuvo Niva, Timo Kannianen, Panu Orell ja Jaakko Erkinaro



ISBN: 978-952-326-285-0 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-286-7 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-286-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Teuvo Niva, Timo Kanninen, Panu Orell ja Jaakko Erkinaro

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2016

Kannen kuva: Panu Orell / Luke

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Teuvo Niva, Timo Kanninen, Panu Orell ja Jaakko Erkinaro
Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90014 Oulun yliopisto

Atlantin ja Tyynenmeren lohikannat ovat taantuneet viime vuosikymmeninä monista syistä, mm. merellä tapahtuneen voimakkaan sekakantakalastuksen takia. Merikalastusta onkin monin paikoin rajoitettu tai se on lopetettu kokonaan, jotta lohikannat elpyisivät. Lohikantojen kestävä hyödyntäminen on mahdollista, mikäli kalastus kohdistuu ainoastaan elinvoimaisiin kantoihin sellaisella teholla, että niiden tuotanto ei vaarannu. Tämä edellyttää kantakohtaista lohen kalastusta ja sen säätelyä.

MSY:n käsite (Maximum Sustainable Yield, suurin kestävä saalis) on nykyään kalastuksen mitoituksen tärkein peruste. MSY perustuu siihen, että lohikannalla on kussakin joessa tietty maksimaalinen poikastuotanto, jonka saavuttamiseen tarvitaan tietty minimimäärä emoja. Kalastuksen kohteena MSY:ssä on se osa nousukantaa, joka ylittää asetettuun poikastuotannon tasoon tarvittavan emokalamäärän ja tuottaa maksimaalisen, biologisesti kestävänsä lohisaaliin pitkällä aikavälillä. Tavoite-tasona on yleisimmin pidetty 75-80 % maksimaalisesta poikastuotannosta. Huomattava osa lohikan-noista tuottaa paljon vähemmän poikasia kuin eri tavoilla arvioitu potentiaalinen maksimi. Näillä kannoilla MSY=0, eli ne vaativat suojelua, mikä tarkoittaa käytännössä voimakasta kalastuksen sääte-lyä.

Kantakohtaisessa säätelyssä kalastusta kestävien ja suojeltavien kantojen luotettava tunnistami-nen on säätelyn edellytys. Nykyisin tunnistus perustuu geneettisiin analyyseihin, mikä puolestaan edellyttää laajaa, kaikki alueen lohikannat kattavaa geneettistä karttaa, eli baseline-aineistoa. Tämän lisäksi eri kantojen tai saman joen osakantojen kalastuskuolevuuden ajallisesta ja alueellisesta vaihte-lusta tarvitaan tutkittua tietoa. Mikäli suojeltavia kantoja esiintyy suhteellisen paljon tietyssä kalas-tuksessa, on sitä tarpeellista rajoittaa. Vastaavasti, mikäli kalastusta kestävä kantaa esiintyy tyypilli-sesti tietyssä kalastuksessa, eikä uhanalaisia kantoja siinä esiinny, vahvaa kantaa voidaan kalastaa MSY-teholla.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa on kerätty yhteen suunniteltuja ja toteutettuja lohen kalastuksen säätelyjärjestelmiä, niiden syntyhistoriaa, päätöksentekoa, kansainvälistä yhteistyötä sekä erilaisia tapoja kerätä kantakohtaiseen säätelyyn tarvittavaa tietoa. Katsaus kattaa Atlantin lohen päälevin-neisyysalueen: Luoteis-Venäjältä Brittein saarille, Islannin, Grönlannin ja Pohjois-Amerikan itäranni-kon. Tyynenmeren lohilajien kalastuksen säätelyjärjestelmistä on otettu mukaan merkittävimmät jokisysteemit USA:n ja Kanadan länsirannikolta. Lopuksi on pohdittu kantakohtaiseen kalastuksensäät-elyn edellytyksiä Suomessa.

Asiasanat: Lohi, populaatio, kutukanta, sekakantakalastus, kalastuksen säätely, genetiikka, MSY

Sisällys

1. Johdanto	5
2. Lohikantojen hyödyntämisen ja hoidon periaatteet.....	6
2.1. Kansainväliset periaatteet ohjaavat kansallista säätelyä.....	6
2.2. Lohikantojen tilan biologiset vertailuarvot säätelyn tavoitteena	7
3. Sekakantakalastuksesta kohti kantakohtaista säätelyä	9
3.1. Kantojen tunnistaminen	9
4. Lohenkalastuksen säätelymallit maailmalla.....	10
4.1. Atlantinlohi ja NASCO	10
4.1.1. Grönlannin ja Färsaarten lohenkalastus.....	10
4.1.2. Norja.....	10
4.1.3. Englanti ja Wales	11
4.1.4. Pohjois-Irlanti	12
4.1.5. Irlanti	12
4.1.6. Skotlanti	13
4.1.7. Venäjä	13
4.1.8. Kanada.....	14
4.1.9. Islanti.....	14
4.2. Esimerkkejä Tyynen valtameren alueelta	14
4.2.1. Fraser-joen punalohi	15
4.2.2. Kolumbiajoki.....	16
4.2.3. Yukon-joki.....	17
4.2.4. Bristol Bayn punalohi	17
5. Yhteenveto ja sovellusmahdollisuudet Suomessa.....	19
5.1. MSY kantakohtaisen säätelyn perustana.....	19
5.2. Kantakohtaisen säätelyn edellytykset.....	19
5.3. Kantakohtaisen säätelyn nykytilanne	20
6. Viitteet.....	23

1. Johdanto

Sekä atlantinlohi (*Salmo salar* L.) että Tyynenmeren lohilajit (*Oncorhynchus* sp.) vaeltavat tuhansia kilometrejä meren syönnösalueiden ja kutujokien välillä. Merellä voi olla kymmenien jokien lohikantoja syönnöksellä samoilla alueilla, ja kutuvaelluksella eri kantojen sekaparvet ovat yleisiä (esim. Koljonen 2006; Vähä ym. 2014). Jokisuiden läheisyydessä kannat alkavat eriytymään, mutta vasta joessa tai sivujoessa tavataan ainoastaan yhden lohikannan yksilöitä.

Sekakantakalastus on lohenkalastuksen säätelyn suurimpia ongelmia. Sekakantakalastuksella tarkoitetaan mitä tahansa kalastusta, joka kohdistuu merkittävässä määrin useamman kuin yhden lohikannan yksilöihin (NASCO 2009). Kalastus avomerellä ja rannikoilla on lähes poikkeuksetta sekakantakalastusta, mutta useita lohikantoja on pyynnin kohteena myös suurten jokisysteemien suistoissa ja sisällä (kuva 1). Eri lohikantojen kyky sietää kalastuspainetta vaihtelee populaatioiden runsauden mukaan, mikä voi johtaa heikoimpien tai huonoiten tuottavien kantojen elinkyvyn vaarantumiseen sekakantakalastuksen seurauksena. Kansainvälinen huoli lohikantojen runsauden ja monimuotoisuuden heikentymisestä on johtanut pyrkimykseen vähentää sekakantakalastusta ja lisätä kantakohtaista, yksittäisen lohikannan tilan huomioivaa kalastusta.

Kantakohtainen kalastuksen säätely edellyttää kaikkien kalastettavien lohikantojen tunnistamista ja niiden dynamiikan ymmärtämistä. Avainasemassa kantakohtaisessa säätelyssä on luotettava tieto lohikantojen geneettisestä rakenteesta ja saalisosuuksista ajallisesti, paikallisesti ja eri kalastusmuodoissa. Viime vuosina tieto lohikantojen geneettisestä rakenteesta on huomattavasti lisääntynyt ja mahdollistanut yksittäisten lohikantojen luotettavan tunnistaminen. Laaja tutkimus- ja seurantatieto mahdollistavat säätely- ja suojelutoimien entistä tarkemman kohdistamisen. Tarkasti kohdennetulla säätelyllä voitaisiin paitsi turvata heikoimpien lohikantojen elinkyky, myös välttää turhan laajamittaisia ja yleisluontoisia kalastuksen säätelytoimia.

Lohenkalastuksen kantakohtaisen säätelyn tarve ja mahdollisuudet on kansainvälisesti tunnistettu ja asetettu osaksi kannanhoidon strategisia tavoitteita. Kantakohtaista säätelyä on harjoitettu Tyynenmeren alueen lohikantojen kalastuksessa jo pitkään (esim. Milner ym. 1985), ja se on alueella rutiinikäytössä tarjoten lähes reaaliaikaista tietoa kalastajille ja hallinnolle kalastuksen ohjaamiseksi (<http://pacificfishtrax.org>). Atlantinlohen kalastuksessa käytännön tasolla toteutettuja kantakohtaisia säätely- ja hoitojärjestelmiä on kuitenkin toistaiseksi edelleen niukasti (esim. Vähä ym. 2016).

Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitellään lohenkalastuksen säätelyn yleisiä periaatteita ja käytäntöjä kansainvälisellä ja kansallisella tasolla. Raportin päätavoitteena on laatia ajantasainen katsaus eri maiden lähtökohdista lohen sekakantakalastuksen ongelmien ratkaisemiseen ja kantakohtaisen kalastuksen säätelyn kehittämiseen. Lisäksi esitellään esimerkkejä sovelluksista, joissa kantakohtaista tietoa käytetään käytännöllisessä kalastuksensäätelyssä.

Tämä selvitys on osa ”Tieteellisen tiedon käyttö lohenkalastuksen kantakohtaisissa säätelymallissa” -hanketta (TIETOLOHI), jota Luonnonvarakeskus toteuttaa maa- ja metsätalousministeriön rahoittamana (Poro-Makera) vuosina 2014-2016.



Kuva 1. Merialueella lohienkalastus on lähes poikkeuksetta sekakantakalastusta, jossa saaliiksi saadaan useiden eri jokien lohikantoja. Kuva: Jaakko Erkinaro.

2. Lohikantojen hyödyntämisen ja hoidon periaatteet

2.1. Kansainväliset periaatteet ohjaavat kansallista säätelyä

Kansainvälisissä lohienkalastusta ja -suojelua hallinnoivissa organisaatioissa (mm. Pohjois-Atlantin lohensuojelujärjestö, NASCO ja Tyynenmeren lohikomissio, PSC) sovitut lohikantojen hyödyntämisen ja hoidon yleiset periaatteet ovat monilta osin varsin yhteneväisiä. Lohikantojen taantuminen on korostanut suojelun roolia kansainvälisessä päätöksenteossa (mm. DFO 2005, NASCO 2009). Kansainvälisesti kiristyneet säätelyraamit korostavat myös kansallisen päätöksenteon merkitystä, jotta kansalliset intressit tulisivat asetetuissa raameissa mahdollisimman hyvin huomioiduiksi. Kansallinen päätöksenteko vaatii tarkempaa, tiettyihin lohikantoihin kohdistuvaa arviointia, jonka toteuttamiseksi valtioilla on usein omat organisaationsa. Kansainvälisille periaatteille pohjautuvat kansalliset hoitostrategiat vaihtelevatkin huomattavasti alueellisten lohiresurssien laadusta ja määrästä riippuen (Romakkaniemi ym. 2012).

NASCO:n tärkein tavoite on atlantinlohikantojen monimuotoisuuden ja runsauden suojeleminen sekä edistäminen sen jäsenmaissa (NASCO 2009). NASCO:n jäsenmailleen antamissa suosituksissa varovaisuusperiaate ja vaatimus parhaan mahdollisen tieteellisen tiedon käytöstä ovat keskeisessä asemassa lohien suojelussa, kantojen hoidossa ja kestävässä hyödyntämisessä sekä elinympäristöjen säilyttämisessä (NASCO 1998). Tavoitteellisen ja johdonmukaisen lohikantojen hoidon tulisi perustua päätöksentekojärjestelmään ("decision structure"), jossa yksittäisten lohikantojen tilaa arvioidaan suhteessa biologisen tiedon perusteella asetettuihin vertailuarvoihin ("reference points", "benchmarks"; ks. luku 2.2), ja säätelytoimissa edetään ennalta sovitusti kannan tilasta riippuen (NASCO 2002). Useissa NASCO:n jäsenmaissa onkin jo otettu käyttöön biologisiin vertailuarvoihin perustuvia kannanhoito-ohjelmia (Romakkaniemi ym. 2012, luku 4.1).

Euroopan komissio on valmistellut uutta Itämeren lohikantojen hoito-ohjelmaa, ja esitys asetuksesta julkaistiin vuonna 2011 (Anon. 2011). Asetuksessa korostuvat niin ikään suojelulliset tavoitteet. Toistaiseksi hyväksymättömän esityksen mukaan itämerenlohen yksittäisten lohikantojen verotus tulisi saattaa kestävää enimmäistuottoa vastaavalle tasolle ja näin varmistaa lohen riittävä suojelu. Kaikki säätely- ja hoitotoimet tulisi lisäksi sitoa jokikohtaisten lohikantojen luonnonlisääntymisen turvaamiseen, jolle asetetaan selkeä vähimmäistavoite (vähintään 75 % kunkin joen poikastuotantokyvystä).

