



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2021

Ponttoonirysästä vapautettujen lohien eloonjäänti

Timo Ruokonen, Petri Suuronen, Johan Niskanen, Marko Salminen,
Henni Pulkkinen, Jyrki Torniainen ja Jaakko Erkinaro

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2021

Ponttoonirysästä vapautettujen lohien eloonjäänti

Timo Ruokonen, Petri Suuronen, Johan Niskanen, Marko Salminen, Henni Pulkkinen,
Jyrki Torniainen ja Jaakko Erkinaro

Viittausohje:

Ruokonen, T., Suuronen, P., Niskanen, J., Salminen, M., Pulkkinen, H., Torniainen, J. & Erkinaro, J. 2021. Ponttoonirysästä vapautettujen lohien eloonjäänti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 18/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 26 s.

Timo Ruokonen, ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0001-5970-4350>



ISBN 978-952-380-171-4 (Painettu)

ISBN 978-952-380-172-1 (Verkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-172-1>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Timo Ruokonen, Petri Suuronen, Johan Niskanen, Marko Salminen, Henni Pulkkinen, Jyrki Torniainen ja Jaakko Erkinaro

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2021

Julkaisuvuosi: 2021

Kannen kuva: Timo Ruokonen

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Timo Ruukonen¹⁾, Petri Suuronen²⁾, Johan Niskanen¹⁾, Marko Salminen¹⁾, Henni Pulkkinen³⁾, Jyrki Torniaainen⁴⁾ ja Jaakko Erkinaro³⁾

¹⁾ Luonnonvarakeskus, Survontie 9A, 40500 Jyväskylä

²⁾ Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

³⁾ Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksentie 3, 90570 Oulu

⁴⁾ Avoimen tiedon keskus, Jyväskylän yliopisto

Tutkimuksessa selvitettiin suomalaisten rannikkokalastajien rysistä vapautettujen luonnonlohien eloonjäantiä ja vaelluskäyttäytymistä kesällä 2020 Selkämerellä (Merikarvia, Pori), eteläisellä Perämerellä (Luoto) ja Perämeren pohjukassa (Ajos) merkittyjen lohien avulla. Nuoliantkurimerkillä merkityjä luonnonlohia vapautettiin ponttoonirysistä (PU-rysä), joissa käytettiin joko koentakourua tai koentasukkaa. Lisäksi kaloja merkittiin ja vapautettiin perinteisistä laatikkoperäryksistä, joita on edelleen käytössä Luodossa. Pyynnin ja vapauttamisen aiheuttamaa kuolleisuutta arvioitiin käyttämällä vertailukohtana Itämeren lohikantamallin tuottamia kalastuskuolevuusarvioita. Lisäksi selvitettiin lohien viimeisimmän kasvukauden syönnösalueta suomista tehtyjen hiilen ja typen isotooppianalyysien avulla, sekä tutkittiin merkittyjen lohien ulkoisten vaurioiden määriä ja vauriotyyppejä.

PU-rysäällä pyydystyksen ja rysästä vapauttamisen aiheuttama kuolleisuus arvioitiin olevan usean merivuoden lohilla suurimmillaan 21–26 %, ja yhden merivuoden lohilla 19 %. Pääosa merkityistä lohista oli silmämääräisesti hyväkuntoisia, mutta jonkin verran havaittiin vaurioita, jotka ovat todennäköisimmin seurausta pyynnistä ja käsittelystä. Koentakaukalolla varustetulla PU-rysäällä pyydetyissä kaloissa oli enemmän pyydysten aiheuttamia pinnallisia vaurioita kuin koentasukalla varustetuista rysistä merkityillä kaloilla.

Isotooppianalyysin perusteella Merikarvialta ja Porista pyydetyistä kaloista noin kolmasosa oli syönnöstänyt Itämeren pääaltaalla. Muilla merkintäalueilla pääaltaalla syönnöstäneiden yksilöiden osuus oli pienempi, suurimman osan arvioitiin syönnöstäneen viimeisimmän kasvukauden aikana Selkämeren alueella.

Rannikko- ja jokikalastuksesta saatujen merkkipalautusten osuus eri alueilla merkityistä lohista oli keskimäärin 13 %, mikä oli selvästi vähemmän kuin vuosien 2001–2002 tutkimuksessa (keskimäärin 40 %). Merkittävin eroja selittävä tekijä on todennäköisesti rannikkokalastuksen pyyntiponnistuksen ja kalastuskuolevuuden selvä pieneneminen viimeisen 20 vuoden aikana. Rysiä on nykyisin oleellisesti vähemmän pyynnissä Selkämerellä, Merenkurkussa ja eteläisellä Perämerellä, joten lohien todennäköisyys joutua rannikolla saaliiksi on nykyisin huomattavasti pienempi kuin 20 vuotta sitten.

Vuosien 2001–2002 tutkimuksessa Pohjanlahden rannikon perinteisestä laatikkoperäryksistä vapauttamisesta aiheutuva lohien kuolleisuus arvioitiin hieman alhaisemmaksi (4–21 %) kuin tässä tutkimuksessa, kun taas Ruotsissa 2010-luvulla PU-rysäillä tehdyissä tutkimuksissa kuolleisuus on ollut selvästi suurempaa (47–88 %). Mahdollisia syitä kuolevuusarvioiden eroihin voivat olla erilaiset kalojen käsittelytavat, merkintämenetelmät ja ympäristöolosuhteet, lähinnä veden lämpötila tutkimuksen aikana.

Asiasanat: kalastus, kalastuksen säätely, kalastustekniikka, lohi, rannikkokalastus

Överlevnaden av lax som släppts från pontonfällor

Sammanfattning

Timo Ruokonen¹⁾, Petri Suuronen²⁾, Johan Niskanen¹⁾, Marko Salminen¹⁾, Henni Pulkkinen³⁾, Jyrki Torniainen⁴⁾ ja Jaakko Erkinaro³⁾

¹⁾ Naturresursinstitutet, Survontie 9A, 40500 Jyväskylä

²⁾ Naturresursinstitutet, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

³⁾ Naturresursinstitutet, Paavo Havaksentie 3, 90570 Oulu

⁴⁾ Avoimen tiedon keskus, Jyväskylän yliopisto

I denna studie undersöktes överlevnaden och migrationsbeteendet hos vild lax som släppts fri från finska kustfiskares ryssjor sommaren 2020 i Bottenhavet (Sastmola, Björneborg), södra Bottenviken (Larsmo) och norra Bottenviken (Ajos). Vild lax märkt med ett pilankringsmärke frisläpptes från pontonfällor (PU-fälla) som var utrustade med endera en plastränna eller en vittjningspåse. Dessutom märktes lax fångad i traditionella laxryssjor, som fortfarande används i Luoto. Dödligheten bland frisläppt lax uppskattades med hjälp av de fiskedödlighetsberäkningar som baserar sig på den baltiska laxbeståndsmodellen. Dessutom bestämdes laxens tillväxtområde under senaste tillväxtperiod med hjälp av kol- och kväveisotopanalyser av fiskfjäll. Typer av yttre skador på märkta fisken studerades.

Dödligheten bland lax, som fångats i PU-fälla och sedan släppts fri, uppskattades vara högst 21–26 % för flerårig (MSW) lax och 19 % för ettårig (1SW) lax. Majoriteten av de märkta fiskarna var visuellt i gott skick, men man kunde observera viss skada, troligen som resultat av fångst och hantering. De fiskar som fångats med vanlig PU-fälla hade mer ytlig skada än de som fångats med fällor med vittjningspåse.

Enligt isotopanalysen hade ungefär en tredjedel av fisken som fångats från Sastmola och Björneborg vuxit till sig i Östersjöns huvudbassäng. I andra märkningsområden var andelen av individer från Östersjöns huvudbassäng lägre; de flesta beräknades ha tillbringat den senaste tillväxtsången i Bottenhavet.

Återsändningsprocenten av märken i denna studie (13%) var klart lägre jämfört med motsvarande undersökning som utfördes inom samma område åren 2001–2002 (i genomsnitt 40%). Förmodligen är den viktigaste faktorn som förklarar skillnaderna den tydliga nedgången i kustfiskeaktivitet och fiskedödlighet under de senaste 20 åren. För närvarande finns det betydligt mindre mängder laxryssjorna i Bottenhavet, Kvarken och södra Bottenviken, så sannolikheten för att lax fångas vid kusten är nu betydligt lägre än för 20 år sedan.

I 2001–2002 års studie uppskattades laxdödligheten i traditionella laxryssjor vid Bottenhavet vara något lägre (4–21 %) än i denna studie. Däremot i svenska studier under 2010-talet har dödligheten bland frisläppt lax från PU-fällor varit signifikant högre (47–88 %). Möjliga orsaker till skillnaden mellan våra och de svenska dödlighetsuppskattningarna kan vara olika hantering av fisk, märkningsmetoder och miljöförhållanden, främst vattentemperatur under studien.

Nyckelord: fiske, fiskereglering, fisketeknik, lax, kustfiske

Sisällys

1. Johdanto	6
2. Aineisto ja menetelmät	7
2.1. Tilastolliset menetelmät	10
3. Tulokset	14
3.1. Merkintämäärät ja merkittyjen kalojen kokojakauma	14
3.2. Merkkipalautusmäärät, paikat, kuljettu matka, suunta ja aika	15
3.3. Rysästä vapautettujen lohien elonjäänti.....	18
3.4. Lohien syönnösalueet	19
3.5. Merkittyjen lohien vauriot.....	21
4. Tulosten tarkastelu	22
Viitteet	25

1. Johdanto

Itämeren kaupallisella lohenkalastuksella on ollut Euroopan komission vahvistama poikkeus saaliin purkamisvelvoitteesta koskien lohien vapauttamista rysästä. Poikkeus on perustunut perinteisistä rysistä vapautettujen lohien todennettuun korkeaan eloonjääntiin (Siira ym. 2002, 2006). Poikkeus mahdollistaa sellaisen kalastusmallin, jossa lohta kalastetaan valikoivasti siten, että luonnonlohien vapautetaan pyydyksestä ja ainoastaan istutetut eväleikatut lohet otetaan saaliiksi tai jossa lohet muusta syystä vapautetaan pyydyksestä. Esimerkiksi jos rysillä pyydetään siikaa ja lohi tulee sivusaaliina, se voidaan vapauttaa.

Valtioneuvoston asetus (236/2017) lohenkalastuksen rajoituksista kieltää lohien valikoinnin Suomen aluevesillä harjoitettavassa kaupallisessa lohenkalastuksessa ja kaikki isorysään jääneet lohet on valikoimatta otettava saaliiksi lukuun ottamatta alamittaisia ja hylkeen tai merimetson vahingoittamia lohia. Poikkeus purkamisvelvoitteesta on kuitenkin otettu käyttöön siten, että jos toimijakohtainen lohikiintiö täyttyy tai alkukauden saalisrajoitus (25 % kiintiöstä) täyttyy, tulee kalastajan vapauttaa kiintiömäärän ylittäneet lohet.

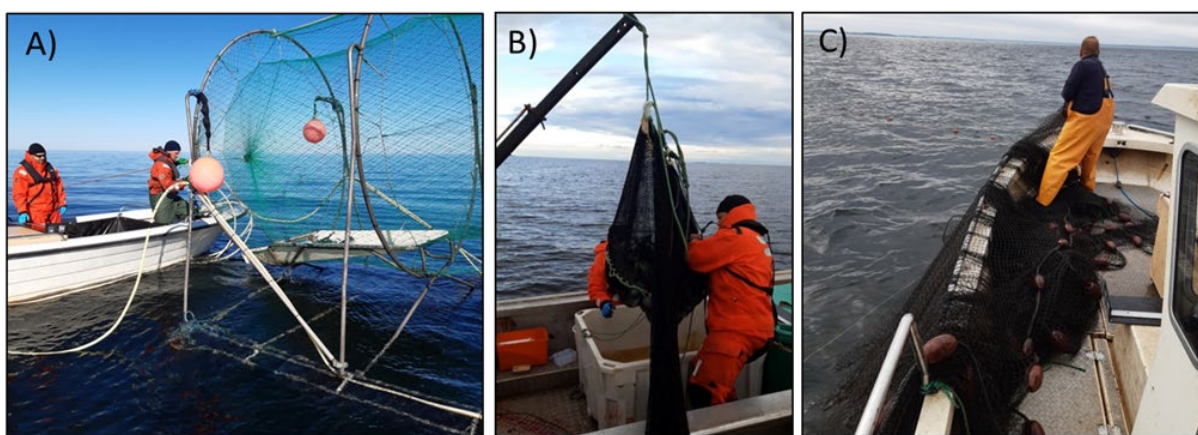
Euroopan komission tieteellis-teknis-taloudellisen kalastuskomitean (STECF) mukaan on tarpeen selvittää ponttoonirysistä (PU-rysä) vapautettujen lohien eloonjääntiä, koska PU-rysästä on tullut käytetyimpiä lohipydyksiä Itämerellä, ja niistä vapautettujen lohien eloonjäänti voi poiketa merkittävästi perinteisistä rysistä vapautettujen lohien eloonjäännistä (STECF 2020). Eloonjäännin todennäköisyyden pitää olla korkea, jotta poikkeusta voidaan jatkaa.

Vuosina 2001–2002 Pohjanlahdella tehdyssä lohien merkintätutkimuksessa perinteisestä laatikkoperärysästä vapauttamisesta aiheutuva kuolleisuus arvioitiin alhaiseksi (4–21 %), eikä toistuvat vapauttamiset nostaneet lohien kuolleisuutta merkittävästi (Siira ym. 2006). Myös aiemmissa Perämeren jokisuilla tehdyissä telemetriatutkimuksissa rysillä pyydettyjen ja merkittyjen lohien kuolleisuus on ollut alhainen (Rivinoja ym. 2001; Jokikokko 2002). Viime vuosina Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa on kuitenkin havaittu, että PU-rysästä vapautettujen lohien eloonjäänti saattaisi olla oleellisesti alhaisempaa kuin aiemmissa tutkimuksissa, joissa lohet merkittiin ja vapautettiin perinteisistä rysistä. Telemetriamenetelmällä merkittyjen ja seurattujen lohien kuolleisuus on näissä tutkimuksissa ollut jopa 47–88 % (Östergren ym. 2020).

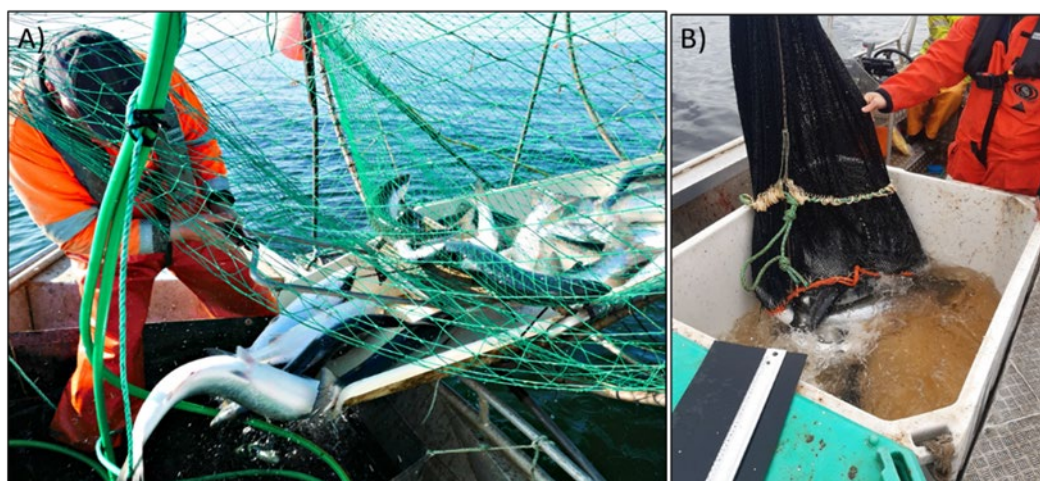
Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Pohjanlahden Suomen rannikkokalastuksessa rysistä vapautettavien luonnonlohien eloonjääntiä ja vaelluskäyttäytymistä. PU-rysästä pyydystetyjä lohia merkittiin nuolianskurimerkillä. Molemmat nykyisin käytössä olevat PU-rysästä tyhjenysmenetelmät, koentakouru ja koentasukka, olivat mukana tässä tutkimuksessa. Lisäksi merkittiin vähäinen määrä perinteisellä laatikkoperärysästä pyydettyjä lohia. Vapauttamisen aiheuttamaa lisäkuolleisuutta arvioitiin käyttämällä vertailukohtana Itämeren lohimallin tuottamia kalastuskuolevuusarvioita lohien vaellusmatkalla Pohjanlahdella ja jokialueilla (ICES 2019). Lisäksi lohien viimeisimmän kasvukauden syönnösaluetta selvitettiin suomista tehtyjen hiilen ja typpien isotooppianalyyysien avulla. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös merkittyjen lohien ulkoisten vaurioiden määrää ja vauriotyyppejä.