Tyynenmeren lohikomissio (PSC) on Kanadan ja USA:n hallitusten välinen tyynenmerenlohen suojeleorganisaatio, jonka päätavoitteena on lohen suojelu optimaalisen tuoton saavuttamiseksi sekä kalastusoikeuksien jyvittäminen siten, että jäsenmaat hyötyvät suhteessa niiden kantojen hoitoon tekemiin investointeihin. Tämän lisäksi jäsenmaiden omat hallinto- ja säätelyelimet ovat tarkentaneet ja priorisoineet kansallisia ja alueellisia tavoitteitaan. Kanadassa sekä tyynenmeren- että atlantinlohen hoito-ohjelmat perustuvat sisällöltään samankaltaiseen luonnonlohipolitiikkaan (Wild Pacific Salmon Policy, DFO 2005; Wild Atlantic Salmon Conservation Policy, Federal Government 1986), jossa lohikantojen monimuotoisuuden ja elinympäristön suojelu on priorisoitu korkeimmalle kaikessa säätelytoimiin liittyvässä päätöksenteossa.

Lohen sekakantakalastusta on sen aiheuttamista ongelmista johtuen pyritty kansainvälisesti vähentämään, minkä seurauksena erityisesti kaupallista avomerikalastusta on rajoitettu. Esimerkiksi Kanadan, Japanin, Venäjän, USA:n ja Etelä-Korean muodostama Pohjois-Tyynenmeren vaelluskalakomissio (NPAFC) lopetti lohen avomerikalastuksen pohjoisella Tyynellämerellä vuonna 1993. NASCO:n suositusten mukaisesti kalastusta tulisi säädellä jokikohtaisten lohikantojen perusteella, ja mikäli sekakantakalastusta tapahtuu, tulisi säätelytoimet varovaisuusperiaatteen mukaisesti mitoittaa heikoimman osakannan suojelun vaatimalle tasolle (NASCO 2009). Sekakantoihin kohdistuvaa lohen rannikkokalastusta on rajoitettu voimakkaasti NASCO:n jäsenmaiden aluevesillä: esimerkiksi Norja lopetti rannikon ajo-verkkokalastuksen 1989, Fär-saarten alueen avomerikalastus lopetettiin 1992, ja Irlanti luopui lohen ajo-verkkokalastuksesta merialueillaan 2007 (Jensen ym. 1999; NASCO 2009; 2014c).

2.2. Lohikantojen tilan biologiset vertailuarvot säätelyn tavoitteena

Lohikannan hoidolle ja suojelulle asetetut tavoitteet konkretisoituvat biologiseen tietoon perustuvien vertailuarvojen (indikaattoreiden) avulla (Gabriel & Mace 1999, Romakkaniemi ym. 2012). Lohikantojen runsaudelle asetetut tavoitteet perustuvat useimmiten kestäväen enimmäistuoton ("maximum sustainable yield", MSY) käsitteeseen, joka on kansainvälisesti hyväksytty kestäväen kalastuksen periaatteeksi (mm. NASCO 1998, FAO 2011). MSY-tasoon perustuvien kutukantatavoitteiden laskenta perustuu kutukannan koon ja syntyneiden jälkeläisten määrän väliseen riippuvuuteen (emokalarakryytti -suhde) ja siinä suurimman saaliin antavan kutukannan kokoon. Kutukannan koko ilmaisee kudulle selviytyvää yksilömäärää (luonnollinen ja kalastuksesta aiheutuva kuolevuus huomioitu) ja se voidaan muuttaa fekunditeettitietojen ja naaraslohien ikä- ja kokotietojen perusteella esim. naaraslohien yhteispainoksi tai kudusta syntyväksi mätimääräksi pinta-alayksikköä kohden (Romakkaniemi ym. 2012) (kuva 2). Kalastuksen säätelyn lähtökohtana riittävän kudulle selviytyvän emokalamäärän turvaaminen poikkeaa vaatimuksiltaan huomattavasti perinteisestä, kalastettavaan yksilömäärään keskittyvästä säätelyjärjestelmästä.



Kuva 2. Kutukantatavoitteet voidaan esittää tavoiteltavana naaraslohien yhteispainona tai mätimääränä pinta-alayksikköä kohden. Kuva: Panu Orell.

Lohikantojen runsaudelle voidaan määrittää useampia tavoitetasoja, jotka toimivat raja-arvoina kalastuksen säätelyä ja suojelua ohjaavassa päätöksenteossa (mm. DFO 2005, Gabriel & Mace 1999). Suojeluraja ("conservation limit", "limit reference point") on kannan koon vähimmäistavoite, joka lohien tapauksessa määritetään yleisesti MSY-tason pitkällä aikavälillä tuottavan kutukannan koon perusteella (esim. NASCO 1998, Gabriel & Mace 1999). Kannan tilan arviointiin ja ennustamiseen sekä itse vertailuarvon määrittämiseen liittyvien epävarmuuksien vuoksi on tärkeää määrittellä, kuinka suurella todennäköisyydellä suojelutaso tulisi saavuttaa. Varovaisuussyistä kannan on oltava useimmiten asetettua vähimmäistasoa suurempi, minkä vuoksi lohikannalle tulisi määrittää myös säätelytavoite ("management target", NASCO 2009). Säätelytavoitteen tulisi suurella todennäköisyydellä pitää kannan koko vähimmäistasoa suurempana, turvata sen pitkäaikainen elinkyky ja toimia siksi säätelypäätösten perustana (Garcia 1996). Esimerkiksi Norjassa lohikantojen säätelytavoitteeksi on asetettu keskimäärin 75 % todennäköisyys saavuttaa suojelutaso (kutukantatavoite, "spawning target") neljän vuoden aikajaksolla (Forseth ym. 2013). Tähän säätelytavoitteeseen ollaan pyrkimässä myös Tenojoen kahdenvälisessä kalastussäätelyssä Suomen ja Norjan kesken (Anon 2015).

Yksittäisten lohikantojen runsauden ja monimuotoisuuden suojelua on korostettu kansainvälisten lohensuojelujärjestöjen toimesta, ja esim. NASCO suosittelee jäsenmaitaan määrittämään sekä suojelurajat että säätelytavoitteet kaikille lohikannoille ja erikseen eri ikäryhmille (NASCO 2009). Useissa NASCO:n jäsenmaissa ja Pohjois-Amerikan Tyynenmeren alueella on kehitetty jokikohtaisiin tai tarkempiin vertailuarvoihin perustuvia kannanhoito-ohjelmia. Esimerkiksi Norjassa jokikohtaisesti määritetyt suojelurajat ja säätelytavoitteet ja niiden perusteella kiristyneet kalastuksen säätelytoimet otettiin käyttöön vuonna 2008, jonka jälkeen aiempaa suurempi osa joista on vuosittain saavuttanut säätelytavoitteensa (Forseth ym. 2013).

3. Sekakantakalastuksesta kohti kantakohtaista säätelyä

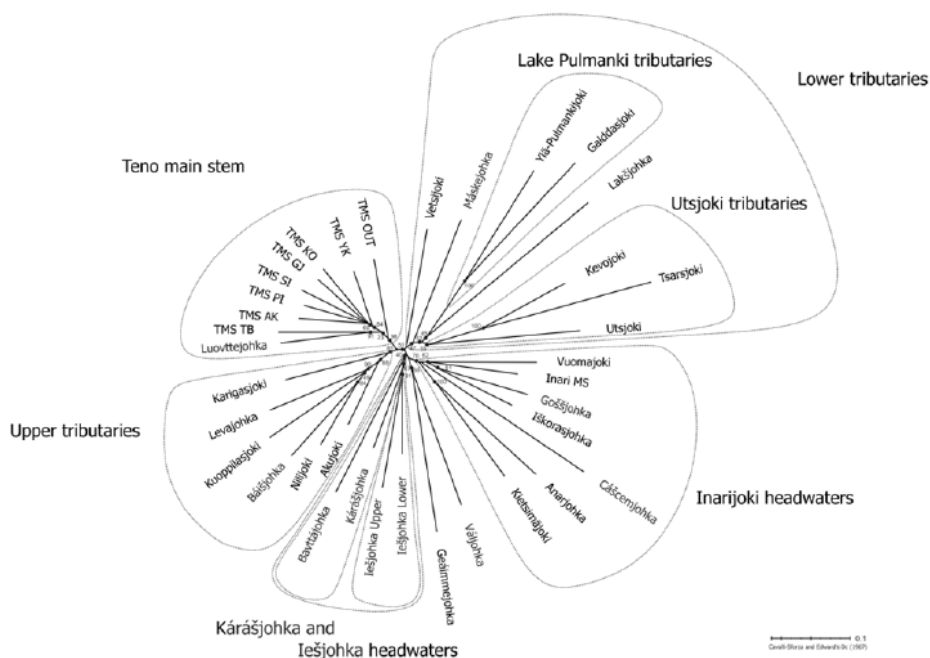
3.1. Kantojen tunnistaminen

Geneettisten analyysien kehittyminen viime vuosikymmeninä on tehnyt mahdolliseksi tunnistaa, mihin populaatioon yksilö kuuluu (GSI = genetic stock identification). Aikaisemmin tunnistaminen perustui merkintöihin, joiden merkittävin rajoite on se, että ainoastaan viljeltyjä istukkaita on mahdollista merkitä niin edustavasti, että yksilöiden tunnistaminen lähtöpopulaatioonsa on riittävän luotettavaa.

Geneettinen tunnistaminen perustuu siihen, että kaikkien tietyllä alueella elävien populaatioiden tai kantojen genettinen rakenne on kuvattu ja eri kantojen väliset geneettiset etäisyydet on määritetty (kuva 3). Geneettinen etäisyys tarkoittaa kantojen erilaistumisen astetta: mitä suurempi etäisyys sitä kauempana historiassa kannat ovat eriytyneet tai eriytyminen on voimakasta esim. maantieteellisistä syistä johtuen. Mitä suurempi kantojen geneettinen etäisyys on, sitä luotettavampaa on yksilöiden tunnistamisen lähtöpopulaatioonsa. Tietyllä alueella elävien kantojen geneettistä karttaa kutsutaan Baseline-termillä. Baseline-kartan laatiminen vaatii yleensä kohtalaisen suurta työpanosta, koska siinä tulisi pystyä kuvaamaan kaikki kartoitettavan alueen populaatiot, myös pienimmät.

Genettisellä tunnistamisella on käänteentekeviä etuja verrattuna merkintöihin perustuvaan tunnistamiseen. Ensinnäkin sen avulla voidaan tunnistaa kaikki yksilöt, olivatpa ne peräisin istutuksista tai luonnonlisäntymisestä. Toiseksi, yksilön tunnistaminen ei edellytä kalan tappamista, koska pieni kudoksenäyte riittää DNA:n eristämiseen. Kolmanneksi, DNA-analytiikka tuottaa nykyään hyvin nopeasti tuloksia, mikä mahdollistaa lähes reaaliaikaisen kalastuksen säätelyn, mikäli siihen on tarvetta. Lisäksi DNA-analyysien tulosten laskemiseen käytettävä tilastollinen analytiikka sisältää tulosten epävarmuuden tason, mikä parantaa tulosten luotettavaa tulkintaa. Geneettisen tunnistamisen suurin ongelma on yleensä baseline, jonka laatu ei välttämättä ole riittävän hyvä, jotta yksilön populaatioalokuperän tunnistaminen olisi luotettavaa (NASCO 2014 k; Vähä ym. 2014; 2016).

Geneettistä tunnistusta voidaan soveltaa monenlaisiin tutkimusongelmiin. Kalastuksen säätelyssä se tuottaa keskeistä tietoa eri kantojen osuudesta saaliissa, ajallisesti, alueellisesti, eri pyydyksissä, jne. (esim. Milner ym. 1985). Lisäksi genettinen informaatio voidaan liittää yksilö- ja kantatasolla tärkeisiin elinkiertopiirteisiin kuten ikään, sukupuoleen ja kasvuun.



Kuva 3. Tenojoen lohikantojen geneettinen rakenne kuvattuna dendrogrammilla, josta näkyy osakantojen erilaistuminen suhteessa toisiinsa (kuva julkaisusta Vähä ym. 2016).

4. Lohenkalastuksen säätelymallit maailmalla

4.1. Atlantinlohi ja NASCO

4.1.1. Grönlannin ja Färsaarten lohenkalastus

Grönlannin ja Färsaarten sekakantakalastusta säädellään suoraan NASCO:n sopimuksella kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) tekemän kanta-arvioinnin ja suositusten perusteella. Kaupallinen lohenkalastus Färsaarten merialueella on ollut suljettuna vuodesta 1992 lohikantojen elpymisen turvaamiseksi. Färsaarten joissa ei ole omia, alkuperäisiä lohikantoja (NASCO 2013 h)

Länsi-Grönlannin lohen kaupallinen kalastus vientiin on kielletty. Kalastus paikalliseen käyttöön on luvanvaraista, kiintiöityä ja sallittu vain elo-lokakuussa. Kaikki lohisaalis on raportoitava, ja kiintiön ylittyessä kalastus suljetaan. Säätelyn tavoitteena on turvata Pohjois-Amerikan ja Etelä-Euroopan jokiin palaavien lohikantojen elpyminen suojelutavoitteiden vaatimalle tasolle (NASCO 2013 a).

4.1.2. Norja

Norjan noin 450 lohijokea ovat merkittävimpiä atlantinlohen lisääntymisalueita, joilla kalastaa vuosittain yli 100 000 vapakalastajaa. Rannikon ja vuonojen sekakantakalastusta on rajoitettu voimakkaasti, mutta sillä on edelleen suuri merkitys erityisesti pohjoisessa: noin 50 % vuono- ja rannikkokalastuksen kokonaissaaliista pyydetään Finnmarkin läänissä (NASCO 2014 f). Kokonaisuutena Norjan lohisaaliista noin 60 % saadaan nykyisin joista (NASCO 2014 f).

Kalastuksen säätely on vuodesta 2008 saakka perustunut kutukantatavoitteisiin (naaraiden yhteispaino), jotka on johdettu indikaattorijokien (9 kpl) perusteella yhteensä 439 lohijoelle (Forseth ym. 2013) (kuva 4). Ympäristöministeriön alainen tieteellinen lohikomitea (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning) arvioi vuosittain kutukantatavoitteiden toteutumista yli 200 tärkeimmällä lohijoella ja laatii arvion perusteella kalastuksen säätelyn tieteellisen ohjeen joki-, vuono- ja rannikkokalastukselle (NASCO 2013 e). Kanta-arvio tehdään viiden edellisen vuoden raportoidun jokisaaliin ja arvioidun verotusasteen ("exploitation rate") perusteella. Verotusasteen määrittäminen perustuu nousulohien laskentaan, emokalalaskentoihin tai merkintä-takaisinpyyntikokeisiin sekä saalistilastoihin. Puutteellisesti monitoroitujen jokien osalta verotusaste määritetään mm. paikallisen kalastuspaineen, kalastuskauden pituuden ja kiintiöiden perusteella (Forseth ym. 2013).

Kantojen tila ja sen perusteella määräytyvä ohje kalastuksen säätelystä luokitellaan viiteen luokkaan perustuen kutukantatavoitteen saavuttamisen todennäköisyyteen. Säätelytavoitteeksi on asetettu keskimäärin 75 % todennäköisyys saavuttaa kutukantatavoite neljän vuoden aikana (NASCO 2014 f). Säätelyohjetta ei ole rajattu tarkasti, ja esim. heikoimpien lohikantojen (todennäköisyys kutukantatavoitteen toteutumiseksi < 20 %) kalastusta on ohjeen mukaan "edelleen rajoitettava" (Anon 2014a). Säätelyohje on voimassa neljästä viiteen vuotta, mutta tarvittaessa sitä voidaan päivittää vuosittain. Ohjeeseen perustuen lääninhallitukset (Fylkesmannen) esittävät kalastusoikeuksien omistajia ja muita alueellisia tahoja kuultuaan tarkentavia säätelytoimia alueelleen (NASCO 2014 f).

Pääasiallisia kalastuksen säätelymenetelmiä joissa ja merellä ovat kalastuskauden pituuden ja kalastusvälineiden rajoitukset. Paikallisesti voidaan lisäksi säätää mm. kalastajakohtaisista kiintiöistä sekä pakollisesta kalojen vapauttamisesta. Tärkeimpiä lohijokia on erityissuojeltu ns. kansallisina lohijokina. Niissä kanta-arviointi tehdään myös kalastuskauden aikana ja korjaavia säätelytoimia voidaan tehdä välittömästi, mikäli kutukantatavoite on vaarassa jäädä toteutumatta (NASCO 2013 e).

Rannikko- ja vuonokalastus on jaettu 23 kalastusalueeseen, joiden pyyntiponnistusta (kalastuskauden pituus ja viikoittainen kalastuspäivien määrä) säädellään suhteessa ko. alueella verotettavien jokikohtaisten kantojen tilaan. Arvio eri lohikantojen osuudesta alueiden saaliista perustuu pääasiassa vuosina 1935–1982 tehtyihin merkintä-takaisinpyyntikokeisiin, mutta pohjoisessa myös viimeaikaisiin geneettisiin tutkimuksiin (Vähä ym. 2014).



Kuva 4. Norjassa lohenkalastuksen säätely on vuodesta 2008 alkaen perustunut ns. kutukantatavoitteisiin, jotka ilmaistaan jokiin kudulle tarvittaen naarasemokalojen yhteispainona. Kutukantatavoitteet on määritetty yli 400 lohijoelle. Kuva: Panu Orell.

4.1.3. Englanti ja Wales

Englannissa on 49 ja Walesissa 31 lohijokea. NASCO:n suositusten mukaiset suojelurajat (mätimäärä) ja biologiset säätelytavoitteet on asetettu suurimmalle osalle jokikohtaisista lohikannoista, tosin huomioimatta eri meri-ikäryhmien osuuksia. Säätelytavoitteeksi on määritetty suojelurajan saavuttaminen tai ylittäminen keskimäärin neljänä vuotena viidestä (NASCO 2013 g). Kantojen tila-arviointi perustuu pääosin jokikohtaisiin saalistilastoihin ja poikastiheyksiin, sillä laskureita tai koepyydyksiä nousulohimäärän ja verotusasteen määrittämiseksi on käytössä vain muutamilla indikaattorijoilla (Cefas & Environmental Agency 2014). Säätelytavoitteiden toteutumista ennustetaan vuosittain Bayesiläisellä lineaariregressiomallilla perustuen kymmenen edeltävän vuoden aineistoihin. Kannat luokitellaan tila-arvion mukaisesti neljään luokkaan (ei vaarassa-vaarassa), joiden perusteella säätelypäätökset tehdään päätöksentekojärjestelmän mukaisesti. Sekakantakalastusta säädellään heikokimman osakannan mukaisesti (NASCO 2014 h).

Säätelypäätökset ovat voimassa tyypillisesti viisi tai kymmenen vuotta, millä pyritään sekä sopeuttamaan kalastus useamman vuoden aikana kestäväälle tasolle että turvaamaan jatkuvuutta vesialueiden omistajille ja elinkeinonharjoittajille (NASCO 2013 g). Tavoitetasoan heikommaksi arvioidun lohikannan kalastusta ei automaattisesti suljeta, mutta säätelytoimia voidaan tarkentaa vuosittaisen kanta-arvioinnin perusteella (NASCO 2013 g). Käytännön säätelytoimet perustuvat pääosin pyyntiponnistuksen mitoittamiseen rajoittamalla myönnettyjen lupien ja pyydysyksiköiden määrää ("Net Limitation Orders"). Lisäksi voidaan asettaa laajuudeltaan vaihtelevia rajoituksia ("Byelaws") koskien mm. kalastusaikoja ja -menetelmiä sekä rauhoitusalueita (NASCO 2014 h). Esimerkiksi keväällä nousevaa lohikantojen osaa ("spring salmon") on suojeltu kalastuksen aikarajoituksilla ja vapakalastuksessa kalojen vapautuspakkona pyyntikauden alussa (NASCO 2013 g)

Sekakantoja verottavasta rannikkokalastuksesta suurin osa on lopetettu vaiheittain, mutta sosioekonomisen merkityksen vuoksi sitä harjoitetaan edelleen erityisesti Englannin koillisrannikolla. Koillisrannikon sekakantasaalis vastasi vuonna 2013 peräti 92 % Englannin ja Walesin verkkosaaliista (Cefas & Environmental Agency 2014). Uusimpien linjausten mukaan rannikon verkkokalastukseen ei myönnetä uusia pyyntioikeuksia ja kaikki jäljellä oleva ajoverkkokalastus lopetetaan vuoteen 2022 mennessä. Sekakantojen koostumusta on selvitetty toistaiseksi alueellisella tarkkuudella, mutta tarkempaa geneettisiä kantojen tunnistusta kehitetään parhaillaan (NASCO 2014 e).

4.1.4. Pohjois-Irlanti

Pohjois-Irlannissa on 27 lohijokea (NASCO 2007). Sekä kaupallisen että virkistyskalastuksen hallinnoinnista vastaavat aluehallinnon alainen DCAL (Department of Culture, Arts and Leisure) ja tiettyjen rajavesistöjen (Foyle ja Carlingford) osalta yhdessä Iso-Britannian ja Irlannin hallitusten kanssa muodostettu Loughs Agency.

Lohenkalastuksen sääätely perustuu biologisiin vertailuarvoihin. Tärkeimmille DCAL:n hallinnoimille joille on johdettu suojelurajat indikaattorijoen (River Bush) perusteella (NASCO 2013 d). Loughs Agencyn alueella sekä suojelurajat että sääätelytavoitteet on asetettu jokikohtaisesti Foylen vesistön joille (NASCO 2007). Kalastus on pyydä ja päästä -kalastusta lukuun ottamatta niitä kantoja, joiden vertailuarvot ylittyvät (NASCO 2013 d). Molemmilla alueilla on tehty toimia pyydä ja päästä -kalastuksen edistämiseksi sekä vapaaehtoisuuteen että pakollisuuteen perustuen (NASCO 2014 b).

Foylen vesistössä jokikohtaisia nousulohimääriä seurataan laskentalaitteiden avulla reaaliajassa, ja nousumäärille on lakisääteisesti asetettu ajalliset tavoitetasot, joiden alittuminen johtaa automaattisesti kalastusrajoitukseen (NASCO 2013 d). Tiukimmillaan rajoitukset sulkevat kalastuksen kaikissa muodoissaan. Tietyin kriteerein voidaan sallia ainoastaan vapakalastus ja mahdollisesti rajoittaa se ainoastaan pyydä ja päästä -perusteiseksi (The Foyle area (Control of Fishing) Regulations 2010).

Kantojen yleisesti heikon tilan vuoksi kaupallinen lohenkalastus keskeytettiin DCAL:n alueella vuonna 2012. Ajoverkkokalastus oli laajamittaista Foylen alueen rannikolla vuoteen 2007 saakka, kunnes sen todettiin pilottitutkimuksessa (D. Ensing ja W. W. Crozier, julkaisematon) kohdistuvan laajasti sekakantoihin, ja kaupallinen kalastus päätettiin rajata suistoalueelle, Lough Foyleen. Jatkotutkimuksessa vertailtiin geneettisin menetelmin kaupallisen kalastuksen saaliin kantakoostumusta ennen ja jälkeen kalastusrajoitusten (Ensing ym. 2013). Rajoitusten havaittiin vähentäneen sekakantakalastusta tehokkaasti: Lough Foylessa saalis koostui lähes pelkästään siihen laskevien jokien lohista. Lopulta kaupallinen kalastus suljettiin kokonaan vuonna 2010 (NASCO 2013 d).

4.1.5. Irlanti

Irlannissa lohen sekakantoja merellä verottanut ajoverkkokalastus lopetettiin ostamalla kaikki kalastusoikeudet vuodesta 2007 alkaen, jonka jälkeen kalastus on kohdistunut pääosin jokikohtaisiin kantoihin jokisuistoissa ja jokien sisällä (NASCO 2013 b). Eri jokien lohikannat on kartoitettu geneettisin menetelmin.

Kestävään enimmäistuottoon perustuvat kutukannan koon suojelutasot (CL) on määritetty (O'Maoléidigh ym. 2004) indikaattorijokien perusteella kaikille jokikannoille meri-ikäryhmittäin (NASCO 2013 b). Jokikohtaiset kanta-arviot laaditaan vuosittain (Standing Scientific Committee, SSC, 2014) viiden edellisen vuoden monitorointiaineistojen perusteella (mm. kalalaskurit, saalisraportointi, poikastiheyksien arviot, kutupesäinventoinnit). Arviointia on kehitetty luotettavammaksi mm. laskuriverkostoa laajentamalla ja tekemällä saalisraportointijärjestelmästä pakollinen kaikessa kalastuksessa (SSC 2014).

Kalastus voidaan vuosittain avata vain niiden jokien osalta, joissa kutukannan koolle määritetyn suojelutason arvioidaan ylittyvän 75 % todennäköisyydellä (NASCO 2013 b). Poikkeuksellisesti pyydä ja päästä -kalastus on sallittua, mikäli kannan koon arvioidaan olevan vähintään 65 % suojelutasosta.