2. Aineisto ja menetelmät

Ponttooniryssästä vapautettavien lohien eloonjääntä tutkittiin kesällä 2020 kahdella eri alueella, joissa on käytössä erilainen koentatekniikka (kuva 1). Suomessa yleisimmin käytössä olevassa tavassa koko saalis lasketaan ylös nostetun PU-rysan koentakourusta (kuva 1A) veneessä olevaan vesipaljuun tai vedellä täytettyyn pressualtaaseen (kuva 2A). Toisessa tavassa loheta nostetaan rysän noston aikana vedessä olevalla koentasukalla (solmuton havas, pituus useita metrejä) veneessä olevaan vesipaljuun (kuvat 1B & 2B). Nostosukalla tapahtuvassa koennassa saalis voidaan ottaa useissa erissä ylös. Lisäksi tutkimuksessa merkittiin erä lohia perinteisistä laatikkoperäryksistä (kuva 1C), joita käytetään edelleen Pohjanmaan rannikolla. Tässä tavassa rysän perä kiristetään käsin siten, että saaliskalat ajautuvat perän tiukentuneeseen nurkkaan, josta ne nostetaan käsin tai haavilla veneessä olevaan kala-astiaan.



Kuva 1. Koentakourulla varustetun PU-rysan tyhjennys (A), koentasukalla varustetun PU-rysan koenta nosturin avulla (B) ja laatikkoperäryksän koenta (C).

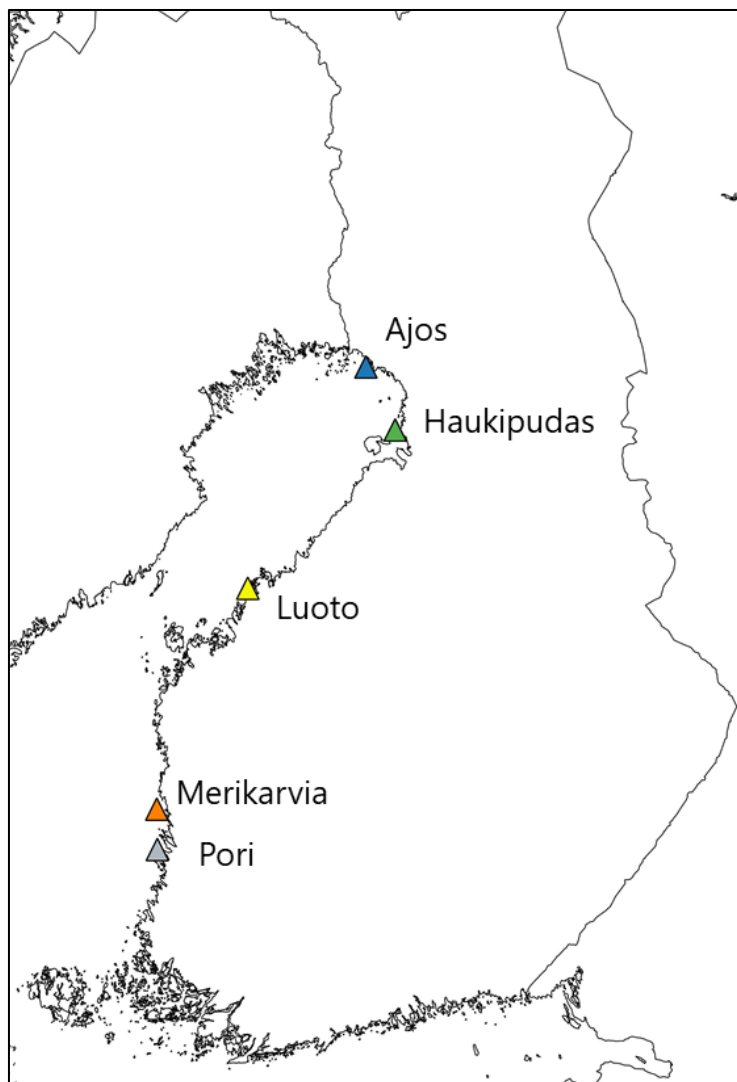


Kuva 2. PU-rysan tyhjennys koentakourun kautta vedellä osittain täytettyyn pressualtaaseen (A) ja koentasukan tyhjennys vedellä osittain täytettyyn vesipaljuun (B).

Vapautettavien luonnonlohien eloonjääntä tutkittiin merkitsemällä kaupallisten kalastajien rysistä vapautetut rasvaevälliset luonnonloheta yksilömerkillä. Tutkimuksessa käytettiin samantyyppistä merkintäteknikkaa ja koeasetelmaa kuin Pohjanlahdella vuosina 2001–2002 tehdyssä eloonjääntitutkimuksessa (Siira ym. 2002, 2006). Tavoitteena oli merkitä vähintään 500 PU-ryssästä vapautettavaa luonnonlohta Pohjanlahden rannikolla siten, että lohien

merkintäajankohta ja merkintämäärä vastaavat mahdollisimman hyvin kaupallisen lohien kalastuksen normaalia saaliin ajallista ja alueellista jakaumaa.

Merkinnät tehtiin Pohjanlahdella kolmella eri alueella: (1) Selkämerellä Porin-Merikarvian edustalla (PU-rysät koentakourulla), (2) Etelä-Perämerellä Luodon edustalla (laatikkoperärysät) ja (3) Pohjois-Perämerellä Ajoksen ja Haukiputaan edustalla (PU-rysät koentasukalla) (kuva 3, taulukko 1). Luodossa ei ollut käytössä PU-rysiä, joten merkinnät tehtiin perinteisistä laatikkoperärysistä vapautetuista lohista. Veden lämpötila lohien merkinnän aikana vaihteli 10–15 °C välillä siten, että merkintäjaksun alussa Merikarvialla ja Porissa vesi oli viileintä ja lämpimintä jaksun lopulla Ajoksessa.



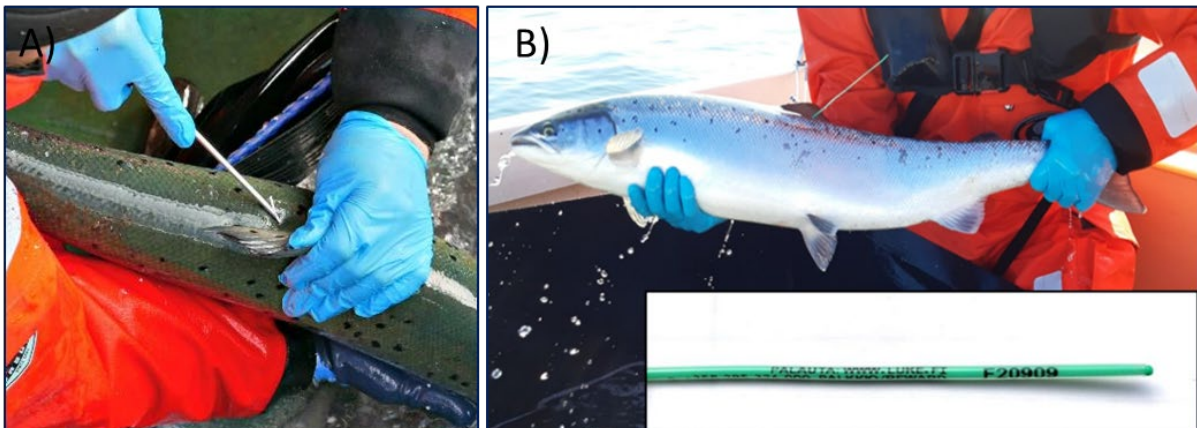
Kuva 3. Lohien merkintäpaikat.