Pyydä ja päästä -kalastuksen tuottamaa saalistietoa käytetään osana kannanarviointia (NASCO 2014 i). Kalastaa voidaan korkeintaan suojelutason ylittävä määrä lohta, mikä pyritään varmistamaan jokikohtaisilla vuosikiintiöillä. Kalastajille asetetaan lisäksi henkilökohtainen saaliskiintiö (esim. vapakalastuksessa vuonna 2014 yhteensä enintään 10 lohta tai meritaimenta, *Salmo trutta*). Eri aikoihin nousevien lohikannan osien suojelemiseksi kiintiössä voi olla tarkentavia saalisrajoituksia keväälle ja syksylle (NASCO 2013 b).

Castlemainen lahdelle (Co. Kerry) laskee useampi tärkeä lohijoki, joten alueen sekakantakalastus on ollut suljettuna vuodesta 2007. Vuonna 2010 alueella suoritettiin tutkimuskalastuksia kestävän kaupallisen kalastuksen mahdollisuuksien selvittämiseksi. Geneettisten analyysien perusteella noin 90 % koekalastuksen saaliista todettiin olevan peräisin Castlemainen alueen joista. Eri jokien lohikantojen havaittiin myös saapuvan alueelle selvästi eri aikoihin. Tulosten perusteella kaupallinen kalastus avattiin rajoitetusti vuonna 2011 niiden jokien osalta, joiden kannat olivat kestävällä tasolla. Castlemainen alueen kalastus avattiin rajoitetusti, ottaen varovaisuusperiaatteen mukaisesti huomioon sekakantakalastuksen riskit. Saaliskiintiö lahdella tapahtuvalle kalastukselle määrättiin heikoimmassa tilassa olevan osapopulaation perusteella ja kalastuskautta lyhennettiin myöhään nousevan, heikoimmassa tilassa olleen lohikannan suojelemiseksi. Samanlaista varovaista säätelyperiaattetta on noudatettu Killary Harbour -lahden sekakantakalastuksessa (Co. Mayo), vaikka lahteen laskevien jokien lohikantojen tilan on myös arvioitu olevan tavoitetasolla (NASCO 2014 i, SSC 2014).

4.1.6. Skotlanti

Lohenkalastusoikeudet ovat Skotlannissa yksityistä, periytyvää omaisuutta. Kantojen monitoroinnista sekä kalastuksen säätelystä ovat perinteisesti vastanneet kalastusoikeuksien omistajat alueellisissa organisaatioissaan ("District Salmon Fishery Board"). Kanta-arviointi on perustunut pääosin saalistilastoihin ja poikastiheyksien arviointiin, eikä jokikohtaisia biologisia vertailuarvoja ole toistaiseksi voitu määrittää (NASCO 2014 a).

Skotlannin luonnonvaraisten kalojen kalastuksesta valmistuneen arvioinnin (Thin ym. 2014) suositusten mukaisesti lohenkalastuksen hallinnointia ollaan kehittämässä tavoitteiltaan yhtenäisempään sekä kansainväliset suositukset paremmin huomioivaan suuntaan. Kanta-arvioinnin kehittämiseksi on käynnistetty projekti laajan kalalaskuriverkoston perustamiseksi, mikä on askel kohti biologisten vertailuarvojen määrittämistä (NASCO 2014 a, g).

Sekakantakalastusta harjoitetaan Skotlannissa sekä rannikolla että jokikalastuksessa (NASCO 2014 a). Rannikon sekakantakalastuksen kantakoostumuksen arvioimiseksi on tehty tutkimusta South Esk -joen alueella, jossa rannikolta pyydystettyjä lohia merkittiin radiolähettimillä ja seurattiin kutujokiinsa (NASCO 2014 k). Tutkimusten perusteella alueen rannikkokalastuksen todettiin kohdistuvan useiden jokien lohikantoihin. Geneettisiä menetelmiä jokikohtaisten lohikantojen tunnistamiseksi kehitetään parhaillaan, ja geneettinen baseline-aineisto sekä näytteitä rannikon sekakantakalastuksesta on jo kerätty (NASCO 2014 a, k).

4.1.7. Venäjä

Venäjällä atlantinlohen sekakantoja kalastetaan Viananmeren ja Arkangelin alueiden rannikkokalastuksessa sekä suurten jokisysteemien sisällä (NASCO 2013 c, 2014 c). Rannikkokalastus on rajoitettu alueille, joissa sillä on edelleen suuri taloudellinen ja kulttuurinen merkitys alkuperäiskansoille. Lohenkalastus on kaikissa muodoissaan luvanvaraista ja perustuu alueellisen tason saaliskiintiöihin, jotka määritetään indikaattorijoilla tehtyjen kanta-arviointien perusteella (NASCO 2013 c). Kanta-arvioinneissa hyödynnetään vaihtelevasti mm. saalistilastoja, poikastiheyksien arviointia, aikuislohien laskentoja ja merkintä-takaisinpyyntikokeita. Alueelliset kiintiöt jyvitetään kanta-arvioinnin perusteella jokikohtaisesti eri kalastajaryhmille. Kiintiöintiä ohjaavat suojelurajat on otettu käyttöön Mur-

manskin alueen joilla sekä niissä joissa Arkangelin alueella, joissa harjoitetaan kaupallista kalastusta. Tavoitteena on määrittää biologiset vertailuarvot kaikille lohijoille (NASCO 2013 c, NASCO 2014 c).

Norjan, Venäjän ja Suomen yhteinen tutkimushanke (Kolarctic salmon project 2011–2013) on tuottanut kattavimman ja yksityiskohtaisimman geneettisten aineiston yli 180 joesta Norjan ja Venäjän pohjoisrannikolta (NASCO 2014 j, Vähä ym. 2014). Yksittäisten lohikantojen geneettinen tunnistaminen rannikon vaellusreiteiltä kerätyistä saalisnäytteistä mahdollistaa kantakohtaisten vaellusmallien kehittämisen ja kalastuskuolevuuden ajallisen ja paikallisen huomioimisen kalastuksen säätelyssä entistä tarkemmin (NASCO 2014 c, j). Venäjän lohijokien kalojen joutuminen Norjan rannikkokalastuksen saaliiksi on herättänyt viime aikoina paljon keskustelua Venäjän ja Norjan välillä, ja Norja on ilmeisesti ottamassa tätä huomioon uusissa linjauksissaan rannikkokalastuksen säätelyä.

4.1.8. Kanada

Atlantinlohta esiintyy 1082 Kanadan itärannikon joessa. Kalastuksen säätelyn perustana ovat neljälle alueelle (Maritimes, Quebec, Newfoundland & Labrador ja Gulf Region) laaditut monivuotiset hoitosuunnitelmat (Atlantic Salmon Integrated Management Plan). Suojelutasot (mätimunia/m²) on tällä hetkellä määritetty aluekohtaisten arvojen perusteella, mutta arviointiprosessi on käynnistetty tarkemmin määritettyjen vertailuarvojen kehittämiseksi (NASCO 2014 d). Kantojen tila-arviointiin riittävä monitorointiaineisto on vuosittain saatavilla 65–70 indikaattorijoelta, joiden perusteella arvioidaan maantieteellisesti läheisten ja biologisesti samankaltaisten jokikantojen tilaa. Kalastusta säädelään oletuksella, että jokaisessa joessa on oma lohikantansa (NASCO 2013 f).

Kanadan rannikolla ei nykyisin harjoiteta kaupallista atlantinlohen kalastusta. Alkuperäisasukkaille on varattu etuoikeus lohenkalastukseen verrattuna muihin kalastajaryhmiin. Kudotuilla pyydyksillä tapahtuvaa rannikkokalastusta saavat lähtökohtaisesti harjoittaa ainoastaan alkuperäisasukkaat Labradorin alueella (NASCO 2013 f). Rannikkokalastuksen kantakoostumusta selvitettiin geneettisin menetelmin alueellisten ryhmien tasolla vuosina 2006–2011 (Bradbury ym. 2014). Tutkimuksen mukaan rannikkokalastuksen saaliista yli 95 % oli peräisin läheisistä, Labradorin alueen joista.

4.1.9. Islanti

Lohen sekakantakalastus Islannin rannikolla kiellettiin jo 1930-luvulla, ja viimeiset, perittyyn oikeuteen perustuneet verkko-oikeudet lopetettiin vuonna 1997. Lohijokia on noin 80 ja ne ovat urheilukalastajien suosiossa: lohiturismi on tärkeä elinkeino. Vapakalastus on pääasiallinen kalastusmuoto ja pienimuotoista verkkokalastusta harjoitetaan muutamilla joilla (NASCO 2007).

Sisävesien kalastusoikeudet on sidottu maanomistukseen, ja omistajien muodostamat jokiyhdistykset ovat käytännön säätelyvastuussa vesillään. Pyyntiponnistuksen mitoittaminen on tärkein kalastuksen säätelykeino. Jokiyhdistykset laativat alueelleen kalastussuunnitelman ("Effort Plan"), jossa ne esittävät ainakin sallittavan kalastajamäärän ja mahdollisia muita rajoituksia (NASCO 2008). Suunnitelman hyväksyy kalastus- ja -maatalousministeriön alainen kalastusvirasto (Directorate of Fisheries) ja se on voimassa vähintään kahdeksan vuotta. Kalastuskauden pituus sekä viikoittainen ja päivittäinen kalastusaika on asetettu lakisääteisesti (NASCO 2008, Directorate of Fisheries 2011). Kantojen monitorointi perustuu pääosin pakolliseen saalisraportointiin, jonka lisäksi osalla joista on käytössä laskureita. Osalla joista seurataan myös poikastiheyksiä ja vaelluspoikasten määrää (NASCO 2007).

4.2. Esimerkkejä Tyynen valtameren alueelta

Antropologisten tutkimusten mukaan Pohjois-Amerikan länsirannikon lohikantojen kalastus oli varsin intensiivistä jo ennen eurooppalaisten saapumista alueelle. Fraser- ja Kolumbiajoella aboriginaalien lohisaaliin on arvioitu olleen anakin puolet 1800-luvun lopulla käynnistyneen teollisen kalastuksen saaliista (Galvin 2002). Räjähdysmäisesti lisääntynyt lohen teollinen säilyketuotanto johti ylikalastuk-

seen toisen maailmansodan jälkeen. Kalastuslaivasto oli suurimmillaan 1960-luvun alussa, ja vuositu-
hannen vaihteessa siitä oli jäljellä vain kolmasosa. Kylmäsäilytyksen kehittyminen lopetti säilyketuo-
tannon 1980-luvulla. On arvioitu, että vuositu-
hannen vaihteessa Tyynenmeren lohilajien kutualueista
oli käytössä enää puolet alkuperäisestä (Galvin 2002).

1990-luvulla lohikantojen suojelu käynnistyi lainsäädännön avulla (Endangered Species Act), mi-
kä tarkoitti pyrkimystä kantakohtaiseen kalastukseen. Merellä tapahtuvaa sekakantakalastusta vä-
hennettiin sulkemalla olennaisia syönnösalueita kalastukselta, siirtämällä kalastusta lähemmäs jo-
kisuita, muuttamalla pyydyksiä ei-tappaviksi, sekä ajallisella säätelyllä.

Viime vuositu-
hannen lopulla myös muutokset meriympäristössä aiheuttivat ongelmia, joiden
taustalla on ilmaston lämpeneminen. Esimerkiksi Bristol Bayn punalohen kalastus kärsi massiivisesta
planktonkukinnasta vuosina 1997-98, mikä oli täysin epänormaali ilmiö. Samaan aikaan Yukon jo-
keen nousevien kuningas- ja koiralohien (*Oncorhynchus tshawytscha* ja *O. keta*) kannat romahtivat.

Tyynenmeren lohikantojen kalastuksen säätelyä on edistetty Yhdysvaltojen ja Kanadan yhteises-
sä Pacific Salmon Treaty -elimessä, jonka juuret ovat jo 1930-luvulla. Yksi syy tähän oli se, että todel-
lisista saalismääristä oli jatkuvaa kiistaa; kumpikin osapuoli arvioi toisen kalastaneen ilmoitettua
enemmän lohta. Vuonna 1999 päästiin molempia tyydyttävään säätelysopimukseen, jossa sovittiin
mm. Skeenan alueen lohikiintiöstä, Yhdysvaltojen kiinteästä osuudesta Fraser-joen puna- ja kyttyrä-
loheen, ja osapuolten yhteisestä kuningaslohikiintiöstä. Lisäksi sopimuksessa sitouduttiin mekanis-
meihin, joilla lohienkalastus lopetetetaan kanta-arvioinnin tulosten perusteella. Sopimukseen kuului
myös päätös suojella ja parantaa lohilajien kutualueita. Nykyisin käytössä olevat Tyynenmeren lohila-
jien suojeluun tähtäävät toimenpiteet juontuvat paljolti tästä sopimuksesta.