Taulukko 1. Lohien merkintäajankohdat ja -paikat kesällä 2020.

viikko	Merikarvia-Pori	Luoto	Haukipudas	Ajos
21	11	-	-	-
22	27	-	-	-
23	103	-	-	-
24	109	-	-	-
25	-	-	-	-
26	-	24	-	-
27	-	39	-	-
28	-	-	5	208
29	-	-	-	33
yhteensä	250	63	5	241

Merkkinä käytettiin lohien selkäevän alapuolelle eväruotojen väliin metallisella asettimella kiinnitettävää yksilönumeroitua vihreää nuoliankkurimerkkiä (Hallprint, Australia; kuva 4). Luonnonvarakeskus toimi yhteistyössä kalastajien kanssa siten, että varsinaisen merkinnän teki Luonnonvarakeskuksen merkintään koulutettu henkilökunta. Rysien koenta ja kalojen käsittely merkintään saakka tehtiin samalla tavalla kuin kalastajat sen normaalisti tekisivät. Merkittyjen lohien kokojakauma vastasi pääosin rysistä saadun saaliin kokojakaumaa; merkittäväksi otettuja kaloja ei valikoitu kalan koon tai kunnan perusteella. Merkittävät lohet mitattiin ja niissä havaitut vauriot (esim. irronneita suomuja, verenpurkauksia, haavaumia, evävauriota) kirjattiin muistiin Ruokaviraston kanssa määritellylle lomakepohjalle. Vapautettavilta kaloilta otettiin myös suomunäyte iänmäärittystä ja isotooppianalyysejä varten. Vain rasvaevällisiä luonnonlohia merkittiin.

Yhteistyökaloastajille korvattiin vapautetuista lohista vuoden 2019 alueellisen tuottajahinnan (Suomen virallinen tilasto: kalan tuottajahinta) mukainen korvaus. Vapautettuja lohia ei laskettu kalastajan saaliskiintiöön, ja ne vapautettiin ELY-keskuksen kalastuslain 47 §:n perusteella myöntämän poikkeusluvan nojalla.



Kuva 4. (A) Lohien merkintä nuoliankkurimerkillä, ja (B) nuolimerkki ja merkityn lohien vapauttaminen.

Tutkimuksen tulosten edustavuuden kannalta oli oleellisen tärkeää, että niin kaupalliset kuin vapaa-ajan kalastajat palauttivat tiedot pyydyksistään saaliiksi saaduista merkityistä lohista. Luonnonvarakeskuksen merkintätoimistoon palautetuista merkeistä maksettiin 25 € palkkio, joka on normaalia merkkipalautuspalkkiota (5 €) selvästi korkeampi. Sen oletettiin parantavan merkkipalautushalukkuutta. Tutkimuksesta tiedottaminen oli keskeisen tärkeää, joten eri kalastajaryhmiä informoitiin merkkipalautuksen tärkeydestä useita kanavia hyödyntäen. Merkinnoista tiedotettiin laajasti mm. Suomen Ammattikalastajaliiton, alueellisten kalatalousryhmien ja eri medioiden välityksellä. Vapaa-ajankalastajien tiedottaminen merkinnöistä ja ohjeistaminen saaliiksi saatujen merkittyjen kalojen käsittelyyn sekä dokumentointiin tehtiin tiedottamalla tutkimuksesta mm. sosiaalisessa mediassa (FB, Twitter), harrastelehdissä (mm. Erä, Vetouistelu), lupamyynnin yhteydessä (lupamyynnin nettisivut ja tiedote lupamyyntipaikoille) ja Suomen vapaa-ajankalastajien keskusjärjestön sekä Kalatalouden keskusliiton verkostojen kautta. Lisäksi hankkeesta tiedotettiin ruotsalaisille rysäkalastajille Perämerellä ja vapaa-ajankalastajille Sporfiskarna-järjestön kautta.

Merkittyjen lohien suomuista tehtiin hiilen ($\delta^{13}\text{C}$) ja typen ($\delta^{15}\text{N}$) isotooppianalyysyjä Jyväskylän yliopiston Bio- ja ympäristötieteiden laitoksen isotooppilaboratoriossa. Tulosten perusteella voidaan arvioida missä lohet ovat liikkuneet syönnösvalloillaan (ks. Torniainen ym. 2014). Suomuista leikattiin analyysiä varten viimeisin merivaiheen kasvuvyöhyke suomun ulkoreunalta, jotta suomun keskellä oleva poikasvaiheen makeanveden leima ei vaikuta tuloksiin. Analyysit tehtiin kaikista saaduista merkkipalautuskaloista, joista suomunäyte oli saatavilla (68 näytettä). Palautettujen yksilöiden isotooppiarvoja verrattiin merkityistä, mutta palauttamattomista kaloista satunnaisesti valittuun 148 yksilön vertailuaineistoon. Syönnösalueiden määrittämisessä käytettiin vertailuaineistona Torniainen ym. (2014) analysoimaa laajaa lohien suomuaineistoa Itämeren pääasiallisilta lohien syönnösalueilta.

Merkintäpaikka- ja merkkipalautuskartat piirrettiin sekä yksilöiden vaeltama matka linnuntietä merkintäpaikalta pyyntipaikalle mitattiin QGIS paikkatieto-ohjelmalla (versio 3.10.8.). Valtakuntien rajojen piirtämiseen käytettiin Euroopan komission geoportaalista (EuroGeographics & UN-FAO) ladattua aineistoa.

2.1. Tilastolliset menetelmät

Rysästä vapautettujen lohien eloonjäännin arviointi

Rysästä vapautettujen lohien eloonjääntiä tarkasteltiin Selkämerellä (Merikarvia-Pori) ja Perämerellä (Ajos) merkittyjen lohien (taulukko 2) osalta käyttämällä Itämeren lohimallin kalastuskuolleisuusestimaatteja vertailukohtana. Luodossa ja Haukiputaalla merkittyjen kalojen ja niistä saatujen merkkipalautusten määrä oli niin pieni, että näiden lohien eloonjääntiä ei arvioitu. Tarkastelussa laskettiin yhdistetty rannikko- ja jokivaelluksen kalastuskuolevuus Perämerelle palaaville villiä alkuperää oleville lohille. Yhdistetyn kalastuskuolevuuden avulla arvioitiin kuinka useasta merkitystä kalasta olisi enintään voitu saada merkkipalautus kyseisellä kalastuskuolevuuden tasolla. Laskelmassa esitetyt estimaatit perustuvat Kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) Itämeren lohi- ja meritaimentyöryhmän (ICES WGBAST) vuoden 2020 kanta-arvioinnissa käytettyyn malliin (ICES 2020), joka on päivitetty vuoden 2019 aineistoilla.

ICES:n lohimallin tuottamia kalastuskuolevuuksia tarkasteltiin ajanjaksolla 2000–2019. Vapautuskuolleisuusarvioita varten vuoden 2020 kalastuskuolevuutta arvioitiin vuosien 2017–2019 lohimallin estimaattien keskiarvona, koska uudemmat 2020 estimaatit ovat saatavilla vasta keväen 2021 kanta-arvion valmistuessa. Lohimallin kalastuskuolevuudet on arvioitu Perämeren

villien lohikantojen (Tornionjoki, Simojoki, Kalixälven, Råneälven) tietojen perusteella. Nämä kannat valittiin, koska Pohjanlahden saaliskyntteistä tehtyjen kantaosuusarvioiden mukaan (Whitlock ym. 2018) noin 80% Selkämerellä pyydetyistä luonnonlohista on peräisin näistä kannoista. Perämeren pohjukassa näiden kantojen osuus luonnonlohista on vieläkin suurempi.

Taulukko 2. Tarkastelussa käytetty merkintä-takaisinpyyntiaineisto vuodelta 2020 sekä vertailun vuoksi myös vuosien 2001 ja 2002 merkkipalautusaineisto Selkämeren ja Perämeren osalta.

Alue	Vuosi	Ikä	Merkitty	Palautettu	Palautus-%
Selkämeri, Pori-Merikarvia	2020	MSW	249	36	14,5 %
Perämeren pohjukka, Ajos	2020	1SW	183	18	9,8 %
Perämeren pohjukka, Ajos	2020	MSW	58	8	13,8 %
Selkämeri	2001	1SW	65	14	21,5 %
Selkämeri	2001	MSW	131	40	30,5 %
Selkämeri	2002	MSW	75	24	32,0 %
Perämeren pohjukka	2001	1SW	151	57	37,7 %
Perämeren pohjukka	2001	MSW	266	113	42,5 %

Rannikkokalastuksen kalastuskuolevuus on pienentynyt merkittävästi kahden viime vuosikymmenen aikana, ja viimeisimpien vuosien estimaatit ovat tarkastelujakson matalimmat (kuva 5). Jokikalastuskuolleisuus on puolestaan kasvanut jonkin verran tarkastelujaksolla (kuva 6), mutta estimaattien epävarmuus on huomattavasti suurempi tarkastelujakson lopulla kuin sen alkupuolella. Yhdistetty rannikko- ja jokikalastuskuolevuus (kuva 7) osoittaa laskevaa trendiä tarkastelujaksolla. Epävarmuus on selvästi suurempaa tarkastelujakson lopussa jakson alkuaan verrattuna.

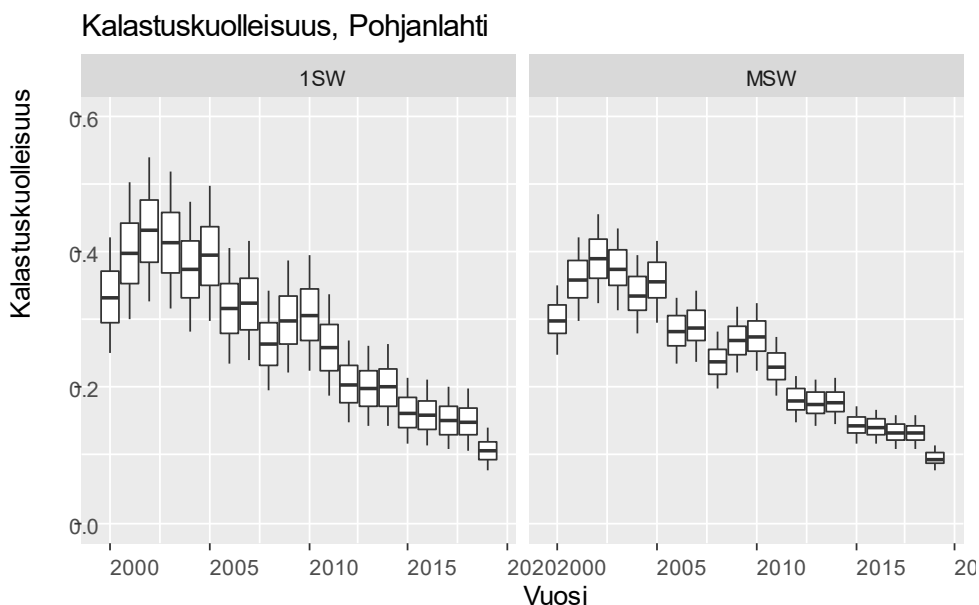
Merkkien palautumisesta tehtiin kaksi oletusta:

1. Merkeistä irtoaa meressä 15 %. Tämä arvio perustuu Siiran ym. (2006) tekemään kokeelliseen selvitykseen.
2. Osa saaliissa saaduista merkeistä jätetään palauttamatta, vaikka kyseessä on erikoismerkki. Merkkipalautuskadon oletettiin olevan asiantuntija-arvioiden ja kirjallisuuden perusteella 20 % sekä rannikkokalastuksessa että jokikalastuksessa (ICES 1998; Hansen & Jacobsen 2006; Siira ym. 2006).

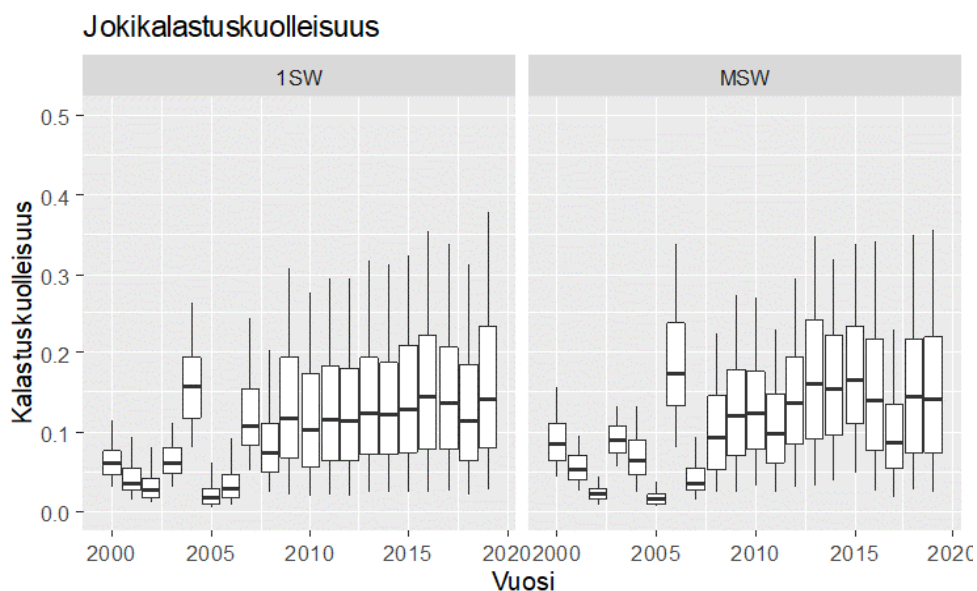
Ajoksessa Perämeren pohjukassa merkittyihin kaloihin kohdistuva rannikkokalastuksen aiheuttama kuolevuus arvioitiin tarkastelemalla raportoidun lohisaaliin jakaumaa Perämeren pohjukan (tilastoruudut 2 ja 3) ja muun Pohjanlahden rannikkosaaliiden kesken. Saaliit jakautuivat suhteessa 47 % / 53 % vuonna 2020.

Lisäksi tarkastelussa otettiin huomioon merkinnästä aiheutuva kuolevuus Siira ym. (2006) tekemän allaskokeen perusteella. Kyseisessä kokeessa seurattiin kolmen kuukauden ajan kahden kalaryhmän eloonjäntiä. Ensimmäisen ryhmän lohet haavittiin, mitattiin ja merkittiin. Kontrollina toimineen ryhmän lohet käsiteltiin muuten samoin kuin ensimmäisessä ryhmässä, mutta niitä ei merkitty. Allaskoeaineiston perusteella arvioitiin muusta kuin merkinnästä johtuvan käsittelykuolevuuden osuutta kokonaiskäsittelykuolevuudesta 1SW ja MSW kaloille erikseen, sillä Siira ym. (2006) havaitsivat, että lohien merkintään liittyvä kuolleisuus erosi kokoluokkien välillä siten, että 1SW kalat kärsivät suuremmasta käsittelykuolleisuudesta (35 %) kuin MSW kalat (20 %). Kunkin ryhmän aineistoon sovitettiin Beta-binomijakautunut Bayes-malli, jossa

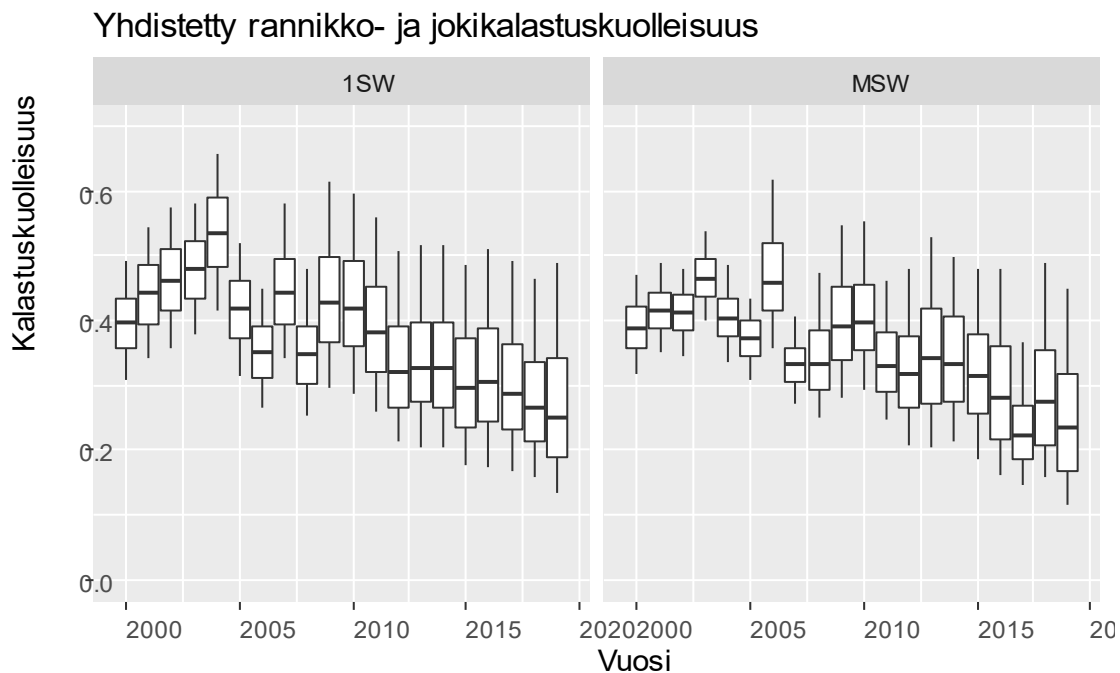
kuolleisuuden epäinformatiiviseksi priorijakaumaksi oletettiin tasajakauma välillä 0–100%. Muusta kuin merkinnästä johtuvan käsittelykuolevuuden osuudeksi estimoitui 27 % (90% tn-väli 16–43 %) 1SW kaloille ja 56 % (31–99 %) MSW-kaloille.