4.2.1. Fraser-joen punalohi

Fraser-joen punalohen (*Oncorhynchus nerka*) kalastus on tunnetuimpia esimerkkejä laajan jokisys-
teemin sisällä tapahtuvan sekakantakalastuksen säätelyn haasteista. Kanadan ja USA:n rajoilla sijait-
seva valuma-alue on laajuudeltaan yli 220 000 km², ja lohien nousualue ulottuu 1300 km päähän jo-
kisuusta. Kutupopulaatioita on havaittu yhteensä lähes 300, ja niihin kohdistuu sekakantakalastusta
lukuisten kalastajaryhmien toimesta mereltä joen yläosiin (English ym. 2011, Pestal ym. 2012).

Vastuu tutkimuksesta, raportoinnista, tiedonkeruusta ja käytännön säätelytoimista on jaettu Ka-
nadan ja USA:n välisen Tyynenmeren lohisopimuksen (Anon. 2014 b) mukaisesti Kanadan kalastus- ja
meriministeriön (DFO) ja Tyynenmeren lohikomission (PSC) sekä sen alaisen Fraser River Panelin
(FRP) kesken. Säätelyjärjestelmä perustuu ennen kalastuskautta ennustettavaan nousijamäärään ja
nousun ajoittumisen pohjalta laadittuihin suunnitelmiin sekä kauden aikana tehtävään jatkuvaan
säätelyyn. Säätelyä varten lukuisat populaatiot on yhdistetty kutunousun ajoittumisen ja kutualuei-
den sijainnin samankaltaisuuden perusteella 19 indikaattorikannaksi ja edelleen neljäksi säätelyryh-
mäksi (Pestal ym. 2012).

DFO (Fisheries and Oceans Canada) tekee vuosittain ennusteen indikaattorikantojen nousijamää-
rille monimutkaisessa mallinnusprosessissa. Mallinnus perustuu pääosin kantakohtaisen tuottavuus-
den, eli emokannan koon ja mahdollisesti joki- tai vaelluspoikasten määrän sekä kudulle palaavien
aikuislohien määrän väliseen suhteen estimointiin. Mallien rakenne vaihtelee parametrittomista mo-
nimutkaisiin biologisiin malleihin, joihin voidaan sisällyttää myös selittäviä ympäristömuuttujia (Mac-
Donald & Grant 2012). Mallien kykyä ennustaa kantakohtaisesti havaittuja nousijamääriä arvioidaan
ja suorituskyvyltään paras malli valitaan nousuennusteen tekemiseen. Ennusteisiin liittyy huomatta-
via epävarmuuksia, joten ne esitetään standardoituina kumulatiivisina todennäköisyyksinä (Mac-
Donald & Grant 2012, DFO 2014). English ym. (2011) mukaan ennusteet selittivät vuosina 1980–2009
44 % koko Fraserjoen lohimäärän vuosittaisesta vaihtelusta, ja osalle indikaattorikannoista ennusteet
olivat vielä huomattavasti epävarmempia.

DFO määrittää nousuennusteeseen ja historialliseen nousun ajoittumiseen perustuen indikaatto-
rikantojen ja säätelyryhmien vuosittaiset säätelytavoitteet ja valitsee kalastuksen säätelystrategiat

FRSSI-prosessissa (Fraser River Sockeye Spawning Initiative: Pestal ym. 2012). FRSSI on pitkän aikavälin suunnittelutyökalu, jossa säätelyryhmien kehitystä mallinnetaan 48 vuodeksi eteenpäin suhteessa kolmen vaihtoehtoiseen säätelystrategiaan:

1. Kiinteä kutukantatavoite, missä kantaa verotetaan kutukantatavoitteen ylittävä määrä.
2. Kiinteä verotusaste, missä kalastettava osuus pidetään samana riippumatta kannan koosta.
3. Kutukannan koon mukaan vaihteleva suurin sallittu kokonaiskuolevuus.

DFO ja FRP laativat nousuennusteiden ja valittujen säätelystrategioiden mukaan vastuualueilleen kalastussuunnitelman, joka ohjaa kalastuksen vuosittaista avaamista ja säätelytoimia kalastuskauden alussa (English ym. 2011, Pestal ym. 2012).

Kalastuskauden aikana PSC ja FRP päivittävät nousuennustetta jatkuvassa mallinnusprosessissa eri monitorointimenetelmillä saatavien tietojen sekä lohen nousuun ja selviytymiseen vaikuttavien ympäristötekijöiden perusteella (Hauge & Patterson 2007, English ym. 2011). Mereltä palaavien lohien runsautta arvioidaan päivittäisillä koekalastuksilla rannikon vaellusreiteiltä Fraserjoen alaosalle sekä eri kalastajaryhmien saalisraportoinnista. Koekalastusten merkitys on kasvanut saalisarvionnin luotettavuuden heikennyttyä erityisesti ammattikalastuksen vähentämisen seurauksena (English ym. 2011). Fraserjoessa päivittäistä nousulohimäärää arvioidaan pääosin hydroakustisilla luotaimilla (Dual-frequency Identification Sonar; DIDSON), joista alin on sijoitettu vuorovesirajalle. Koekalastusten geneettisellä näytteenotolla arvioidaan eri kantojen osuutta päivittäin, ja nopeiden analyysimenetelmien ansiosta tiedot ovat säätelyn käytössä lähes reaaliajassa (Beacham ym. 2004, English ym. 2011). Merkittävien kalastajaryhmien osalta tehdään lisäksi saalisarviointia kaikkialla Fraserjoen vesistössä (English ym. 2011). Viimeiset arviot eri kantojen kutuaikaisesta runsaudesta tehdään kutualueiden läheisyydessä eri laskentamenetelmien ja merkintä-takaisinpyyntikokeiden avulla.

Kalastuskauden aikana FRP kokoontuu kahdesti viikossa päättämään säätelytoimista uusimpien nousuarvioiden perusteella. Säätelytoimet voidaan saattaa voimaan välittömästi ja niistä tiedotetaan mm. organisaatioiden internetsivuilla ja infopuhelimissa (Management of Fraser River Sockeye Fisheries: http://www.pac.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/species-especes/salmon-saumon/sock_mgmt-gest_smonrouge-eng.html, FRP News Releases: http://www.psc.org/news_frpnews.htm).

4.2.2. Kolumbiajoki

Kolumbiajoen lohikantojen säätely on luultavasti monimutkaisin, massiivisin ja kallein, mitä toteutetaan maailmassa. Tämä johtuu siitä, että itse jokisysteemi on kooltaan valtava: valuma-alue on lähes kaksi kertaa Suomen kokoinen. Suuresta sademäärästä johtuen Kolumbiajoen keskivirtaama on 7500 m³/s kun esimerkiksi Kemijoessa se on 556 m³/s, eli yli 13 kertaa pienempi. Toinen säätelyyn vaikuttava tekijä on se, että jokeen nousee neljä *Oncorhynchus*-suvun lohilajia, joista on vielä eri aikaan sekä eri sivujokiin nousevia osakantoja. Kolmanneksi, Kolumbiajoen patoamisen takia lohikantoja elvytetään massiivisilla istutuksilla, ja suurin osa istukkaista merkitään. Jokeen nousee siis sekä villiä että istutettua lohta.

Kolumbiajoella toteutetaan sekä mereltä jokisuuhun tulevien kantojen runsauden arviointia (Harvest Indicator Stocks) että arviointia jokisysteemin sisällä (Abundance Indicator Stocks). Ensin mainittu arvio kohdistuu eri lohilajien eri aikaan nouseviin villoihin ja viljetyihin kantoihin (10 osakantaa), mutta jälkimmäisessä vastaavia arvioita tehdään pääuoman eri osiin ja sivujoittain (26 osakantaa). Jokisysteemin sisällä kanta-arviointia tehdään mm. aikuisista kaloista, poikasista ja kutukuopista.

Kalastuksen säätely Kolumbiajoella perustuu alueen osavaltioiden ja kahdeksan alkuperäiskansan (Tribes) väliseen sopimukseen, joista viimeisin koskee vuosia 2008-2017. Sopimuksessa määritellään, millä menetelmillä säätelyn taustalla oleva kannanarvio ("indicator stocks") tulee tehdä kullekin osakannalle, sekä määritellään kantaseurannan vastuut kanta-, aika- ja aluekohtaisesti. Sopimuksessa määritellään ne rajat, jonka alapuolelle mennessään lohikantaan käynnistetään kiristynyt säätely.

Tästä päättää erikseen koollekutsuttava elin (Policy Committee). Suurinta sallittua saalista (TAC) varten on määritelty kantakohtaisesti nousukalamäärä ja sitä vastaava kalastusta kestävä kannan osa prosentteissa, joka tyypillisesti vaihtelee 5-50 % välillä. Lisäksi istukastuotantoa varten on määritelty tarvittava emokalamäärä kullekin kannalle ja kalanviljelylaitokselle erikseen. Sopimukseen sisältyy paljon muita yksityiskohtia mm. merkintöjen tekemisestä. Sopimus on 143 sivun pituinen.

Kolumbiajoen kalastuksen säätelyssä ei vielä hyödynnetä GSI-tekniikoita, vaikka geneettistä tutkimusta on tehty runsaasti aina 1980-luvulta lähtien, ja vaikka viimeisimpien tutkimusten mukaan GSI tuottaa perinteisiin menetelmiin verrattavia tuloksia (Hess ym. 2014).

4.2.3. Yukon-joki

Alaskassa (USA) ja latvoiltaan Brittiläisessä Kolumbiassa (Kanada) sijaitseva Yukon on virtaamaltaan lähes yhtä iso joki kuin Kolumbiajoki. Valuma-alueesta, joka on suurempi kuin Kolumbiajoessa, n. 1/3 on Kanadan puolella, joten lohikantojen säätely koskee sekä Yhdysvaltoja että Kanadaa. Yukon-jokeen nousee pääasiassa kahta Tyynenmeren lohilajia: kuningas- ja koiralohta. Myös hopea- ja punalohta nousee, mutta huomattavasti vähäisempiä määriä.

Viimeisen 20 vuoden aikana Yukoniin nousevan kuningaslohen kanta on taantunut voimakkaasti. Yukon-joen kalastuksen säätely perustuu *Policy for the Management of Sustainable Salmon Fisheries* (SSFP; 5 AAC 39.222, 2001) tavoitteisiin ja päätöksiin (Schmidt ym. 2015). Säätelyn keskeisiä käsitteitä ovat ”biological escapement goal” (BEG), joka vastaa MSY:tä, sekä ”sustainable escapement goal” (SEG), jota käytetään silloin kun BEG:in edellyttämiä kantakohtaisia ja vuosittaisia arvioita ei ole käytettävissä. SEG on hallinnollinen indeksi tai kantaestimaatti, jolla pyritään turvaamaan kantojen kestävä verotus 5-10 vuoden aikajännteellä (Conitz ym. 2015). BEG ja SEG ovat siis kutukannan tavoite- tasoja, joihin säätelyllä pyritään. Yukon-joella kanta-arviointia tehdään paljolti laskemalla silmin nousevia lohia padoilta, torneista ja ilmasta, sekä kaikuluotaamalla. Silminlaskentaa varten jokeen upote- taan valkoisia levyjä, jotta kalat erottuvat paremmin.

Yukon-joen Alaskan puoleisella osalla asetetut tasot on saavutettu kuningaslohella säätelyn tu- loksena vuosina 2011-2015. Sivujoissa, kuten Chenassa ja Salchassa, tilanne on viime vuosina ollut lähes yhtä hyvä. USA:n ja Kanadan rajalla vuodesta 2005 tehtyjen kaikuluotausten perusteella kunin- gaslohelle asetettu 45 000 lohen kutukantatavoite on saavutettu vuodesta 2008 lähtien. Kutukanta- tavoitteiden saavuttaminen Yukon-joella on tarkoittanut sitä, että kuningaslohen saalis samana aika- na on ollut vajaat 30 000 lohta, joka on noin 20 % historiallisesta tasosta.

Yukon-joen kesänousuiselle koiralohelle kutukantatavoite on nykyään 600 000 lohta. Tämä taso on ylitetty selvästi vuodesta 2002 lähtien, mikä on tarkoittanut 1-4 miljoonan lohen kutukantaa. Koi- ralohta voitaisiin siis kalastaa huomattavasti nykyistä enemmän, mutta kun lähes samaan aikaan nousevan kuningaslohen kalastusta on rajoitettu voimakkaasti, siitä on seurannut myös koiralohen saaliiden pieneneminen (Schmidt ym. 2015).

4.2.4. Bristol Bayn punalohi

Bristol Bay Alaskassa on merkittävin alue kaupalliselle lohienkalastukselle Pohjois-Amerikassa ja tärkein yksittäinen punalohen kalastusalue maailmassa. Vuosittainen punalohisaalis on viimeisten 20 vuoden aikana ollut keskimäärin yli 20 miljoonaa lohta ja saaliin arvo kalastajille jopa satoja miljoonia dollareita. Punalohet palaavat Bristol Bayn alueelle verrattain lyhyellä aikajaksolla: kalastuskausi kes- tää tyypillisesti vain noin kuusi viikkoa, ja valtaosa saaliista saadaan kahden viikon aikana (English ym. 2011, Dann ym. 2013).

Bristol Bayn kalastus kohdistuu pääasiassa yhdeksän jokisysteemin lukuisiin populaatioihin. Kalas- tusta pyritään säätelemään jokikohtaisesti rajaamalla kalastus jokien edustoille viidelle rannikkoalueel- le, joissa muiden jokikantojen saalisosuuden on todettu olevan varsin pieni (Dann ym. 2009, English ym. 2011). Kalastuksen säätelyä ohjaavat jokikohtaiset biologiset säätelytavoitteet, jotka tähtäävät kantojen

kestävään enimmäistuottoon. Säätelyn haasteena on mitoittaa kalastuspaine siten, että kaikkien jokien sääätelytavoitteet toteutuisivat ja kalastus olisi toisaalta mahdollisimman tehokasta (Carney & Adkinson 2014).

Kalastuksen vuosittaisen laajuuden tarkka etukäteissuunnittelu on tärkeässä roolissa, koska alueen syrjäisyyden ja kauden lyhyiden vuoksi kalastajat ja saaliin käsittelijät saapuvat alueelle vain kalastuskauden ajaksi (English ym. 2011). Bristol Bayn alueelle vuosittain palaavan lohimäärän ennustamiseksi ja kalastuksen mitoittamiseksi käytetään useita tilastollisia malleja, jotka perustuvat lisääntymisjokien arvioituun emokannan koon tai vaelluspoikasten määrän sekä kudulle palaavien aikuislohien määrän välisen suhteen estimointiin. Ennusteiden on havaittu olevan systeemin mittakaava ja monimutkaisuus huomioiden tarkkoja: ennuste koko alueelle palaavasta lohimäärästä poikkeaa yleensä alle 15 % havaitusta (English ym. 2011, Dann ym. 2013).

Dynamiikaltaan ja tuottavuudeltaan erilaisten jokikantojen voimakkaan vuosittaisen runsausvaihtelun huomioiminen edellyttää myös reaaliaikaista runsauden ja kantakoostumuksen monitorointia sekä merellä että jokialueilla. Kantojen geneettisen monimuotoisuuden säilyttämiseksi kalastuspaine pyritään mitoittamaan aluekohtaisesti siten, että kantoja verotettaisiin tasaisesti suhteessa nousun edistymiseen koko nousun keston ajan. Nousun ajoittuminen on vuosien välillä melko yhdenmukaista, mutta alueelle tyypillisesti jopa yli 50 % joen sääätelytavoitetta vastaavasta lohimäärästä voi nousta jokeen (ja siten kalastuksen ulottumattomiin) yhden vuorovesijakson aikana (English ym. 2011).

Kalastusalueiden ulkopuolella kalastuskauden ajan suoritettavat koekalastukset ja geneettinen sekä biologinen näytteenotto tuottavat säätelijöille 2-3 päivää etukäteen arvion kalastusalueille saapuvien lohikantojen suhteellisesta runsaudesta, ikärakenteesta ja vaellusreiteistä, mikä mahdollistaa kalastuspaineen mitoittamisen eri kalastusalueilla (Dann ym. 2013). Laajamittainen kaupallinen kalastus (satoja aluksia) on ainoa merkittävä kalastusmuoto alueella, ja sen saalistilastointi on reaaliaikaista ja tarkkaa, joten lohien alueellisen runsauden ja ikärakenteen arviointi saaliiden perusteella on varsin luotettavaa kalastuskauden aikana (English ym. 2011). Hyvin keskeinen monitorointimenetelmä on myös jokiin nousevan lohimäärän reaaliaikainen arviointi. Laskentaa tehdään otantamenetelmällä havaintotorneista, luotaimin ja laskenta-aidoilla ympäri vuorokauden koko nousukauden ajan, ja arviot ovat erittäin tarkkoja (English ym. 2011).

Kalastettavien kantojen erilaisuudesta johtuen kalastusalueet ovat itsenäisiä säätelystäjäkokonaisuuksia, joiden säätelystrategiat poikkeavat toisistaan. Osalla alueista kalastuksen käynnistämistä ja sulkeamista säädellään joustavasti uusimpiin monitorointitietoihin perustuen, ja toisaalla noudatetaan koko kauden ajan kiinteitä kalastusaikoja. Säätelystrategioita pitkällä aikajaksolla vertaillen tutkimuksen (Carney & Adkinson 2014) mukaan joustava ja varovaisempi säätely mahdollistaa paremman kalastuksen kontrollin säätelytavoitteiden saavuttamiseksi erityisesti kauden alussa, mutta voi toisaalta johtaa alimitoitettuun kalastukseen hyvien nousuvuosien aikana. Kiinteät kalastusajat tuovat kalastusteollisuudelle vakautta ja tehokkuutta, minkä lisäksi keskimäärin pienempi ja koko kauden ajalle tasaisemmin jakautunut kalastuspaine voi mahdollisesti suojella paremmin kaikkia kalastettavan kannan osia.

Bristol Bayn punalohikantojen suuruus ja kaupallinen arvo ovat kiinteästi yhteydessä kantojen monimuotoisuuteen. Schindler ym. (2010) arvioivat, että mikäli alueen lohikantojen monimuotoisuutta (meri-än ja eri kantojen vaellusajankohdan vaihtelu) ei olisi, vaan alueella kalastettaisiin vain yhtä homogenista lohikantaa, kannan koon ja saaliin vaihtelu olisi yli kaksi kertaa nykyistä suurempi, mikä aiheuttaisi nykyisen kalastussäätelyn mukaan täydellisiä kalastuskieltoja noin joka toinen tai kolmas vuosi. Todellisuudessa kalastuskieltoja on toteutettu noin kerran 25 vuodessa. Tässä yhteydessä on syytä muistaa, että Bristol Bayn kaupallisen lohisaliin arvo on keskimäärin noin 180 miljoonaa US\$ vuodessa.

5. Yhteenveto ja sovellusmahdollisuudet Suomessa

5.1. MSY kantakohtaisen säätelyn perustana

Merellä syönnöstävien Atlantinlohen ja Tyynenmeren lohilajien sekakantakalastuksen vähentäminen tai kieltäminen on nähty tärkeimmäksi keinoksi suojella heikkoja lohikantoja. Lohikantojen tila on heikentynyt huomattavasti viimeisen 30 vuoden aikana, mikä on aiheuttanut jo alkujaan pienten populaatioiden sukupuuttoja. Kalastuksen painopisteen siirtäminen niihin kantoihin, jotka vielä ovat elinvoimaisia, ja heikkojen kantojen kalastuksen voimakas rajoittaminen, on kantakohtaisen lohen kalastuksen säätelyn ydin. Kalastusta kestävien kantojen säätelyssä MSY:n käsite on nykyään kalastuksen mitoituksen tärkein peruste. MSY eli Maximum Sustainable Yield perustuu siihen, että lohikannalla on kussakin joessa tietty maksimaalinen poikastuotanto, jonka saavuttamiseen tarvitaan tietty minimimäärä emoja. Kalastuksen kohteena MSY:ssä on se osa nousukantaa, joka ylittää asetettuun poikastuotannon tasoon tarvittavan emokalamäärän ja tuottaa maksimaalisen, biologisesti kestävän lohisaaliin pitkällä aikavälillä. Tavoitetasona on yleisimmin pidetty 75-80 % maksimaalisesta poikastuotannosta.

Lohikannan määritelmä on muuttunut viimeisen sadan vuoden aikana. Aikaisemmin sillä tarkoitettiin tietyssä joessa lisääntyvää lohikantaa, jolla erityisesti Tyynenmeren lohien osalta saattoi olla eri aikoihin nousevia osakantoja. Tutkimustiedon, erityisesti geneettisen tiedon, lisääntyminen on paljastanut, että kussakin joessa voi olla useita, jopa kymmeniä osakantoja, jotka eroavat geneettisesti mutta myös elinkierto- ja elinvoimaisuuden suhteen. Kantakohtaisen kalastuksen säätelyssä voidaan siis erottaa useita tasoja, riippuen siitä kuinka syvälle menevästä kantamäärittelystä puhutaan. Kun merellä tapahtuvaa sekakantakalastusta rajoitetaan tai se lopetetaan kokonaan, saavutetaan merkittävää edistymistä heikkojen lohikantojen suojelussa. Kun kalastus siirtyy elinvoimaisten kantojen jokisuihin ja jokeen, voi kuitenkin olla tarvetta suojella kyseisen joen joitakin osakantoja, esimerkiksi tiettyjen sivujokien kantoja. Tyynenmeren lohilajien tapauksessa vastaava tilanne syntyy, kun jokeen nousee useampi laji, joista tietyt ovat elinvoimaisia ja toiset heikkoja. Heikkojen kantojen suojelu tällaisessa tapauksessa voi aiheuttaa elinvoimaisemman kannan alikalastusta, mikäli osakannat tai lajit nousevat samaan aikaan, kuten tilanne on ollut Yukon-joella kuningas- ja koiralohen kesken. Tietyn joen osakantakohtainen kalastus on mahdollista, mikäli osakantojen elinkierto- ja elinvoimaisuus poikkeavat toisistaan esimerkiksi nousun ajoittumisen tai muun sellaisen ominaisuuden perusteella, johon kalastus voi reagoida.

5.2. Kantakohtaisen säätelyn edellytykset

Lohen kantakohtaisen kalastuksen toimeenpano edellyttää suurta informaatiomäärää, joka on sidottu ajallisesti tiettyihin ennalta sovittuihin tavoitetasoihin. Kustakin joesta ja mahdollisesti sivujoistaakin täytyy olla olemassa arvio niiden maksimaalisesta poikastuotannosta tai kutukantatavoitteesta. Arviointia on tehty eri puolilla aktiivisesti ja kansainvälisesti sovitulla standardilla. Maksimaalisen poikastuotannon arviointia tehdään mätimäärän, jokipoikastiheyksien, merelle lähtevien vaelluspölkösten määrien sekä poikashabitaattien runsauden perusteella. Eroja poikastuotannon arvioinnissa eri valtioiden välillä on olemassa, mutta kaikkien tavoitteena on määrittää maksimaalinen taso niillä tiedoilla, joita esim. tutkimushistorian perusteella on käytettävissä. MSY-tason määrittely on kohtalaisen yksinkertaista kunhan poikastuotantokapasiteetti on arvioitu. Nousevien emojen ikä- ja kokorakenne ovat tärkeitä muuttujia, mutta myös jokikohtaiset erot poikasten säilyvyydessä vaikuttavat MSY-tason arviointiin. Seuraava haaste kantakohtaisessa säätelyssä on kudulle nousevien emojen lukumäärän arviointi. Tässäkin tekniikat vaihtelevat, mutta reaaliaikaiset saalistilastot ja erityyppiset nousevien kalojen laskennat ovat yleisimpiä menetelmiä. Lähes poikkeuksetta käytetään erityyppisiä matemaattisia mallinuksia, joiden avulla voidaan hallita mittauksiin liittyvää epävarmuutta. Par-

haimmillaan mallinnus käsittää lohikantojen koko elinkierron, jolloin malliin mukaan otettava informaatio kasvaa huomattavasti, ja mallin luotettavuus paranee.

Kalastuksen mitoittaminen niille kannoille, jotka kestävät kalastusta, on varsin haastava tehtävä, mikäli pyritään reaaliaikaiseen säätelyyn. Tyynenmeren lohien tapauksessa on suuri tarve ajallisesti nopealle säätelylle, koska lohilajeja on useita, joista voi olla vielä eri aikoihin nousevia kantoja. Tästä syystä ajallisten säätelypäästösten tekeminen on kehittynyt pisimmälle juuri Pohjois-Amerikan länsirannikolla. Atlantinlohen tapauksessa säätely tapahtuu pitemmissä aikajaksoissa, tyyppillisesti muutamia vuosia, mutta tilanteiden muuttuessa säätelyyn voidaan tehdä myös vuosittaisia päivityksiä.

Lohen kalastuksen järjestämiseen liittyvä päätöksenteko perustuu useimmiten neuvotte- luosapuolten tekemiin sopimuksiin esim. kalastusajoista, teknisestä säätelystä ja kiintiöiden (TAC) jakamisesta. Alkuperäiskansoille on poliittisesti turvattu tietty kulttuurin ylläpitämiseen tarvittava osa lohen kalastusta, joka voi olla sekakantakalastusta. Päätöksentekoa varten on olemassa ns. tieteellinen neuvonanto, johon osallistuvat sopimuspuolia edustavat tiedeyhteisöt. Siellä tehdään kanta- arviot nousukannasta ja poikastuotannosta, kalastuksen seuranta, sekä MSY-tasojen arviointi.