Kuva 5. Pohjanlahden rannikkokalastuksen estimoitu kalastuskuolleisuus vuosina 2000–2019 yhden (1SW) ja usean meritalven (MSW) lohille. Vuosittaisten estimaattien keskellä vaakaviivan esittämä posteriorijakauman mediaani, valkoinen laatikko osoittaa 50 %:n ja pystysuorat janat 90 %:n todennäköisyysvälin.



Kuva 6. Kalastuskuolleisuus jokikalastuksessa vuosina 2000–2019. Vuosittaisten estimaattien keskellä vaakaviivan esittämä posteriorijakauman mediaani, valkoinen laatikko osoittaa 50 %:n ja pystysuora janat 90 %:n todennäköisyysvälin.



Kuva 7. Yhdistetty rannikko- ja jokikalastuskuolleisuus vuosina 2000–2019. Vuosittaisten estimaattien vaakaviivan esittämä posteriorijakauman mediaani, valkoinen laatikko osoittaa 50%:n ja pystysuorat janat 90%:n todennäköisyysvälin.

Syönnösalueiden arvioiminen

Lohien suomujen hiilen ($\delta^{13}\text{C}$) and typen ($\delta^{15}\text{N}$) isotooppiarvoja käytettiin lohikyksilöiden viimeisimmän syönnösalueen arvioimiseksi (Pääallas, Selkämeri, Suomenlahti). Tilastomenetelmänä käytettiin erotteluanalyysiä (discriminant analysis), jossa vertailuarvoina oli talvina 2009–2010 merialueilta pyydettyjen syönnöstävien lohien suomujen vastaavat arvot. Isotooppituloksille tehdyn erotteluanalyysin tarkkuutta arvioitiin ristivalidoinnin (leave-one-out) avulla, joka antoi analyysin tarkkuudeksi 87,3%. Tarkkuus otettiin huomioon tarkasteltaessa jokaisen lohikyksilön laskennallista todennäköisyyttä olla syönnöstänyt jollakin kolmesta alueesta (Selkämeri, Pääallas, Suomenlahti).

Erotteluanalyysissä käytetty syönnösalueiden vertailukala-aineisto on kerätty vuosina 2009–2010, joten tuloksiin voi vaikuttaa hiilen ja typen isotooppien arvojen mahdolliset muutokset Itämeren taustatasoissa viimeisen 10 vuoden aikana. Jos typen ja hiilen tausta-arvot ovat muuttuneet Itämeren muilla syönnösalueilla, antaa erotteluanalyysi tämän tutkimuksen lohille suurempia todennäköisyyksiä Selkämerellä syönnöstämiseen. Lohen suomujen isotooppiarvoissa on havaittu muutoksia pidemmällä aikavälillä (Torniainen ym. 2014), mutta viimeaikaisista muutoksista ei ole saatavilla tuoretta tutkimustietoa.

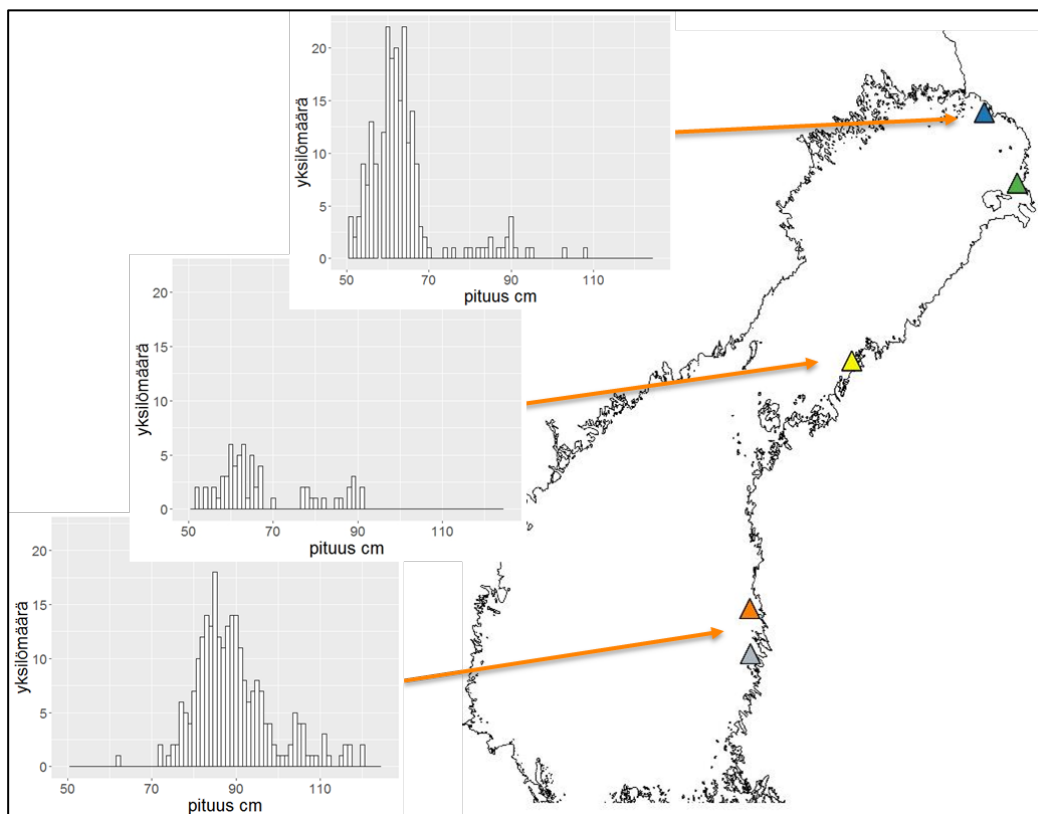
3. Tulokset

3.1. Merkintämäärät ja merkittyjen kalojen kokojakauma

Merikarviolla ja Porissa merkittiin pääosin isoja useamman meritalven (MSW) lohia; vain yksi yhden meritalven lohi (1SW) merkittiin (taulukko 3). Merkittyjen lohien keskipituus oli 89 cm (kuva 8). Luodossa rysäsaaliissa oli enemmän kokovaihtelua, mikä heijastui myös merkittyjen kalojen kokojakaumaan (taulukko 3). Luodossa merkittyjen kalojen keskipituus oli 67 cm (kuva 8). Ajoksessa merkittiin pääasiassa 1SW lohia, mutta lähes neljännnes kaloista oli kuitenkin MSW lohia. Merkittyjen kalojen keskipituus Ajoksella oli 63 cm.

Taulukko 3. Yhden meritalven (1SW) ja usean meritalven (MSW) lohien merkintämäärät ja kokonaismerkintämäärä (kpl) merkintäpaikoittain.

Merkintäpaikka	Rysätyyppi	Merkintämäärä kpl		
		1SW	MSW	Yhteensä
Ajos	PU koentasukka	183	58	241
Haukipudas	PU koentasukka	1	4	5
Luoto	laatikkoperärysä	35	28	63
Merikarvia-Pori	PU koentakouru	1	249	250
	yhteensä	220	339	559



Kuva 8. Merkittyjen lohien kokojakaumat kolmella tärkeimmällä merkintäalueella.