5.3. Kantakohtaisen säätelyn nykytilanne

Sellaista kantakohtaista säätelyä, jossa hyödynnetään kehittyneimpiä tässä katsauksessa kuvattuja tekniikoita ja käytäntöjä, ei toteuteta täydellisesti vielä missään. Tämä tarkoittaisi sitä, että eri osakantoihin kuuluvat yksilöt voitaisiin tunnistaa genettisesti eri aikoina ja eri paikoissa tapahtuvassa kalastuksessa. Kullekin kannalle olisi määriteltävä MSY-taso, jonka täyttymistä voitaisiin seurata reaaliaikaisesti. Vastaavasti kalastusta rajoitettaisiin eri aikoina ja eri paikoissa tapahtuvassa kalastuksessa kantakohtaisesti. Lähimmäksi tätä pääsevistä järjestelmistä voidaan esimerkkinä mainita tuore sopimus Tenojoen lohenkalastuksen järjestämiseksi (ks. alh.).

Mahdollisuudet lohenkalastuksen kantakohtaiseen säätelyyn Atlantin ja Itämeren alueella ovat kasvaneet nopeasti viime vuosina, ei vähiten lisääntyneen geneettisen tietämyksen ansiosta. Todellisia, suoria sovellutuksia tällaisen tiedon hyödyntämiseksi käytännön säätelyssä ei kuitenkaan vielä ole kovinkaan monta. Irlannissa, Pohjois-Irlannissa ja Norjassa on säädely tiettyjä rannikon ja jokisuistojen sekakantakalastuksia alueen lohikannoista kerättyjen runsaus- ja osuustietojen perusteella. Lisäksi Norjan pohjoisosien rannikkokalastuksessa ollaan tekemässä muutoksia Venäjän kantojen saalisosuuksien perusteella.

Yhden kannan tai tiettyjen osakantojen määrät ja osuudet sekakantakalastuksen saaliissa, sekä niiden ajallinen ja alueellinen jakautuminen, on vaikuttanut kalastuksen säätelyyn selvimmin Tenojoen kalastussopimusneuvotteluissa Suomen ja Norjan kesken (kuva 5). Vastikään luonnostellussa sopimuksessa kiinnitetään erityistä huomiota kalastuskauden alkupuolella nouseviin latvajokien lohikantoihin, joiden kalastusta pääuoman sekakantakalastuksessa pyritään kantojen tilan kohentamiseksi säätämään aiempaa tiukemmin (NASCO 2014 I; Anon. 2015). Myös muina aikoina vaeltavia heikkoja lohikantoja pyritään suojelemaan ajallisilla ja teknisillä säätelyillä Tenon pääuoman sekakantakalastuksessa. Maa- ja metsätalousministeriö tiedotti 30.6. 2016: ”Tenon kalastussopimusneuvottelut Suomen ja Norjan välillä on saatu päätökseen. Valtuus kuntien puheenjohtajat vahvistivat 29. kesäkuuta sopimuksen, jolla pyritään kohentamaan Tenon arvokkaiden lohikantojen tilaa ja vähentämään lohien kalastuskuolevuutta 30 prosenttia nykytasosta”.



Kuva 5. Tenojoen pääuoman lohienkalastus on sekakantakalastusta, jossa saaliiksi saadaan useiden kymmenien eri sivujokipopulaatioiden lohia. Tietopohja Tenon heikkojen lohikantojen suojelemiseksi on kuitenkin nykyään hyvä geneettisten tutkimuksien ansiosta. Kuva: Panu Orell.

Mikäli Suomessa nähdään tarpeelliseksi siirtyä kantakohtaiseen kalastukseen, on ensin hankittava tarvittava tietopohja niistä kannoista, joihin kalastus kohdistuu. Kantojen geneettinen tunnistaminen on edennyt viimeisen 10 vuoden aikana huomattavasti, mutta kattavia baseline-aineistoja puuttuu edelleen useista uhanalaisistakin lajeista ja kannoista. Kantakohtaisessa säätelyssä kalastusta kestävien ja suojeltavien kantojen luotettava tunnistaminen on säätelyn edellytys. Tämän lisäksi eri kantojen tai saman joen osakantojen kalastuskuolevuuden ajallisesta ja alueellisesta vaihtelusta tarvitaan tutkittua tietoa. Mikäli suojeltavia kantoja esiintyy suhteellisen paljon tietystä kalastuksessa, on sitä tarpeellista rajoittaa. Vastaavasti, mikäli kalastusta kestävää kantaa esiintyy tyypillisesti tietystä kalastuksessa, eikä uhanalaisia kantoja siinä esiinny, vahvaa kantaa voidaan kalastaa MSY-teholla.

Tiedolliset edellytykset kantakohtaiseen kalastukseen ovat Suomessa parhaimmalla tasolla Tenon lohella, jossa lohipopulaation kaikki osakannat on kuvattu geneettisesti (Vähä ym. 2016). Poikastihyöksien, saaliiden ja muiden seurantatietojen pitkän aikavälin muutosten perusteella voidaan päätellä eri osakantojen tilaa suhteessa määriteltyihin tavoitetasoihin (Falkegård ym. 2014; Erkinaro ym. 2016). Tenojoella ei toistaiseksi mitata jokeen nousevaa kokonaiskalamäärää, kuten esimerkiksi Tornionjoella kaikuluotaamalla tehdään, mutta toisaalta joidenkin sivujokien nousukalamääriä (videot, luotain) tai kutukalamääriä (sukelluslaskennat) arvioidaan vuosittain (esim. Erkinaro ym. 2016). Kantakohtaisen säätelyn vaatimuksena onkin kantakohtaisten emokalamäärien arviointi, jolloin joen pääuoman alaosan kokonaislohimäärä ei ole yksinään riittävä tieto. Toisaalta nousulohien kokonaismäärä yhdistettynä hyvään saalistietoon, pääuoman sekakantakalastuksen geneettiseen kantamääritykseen sekä muutamien sivujokien nousukala-/kutukalalaskentaan tuottaisi erittäin hyvät arviot eri osapopulaatioiden nousumääristä, kalastuskuolevuudesta ja kutukannasta

Tenon lohien kalastuksen säätely poikkeaa huomattavasti Perämereen laskevien jokien säätelystä. Tenolla säätely tapahtuu suurelta osaltaan joessa, mutta Perämeren jokiin vaeltavien lohien kantakohtainen kalastus käsittää jokien lisäksi rannikkokalastuksen Pohjanlahdella, jonka läpi eri kannat vaeltavat. Lisäksi Itämerellä harjoitetaan edelleen lohien sekakantakalastusta avomerialueella toisin kuin Atlantilla. Toinen merkittävä ero on siinä, että Perämeren lohikantojen geneettiset erot ovat pienempiä kuin Tenolla, mikä takia yksilöiden tunnistaminen lähtöpopulaatioonsa on vaikeampaa kuin Tenolla. Yksittäisten lohikantojen ajallista ja alueellista osuutta Pohjanlahden rannikkokalastuksessa ei vielä tunneta kovin hyvin, mutta tähän on panostettu viime vuosina, joten kantakohtaisen säätelyn edellytykset tulevat luultavasti paranemaan (ks. Lind ym. 2015). Kantakohtaisen lohien kalastuksen toimeenpanolle Perämereen laskevien jokien lohikannoille on olemassa se merkittävä etu, että nousevien lohien lukumäärä on mitattu useissa joissa jo pitkään kalatielaskureilla ja kaiku-luotaamalla sekä Suomessa että Ruotsissa. Myös jokipoikasten tiheyksiä ja alasvaeltavien smolttien määrien pitkäaikaisia vaihteluita on arvioitu säännöllisesti. Sen jälkeen kun Perämeren lohien tunnistus lähtöpopulaatioonsa on saatu luotettavaksi, edellytykset kantakohtaiselle kalastuksen säätelylle ovat erinomaiset. Pohjanlahden rannikon lohienkalastuksen säätely on tosin jo pitkään perustunut arvioon, jonka mukaan tietyt ryhmät, villit ja viljellyt, suuremmat ja pienemmät lohet sekä naaraat ja koiraat, vaeltavat eri aikoina pitkin Suomen rannikkoa, minkä mukaan on määritetty ajallisen säätelyn vyöhykkeet ja sallitut kalastusajat (esim. Romakkaniemi ym. 2003). Perämeren rannikon lohienkalastuksen säätelyä voidaan näin luonnehtia ryhmäkohtaiseksi, mutta ei toistaiseksi kantakohtaiseksi.

Suomen vaeltavien taimenkantojen geneettisessä tunnistuksessa on edistytty lohikantojen tapaan, varsinkin Inarijärveen laskevien jokien ja Suomenlahden meritaimenen osalta (Swatdipong ym. 2010, Koljonen ym. 2014). Meritaimen on kuitenkin uhanalainen laji Suomessa, joten MSY-ajattelun mukaista kalastettavaa taimenta ei ole olemassa lainkaan. Sama koskee järvitaimenta, lukuun ottamatta Inarijärven taimenkantoja. Inarin taimenenen kantakohtaiseen kalastukseen on kuitenkin vielä pitkä matka, koska maksimaalisen poikastuotannon arvioimiseen tarvittava tietopohja ei ole riittävä. Kutemaan nousevien taimenten määriä on laskettu ainoastaan yhden kerran, Juutuassa 2015. Alustavien tulosten mukaan kudulle nousi varsin suuri määrä taimenia, minkä perusteella Inarijärvestä saattaa olla olemassa edellytykset MSY-ajattelun mukaiseen kantakohtaiseen kalastukseen taimenella. Inarijärven taimenen nykyinen kalastus on kuitenkin tyypillistä sekakantakalastusta, jossa eri taimenkantojen yksilöt tulevat saaliiseen varsin tasaisesti alueellisesti ja ajallisesti (Swatdipong ym. 2013). Tästä syystä kantakohtaisen kalastuksen soveltaminen Inarijärven taimeneen on hankalaa. Jokisuilla se kyllä olisi mahdollista, mutta juuri näillä alueilla kalastusta on nykyisellään rajoitettu voimakkaasti.

Kantakohtainen kalastuksen säätely tulee lähivuosikymmeninä yleistymään uhanalaisten lohi- ja taimenkantojen suojelussa. Tämä johtuu poliittisista paineista, jotka kanavoituvat päätöksentekoon erilaisten hallinto-organisaatioiden, esim. NASCO:n kautta. Paineita kantakohtaiseen säätelyyn siirtymisestä voi tulla myös suojelulainsäädännöstä. Merkittävä hidaste kantakohtaisten säätelyjärjestelmien käyttöönotolle on se, että se tarvitsee perustakseen varsin suuria tietovarantoja, jotka vaativat merkittäviä taloudellisia resursseja. Tavoiteltavien suojeluhyötyjen täytyy olla järkevässä suhteessa säätelyjärjestelmään tarvittaviin resursseihin.