3.2. Merkkipalautusmäärät, paikat, kuljettu matka, suunta ja aika

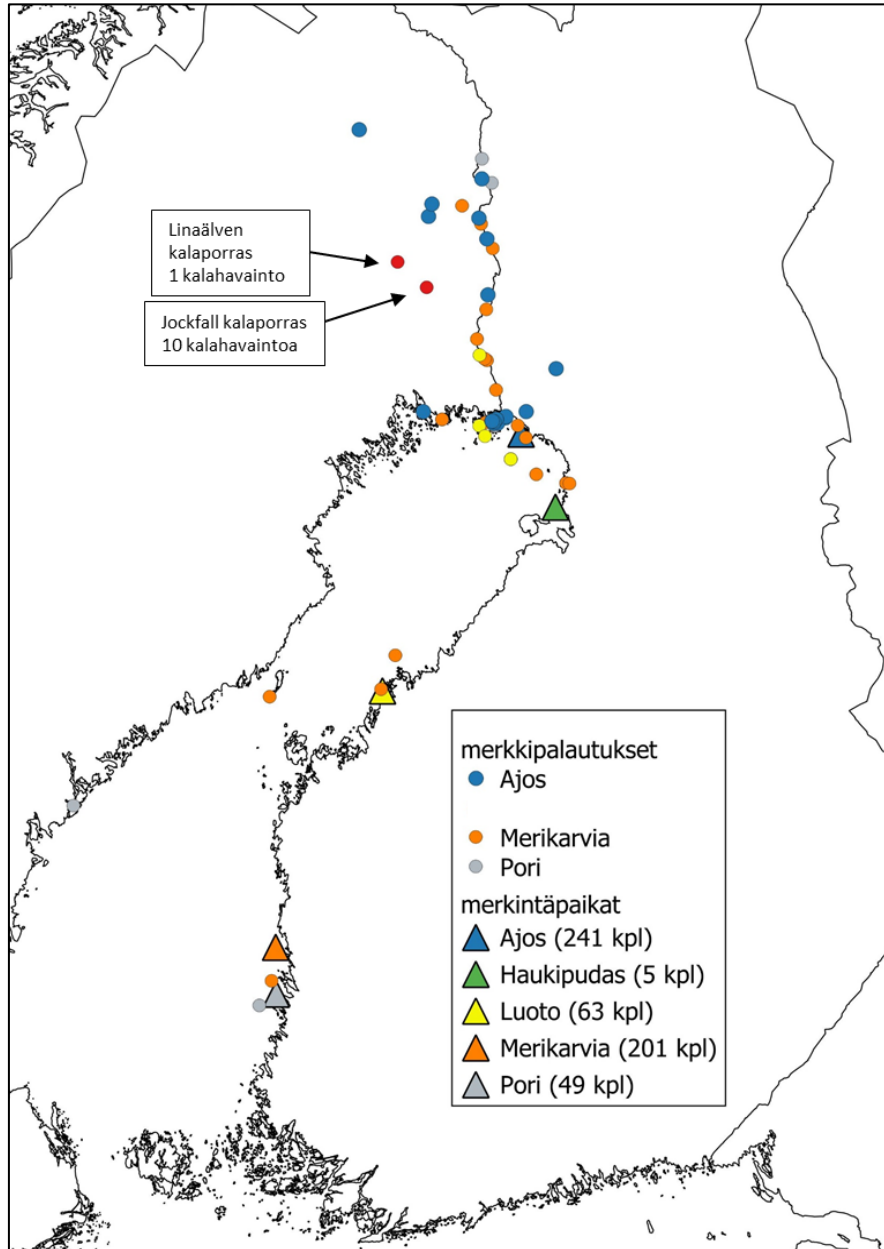
Merikarvialla ja Porissa merkityistä 250 lohesta saatiin merkkipalautus 36 (14,4 %) yksilöstä (taulukko 4). Luodossa merkityistä 63 kalasta palautuksia saatiin yhdeksän (14,3 %), joissa oli sekä yhden että usean meritalven lohia (taulukko 4). Haukiputaalla merkityistä viidestä kalasta ei saatu yhtään palautusta. Ajoksessa merkityistä 241 kalasta 26 yksilöstä (11 %) saatiin merkkipalautus ja usean talven merikalojen palautusosuus oli hieman 1SW kaloja korkeampi (taulukko 4). Yksi saaliiksi saatu merkitty kala vapautettiin merkin lukemisen jälkeen.

Taulukko 4. Merkkipalautukset merkintäpaikoittain ja meri-ikäryhmittäin (1SW=yhden meritalven lohiet; MSW=useamman meritalven lohiet).

Merkintäpaikka	Rysätyyppi	Palautukset kpl			Palautus-%		
		1SW	MSW	Yhteensä	1SW	MSW	Yhteensä
Ajos	PU koentasukka	18	8	26	9,8	13,8	10,8
Haukipudas	PU koentasukka	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Luoto	laatikkoperärysä	5	4	9	14,3	14,3	14,3
Merikarvia-Pori	PU koentakouru	0	36	36	0,0	14,5	14,4
		23	48	71	10,5	14,2	12,7

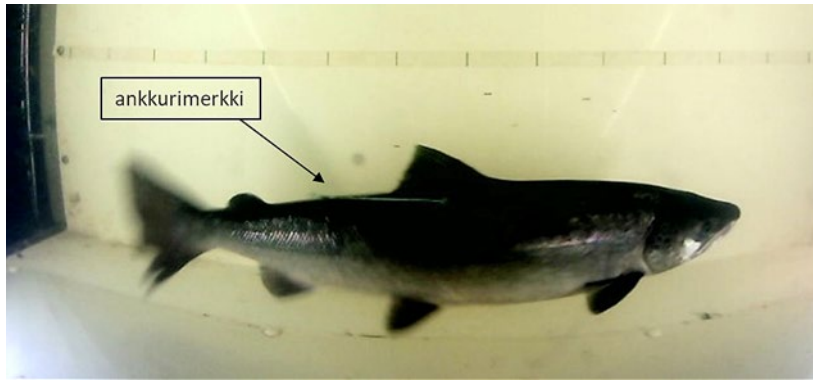
Merkkipalautuksista (n=71) 65 % saatiin mereltä, pääasiassa Perämeren pohjukasta (kuva 9). Suomen rannikolta yksittäisiä palautuksia tuli Selkämeren, Merenkurkun ja eteläisen Perämeren alueelta. Ruotsin puoleiselta Selkämeren rannikolta saatiin yksi merkkipalautus. Lisäksi yksi merkkipalautus saatiin Merenkurkusta Ruotsin puolelta. Muut Ruotsin rannikolta tulleet merkkipalautukset keskittyivät Perämeren pohjukkaan. Mereltä saaduista merkkikalaloista 95 % saatiin kaupallisten kalastajien rysillä ja 5 % uistelemalla.

Jokipalautuksia oli 35 % kaikista palautuksista; niistä 46 % saatiin verkoilla tai lipolla ja 54 % vapavälineillä. Jokipalautuksista pääosa saatiin Tornion-Muonionjoesta Kukkolankosken ja Kolarin väliltä (kuva 9). Kaksi palautusta saatiin Tornionjoen yläosalta Ruotsin puolelta ja yksi Kalixjoen yläosalta Tärendöälvalta sekä yksi palautus Tärendönväylän Jukkaskoskelta. Kaksi palautusta saatiin Iijoen alaosalta (kuva 9). Kaksi Ajoksessa merkittyjen kalojen merkkipalautuksista saatiin Kemijoesta, jossa toinen yksilö oli noussut Isohaaran voimalan kalaportaasta yläpuoliseen altaaseen, toinen saatiin Taivalkosken padon yläpuolisesta altaasta (kuva 9). Tämä lohi oli ilmeisesti uinut Taivalkosken voimalaitoksella koekäytössä olleen Kalasydän-kalatien (<https://fishheart.com/>) läpi. Lisäksi Kalixjoen Jockfallin kalatiessä havaittiin 10 tässä tutkimuksessa merkittyä lohia, jotka uivat kalatien kautta jokea ylös (ks. lisätietoa alla).



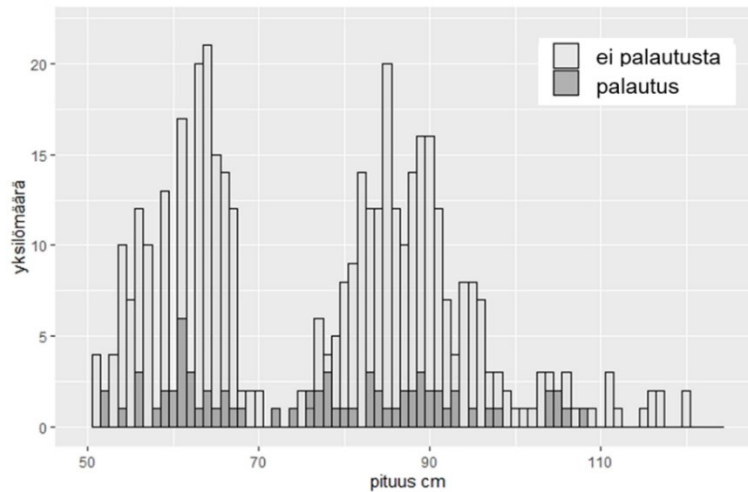
Kuva 9. Lohien merkintäpaikat ja merkkipalautuspaikat. Kalixjoen vesistön kahdessa kalaporraassa (Jockfall, Linaälven) elokuussa 2020 havaitut 11 merkittyä lohia on merkitty punaisella symbolilla. Näiden lohien merkintäpaikkaa ei tunneta.