6. Viitteet

- Anon. 2011. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a multiannual plan for the Baltic salmon stock and the fisheries exploiting that stock. COM (2011) 470 final
- Anon. 2012. Report of the Fraser River Panel to the Pacific Salmon Commission on the 2008 Fraser River Sockeye Salmon Fishing Season. Fisheries Management Division of the Pacific Salmon Commission.
- Anon. 2014 a. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Raportet fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 6b, 729 s.
- Anon. 2014 b. Treaty Between the Government of Canada and the Government of the United States of America Concerning Pacific Salmon.
- Anon. 2015. Status of the River Tana Salmon Populations 2015. Report 1 – 2015 of the Working Group on Salmon Monitoring and Research in the Tana River System. 105 s.
- Bradbury, I.R., Hamilton, L.C., Rafferty, S., Meerburg, D., Poole, R., Dempson J.B., Robertson, M. J., Reddin, D.G., Bourret, V., Dionne, M., Chaput, G., Sheehan T.F., King, T.L., Candy, J.R. & Bernatchez, L. 2014. Genetic evidence of local exploitation of Atlantic salmon in a coastal subsistence fishery in the Northwest Atlantic. *Canadian journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72: 1-13.
- Beacham, T. D., Lapointe, M., Candy, J. R., Miller, K. M. & Withler, R. E. 2004. DNA in action: Rapid application of DNA variation to sockeye salmon fisheries management. *Conservation Genetics* 5: 411–416.
- Carney, J. M. & Adkinson, M. D. 2014. Evaluating Performance of Two Salmon Management Strategies using Run Reconstruction. *North American Journal of Fisheries Management* 34: 159–174.
- Cefas & Environmental Agency 2014. Annual Assessment of Salmon Stocks and Fisheries in England and Wales, 2013. Preliminary assessment prepared for ICES.
- Conitz, J. M., Howard, K. G. & Evenson, M. J. 2015. Escapement Goal Recommendations for Select Arctic–Yukon–Kuskokwim Region Salmon Stocks, 2016. Alaska Department of Fish and Game Divisions of Sport Fish and Commercial Fisheries. Fishery Manuscript Series No. 15-08.
- Dann, T. H., Habicht, C., Baker, T. T. & Seeb, J. E. 2013. Exploiting genetic diversity to balance conservation and harvest of migratory salmon. *Canadian journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70: 785-793.
- Dann, T. H., Habicht, C., Jasper, J. R., Hoyt, H. A., Barclay, A. W., Templin, W. D., Baker, T. T., West, F. W., & Fair, L. R. 2009. Genetic Stock Composition of the Commercial Harvest of Sockeye Salmon in Bristol Bay, Alaska, 2006-2008. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Management Manuscript Series No. 09-06.
- DFO 2005. Canada's Policy for Conservation of Wild Pacific Salmon. Fisheries and Oceans Canada 2005.
- DFO 2014. Pre-season run size forecasts for Fraser River Sockeye (*Oncorhynchus nerka*) Salmon in 2014. Canadian Science Advisory Secretariat. Science Response 2014/040.
- English, K. K., Edgell, T. C., Bocking, R. C., Link, M. R. & Raborn, S W. Fraser River Sockeye Fisheries and Fisheries Management and Comparison with Bristol Bay Sockeye Fisheries. The Cohen Commission of Inquiry into the Decline of Sockeye Salmon in the Fraser River. Technical Report 7. 190 s.
- Erkinaro, J., Orell, P., Länsman, M., Falkegård, M., Kuusela, J., Kylmäaho, M., Johansen, N., Ollila, J., Haantie, J. & Niemelä, E., 2016. Status of salmon stocks in the rivers Teno/Tana and Näätämöjoki/Neidenelva. ICES Working group on North Atlantic salmon, Working Document no 25, 14 p.
- FAO 2011. Code of Conduct for Responsible Fisheries. 91 s.
- Falkegård, M., Hindar, K., Fiske, P., Erkinaro, J., Orell, P., Niemelä, E., Kuusela, J., Finstad, A.G. & Foldvik, A. 2014. Revised first generation spawning targets for the Tana/Teno river system. NINA Report 1087, 68 s.
- Forseth, T. Fiske, P., Barlaup, B., Gjøsæter, H, Hindar, K & Diserud, O.-H. 2013. Reference point based management of Norwegian Atlantic salmon populations. *Environmental Conservation* 40: 356–366.
- Gabriel, W. L. & Mace, P. M. 1999. A review of biological reference points in the context of the precautionary approach. In Proceedings of the Fifth National Stock Assessment Workshop. Providing scientific advice to implement the precautionary approach under Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. Edited by V.R. Restrepo. U.S. Department of Commerce, National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Memorandum NMFS/SPO-40. P. 34-45.
- Galvin, T. 2002. History of the salmon fisheries of the Pacific northwest coast. Teoksessa Lynch, K. D., Jones, M. L. & Taylor, W. W. (toim.) 2002. Sustaining Salmon Fisheries in Canada and the United States: Recommendations for Policy and Management. American Fisheries Society, 413 s.
- Garcia, S. M. 1996. The precautionary approach to fisheries and its implications for fishery research, technology and management: an updated review. FAO Fisheries Technical Paper No. 350, Part 2.
- Hauge, M. J., Patterson, D. A. 2007. Quantifying the Sensitivity of Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) Management Adjustment Models to Uncertainties in Run Timing, Run Shape and Run Profile. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2776.

- Hess, J. E., Whiteaker, J. M., Fryer, J. K. & Narum, S. R. 2014. Monitoring Stock-Specific Abundance, Run Timing, and Straying of Chinook Salmon in the Columbia River Using Genetic Stock Identification (GSI). *North American Journal of Fisheries Management*, 34:1, 184–201.
- Jensen, A.J., Zubchenko, A.V., Heggberget, T.G., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Kuzmin, O., Loenko, A.A., Lund, R.A., Martynov, V.G., Nøesje, T.F., Sharov, A.F. & Økland, F. 1999. Cessation of the Norwegian drift net fishery: changes observed in Norwegian and Russian populations of Atlantic salmon. *ICES Journal of Marine Science* 56: 84–95.
- Koljonen, M.-L. 2006. Annual changes in the proportions of wild and hatchery Atlantic salmon (*Salmo salar*) caught in the Baltic Sea. *ICES journal of Marine Science* 63: 1274–1285.
- Koljonen, M.-L., Gross, R. & Koskiniemi, J. 2014. Wild Estonian and Russian sea trout (*Salmo trutta*) in Finnish coastal sea trout catches: results of genetic mixed-stock analysis. *Hereditas* 151 : 177 –195.
- Lind, E., Dannewitz, J., Palm, S., Romakkaniemi, A., Prestergaard, T., Östergren, J., 2015. Genetisk struktur hos lax i Torneälven och Kalixälven – med speciellt fokus på uppvandringstid hos vuxen lax från olika delar av Torneälven. Memorandum Dnr: SLU.aqua.2014.4.1-297. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquatic Resources, Drottningholm, Sweden, 20 s.
- MacDonald, B.L. & Grant, S.C.H 2012. Pre-season run size forecasts for Fraser River Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in 2012.). DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/011
- Milner, G. B., Teel, D. J., Utter, F. M., & Winans, G. A. 1985. A genetic method of stock identification in mixed populations of Pacific salmon, *Oncorhynchus* spp. *Mar. Fish. Rev.* 47: 1–8.
- NASCO 1998. North Atlantic Salmon Conservation Organisation. Agreement on the adoption of a precautionary approach. Report of the 15th annual meeting of the Council. CNL(98)46.
- NASCO 2002. Decision structure for the management of North Atlantic salmon fisheries. NASCO Council Document. CNL 31.332.
- NASCO 2007. Ad Hoc Review Group. Atlantic Salmon Management Strategy for Northern Ireland and the Cross Border Foyle and Carlingford Catchments To Meet the Objectives of NASCO Resolutions and Agreements. Implementation Plan. EU-UK (Northern Ireland). IP(07)11 FINAL.
- NASCO 2009. NASCO Guidelines for the Management of Salmon Fisheries. NASCO Council Document. CNL(09)43.
- NASCO 2013 a. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. Denmark (in respect of the Faroe Islands and Greenland) - Greenland. NASCO Council Document. CNL(13)40.
- NASCO 2013 b. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. NASCO Council EU-Ireland. NASCO Council Document. CNL(13)44.
- NASCO 2013 c. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. Russian Federation. NASCO Council Document. CNL(13)46.
- NASCO 2013 d. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. EU-UK (Northern Ireland). NASCO Council Document. CNL(13)47.
- NASCO 2013 e. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. Norway. NASCO Council Document. CNL(13)48.
- NASCO 2013 f. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. Canada. NASCO Council Document. CNL(13)51.
- NASCO 2013 g. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. EU-UK (England and Wales). NASCO Council Document. CNL(13)52.
- NASCO 2013 h. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. Denmark (in respect of the Faroe Islands and Greenland) - Faroe Islands. NASCO Council Document. CNL(13)53.
- NASCO 2014 a. NASCO Implementation Plan for the period 2013-18. EU - UK (Scotland). NASCO Council Document. CNL(14)60.
- NASCO 2014 b. Annual Progress Report on Actions Taken Under Implementation Plans for the Calendar Year 2013. EU-UK (Northern Ireland). NASCO Council Document. CNL(14)27.
- NASCO 2014 c. Annual Progress Report on Actions Taken Under Implementation Plans for the Calendar Year 2013. Russian Federation. NASCO Council Document CNL(14)29.
- NASCO 2014 d. Annual Progress Report on Actions Taken Under Implementation Plans for the Calendar Year 2013. Canada. NASCO Council Document. CNL(14)37.
- NASCO 2014 e. Annual Progress Report on Actions Taken Under Implementation Plans for the Calendar Year 2013. EU-UK (England and Wales). NASCO Council Document. CNL(14)39.
- NASCO 2014 f. Management approach to salmon fisheries in Norway. NASCO Council Document. CNL(14)45.
- NASCO 2014 g. Management approach to salmon fisheries in Scotland. NASCO Council Document. CNL(14)50.

- NASCO 2014 h. Management of single and mixed-stock fisheries, with particular focus on fisheries on stocks below their conservation limits. EU-UK (England and Wales). NASCO Council Document. CNL(14)51.
- NASCO 2014 i. Management of single and mixed-stock fisheries, with particular focus on fisheries on stocks below their conservation limits. EU-Ireland. NASCO Council Document. CNL(14)67.
- NASCO 2014 j. Recent investigations into the stock composition of the Norwegian and Russian coastal salmon fisheries (the Kolarctic salmon project). Tabled by the Russian Federation. NASCO Council Document. CNL(14)41.
- NASCO 2014 k. Recent investigations into the stock composition of coastal fisheries in Scotland. NASCO Council Document. CNL(14)49.
- NASCO 2014 l. The management approach to North Atlantic salmon fisheries in Finland. Example from the River Teno. NASCO Council Document CNL(14)47.
- Ó Maoiléidigh, N., McGinnity, P., Prévost, E., Potter, E. C. E., Gargand, P., Crozier, W. W., Mills, P. & Roche, W. 2004. Application of pre-fishery abundance modeling and Bayesian hierarchical stock and recruitment analysis to the provision of precautionary catch advice for Irish salmon (*Salmo salar* L.) fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1370-1378 (2004).
- Pestal, G., Huang, A-M., Cass, A. and the FRSSI Working Group. 2012. Updated Methods for Assessing Harvest Rules for Fraser River Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*). DFO. Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/133.
- Romakkaniemi, A., Perä, I., Karlsson, L., Jutila, E., Carlson, U. & Pakarinen, T. 2003. Development of wild Atlantic salmon stocks in the rivers of the northern Baltic Sea in response to management measures. *ICES Journal of Marine Science* 60: 1–14.
- Romakkaniemi, A., Haapasaari, P., Karjalainen, T & Erkinaro, J. 2012. Lohikantojen ja kalastuksen kansalliset arviointi- ja säätelyjärjestelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen työraportteja 28/2012.
- Schindler, D.E., Hilborn, R., Chasco, B., Boatright, C.P., Quinn, T.P., Rogers, L.A., and Webster, M.S. 2010. Population diversity and the portfolio effect in an exploited species. *Nature* 465: 609–612.
- Schmidt, S., Garcia, S. & Carroll, H. Yukon 2015. River King Salmon Stock Status, Action Plan and Summer Chum Salmon Fishery, 2015; a Report to the Alaska Board of Fisheries. Alaska Department of Fish and Game Divisions of Sport Fish and Commercial Fisheries. Special Publication No. 15–20.
- SSC 2014. The Status of Irish Salmon Stocks in 2013 with Precautionary Catch Advice for 2014. The Standing Scientific Committee on Salmon. Independent Scientific Report to Inland Fisheries Ireland. <http://www.fisheriesireland.ie/fisheries-management-1/449-the-status-of-irish-salmon-stocks-in-2013-with-precautionary-catch-advice-for-2014>
- The Foyle area (Control of Fishing) Regulations 2010. <http://www.legislation.gov.uk/nisr/2010/199/introduction/made>
- Swatdipong, A., Vasemägi, A., Niva, T., Koljonen, M-L., Primmer, C.R. 2010. High level of population genetic structuring in lake-run brown trout, *Salmo trutta*, of the Inari Basin, northern Finland. *Journal of Fish Biology* 77, 2048–71.
- Swatdipong, A., Vasemägi, A., Niva, T., Koljonen, M-L., Primmer, C.R. 2013. Genetic mixed-stock analysis of lake-run brown trout *Salmo trutta* fishery catches in the Inari Basin, northern Finland: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology* 83, 598–617.
- Thin, A., Hope, J. & Francis, M. 2014. Report of the Wild Fisheries Review Panel, October 2014.
- Vähä, J.-P., Erkinaro, J., Niemelä, E. & Primmer, C. 2007. Life-history and habitat features influence the within-river genetic structure of Atlantic salmon. *Molecular Ecology* 16: 2638–2654.
- Vähä, J.-P., Wennevik, V., Ozerov, M., Fernandez, R. D., Unneland, L., Haapanen, K., Niemelä, E., Svenning, M. S., Falkegård, M., Prusov, S., Lyzhov, I., Rysakova, K., Kalske, T., Christiansen, B. & Ustyuzhinsky, G. 2014. Genetic structure of Atlantic salmon in the Barents region and genetic stock identification of coastal fishery catches from Norway and Russia. Kolarctic ENPI CBC –Kolarctic salmon project (KO197) Report, 95 s.
- Vähä, J.-P., Erkinaro, J., Falkegård, M., Orell, P. & Niemelä, E. 2016. Genetic stock identification of Atlantic salmon and its evaluation in a large population complex. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (painossa, julkaistu verkossa 27.7. 2016, 10.1139/cjfas-2015-0606).



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000