Kalastajien lähettämien merkkipalautusten lisäksi havaintoja merkityistä lohista tehtiin myös Kalixjoen Jockfallin putouksen kalaportaista Ruotsissa. Kaikki putouksen ohittavasta kalatiestä nousevat lohet kuvataan ja niiden pituus arvioidaan/mitataan (kuva 10). Jockfallin kalatiessä kuvatuissa lohissa havaittiin 10 yksilöä, joilla oli nuoliankkurimerkki selässään (kuva 10). Merkkien koodeja ei pysty kuvista lukemaan, mutta suurella todennäköisellä kyseessä on tässä tutkimuksessa merkityt kalat, sillä tiedossa ei ole vastaavalla menetelmällä tehtyjä kalamerkintöjä lähivuosilta. Merkityistä lohista kuusi oli todennäköisesti 1SW kaloja (pituus 55–65 cm), neljä yksilöä oli suurempia MSW kaloja (pituus 72–106 cm). Kalat kuvattiin 8.8.–24.8.2020 välisenä aikana, eli 24–40 päivää viimeisten merkintöjen jälkeen. Lisäksi yksi merkitty lohi havaittiin Kalixjoen sivujoen, Ängesån latvoilla Linaälvenin kalaportaassa. Merkkipalautusten kokonaismäärä nämä havainnot mukaan lukien oli 82 kpl (14,7 % merkityistä kaloista).



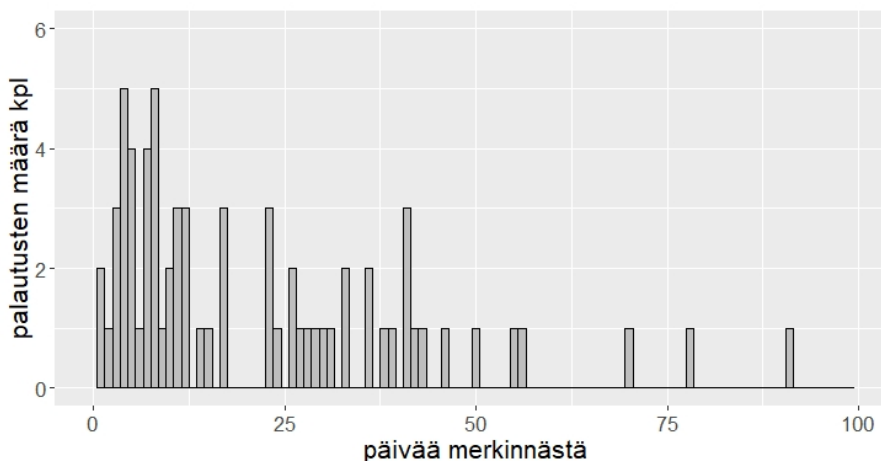
Kuva 10. Jockfallin kalaportaassa kuvattu noin 65 cm pituinen ankkurimerkillä merkitty lohi (kuva: Fiskeutredningsgruppen, Länsstyrelsen i Norrbottens län).

Merkkipalautettujen ja ei-palautettujen lohien kokojakaumat vastasivat hyvin toisiaan (kuva 11). Palautuksia saatiin kaiken kokoisista kaloista aivan suurimpia yksilöitä lukuun ottamatta.



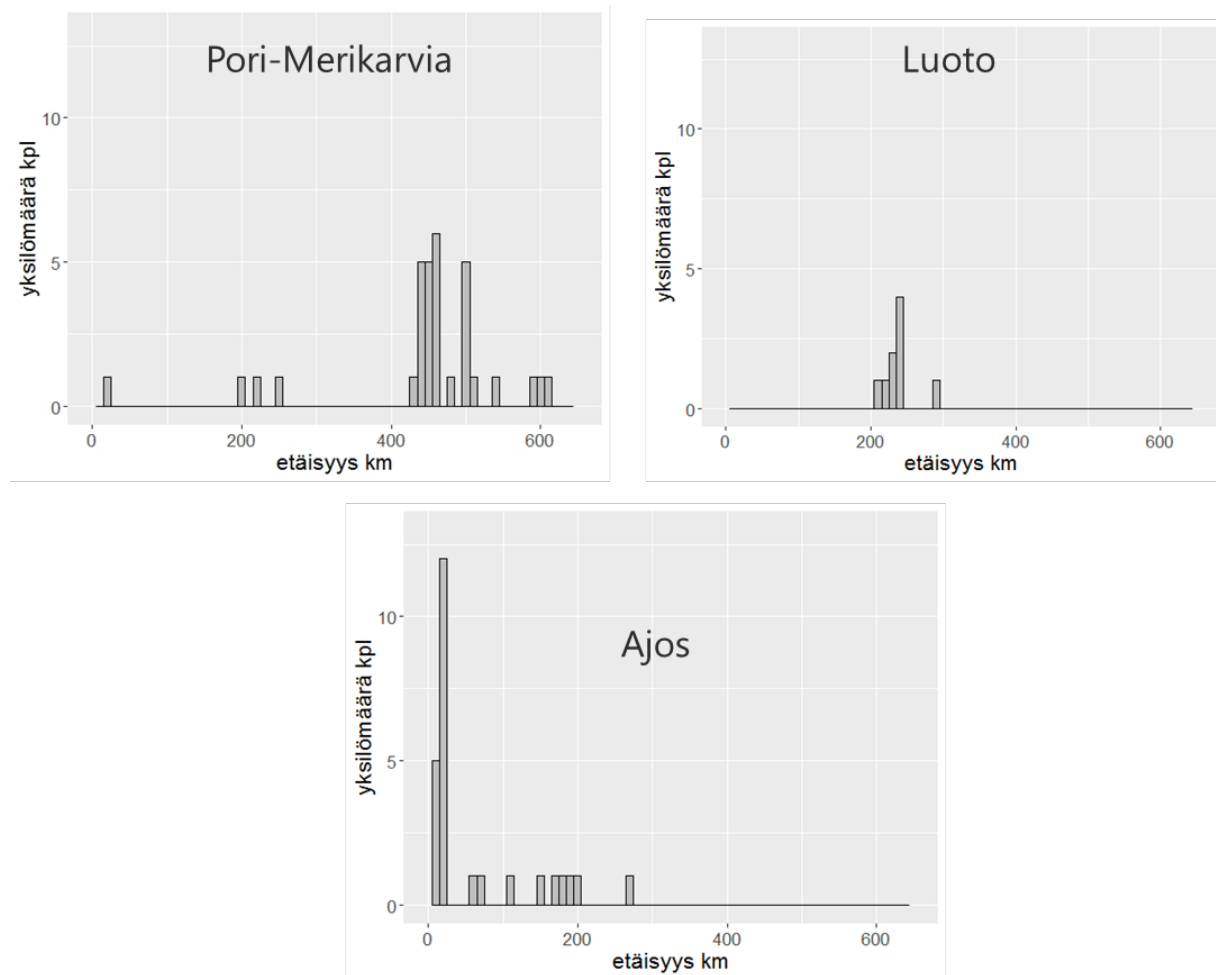
Kuva 11. Merkkipalautettujen ja ei-palautettujen lohien kokojakaumat.

Merkinnästä kului keskimäärin 22 vuorokautta merkityn lohien saaliiksi jäämiseen, mutta vaihtelu oli melko suurta (1–91 vrk). Merkkipalautetuista kaloista 71 % jäi saaliiksi yli 7 vuorokautta merkinnästä ja 49 yli 14 vuorokautta merkinnästä (kuva 12).



Kuva 12. Aika merkinnästä merkkipalautukseen.

Kalojen kulkema etäisyys merkintäpaikasta vaihteli 2–720 km välillä (kuva 13). Pisimmän matkan kulkivat Porissa ja Merikarvialla merkityt yksilöt (kuva 13), mikä on varsin luonnollista, koska sieltä on pisin matka Perämeren pohjukkaan ja kutujokiin, joista saatiin iso osa merkkipalautuksista. Vain yksi palautuksista saatiin merkintäpaikan eteläpuolelta. Ajoksessa merkittyjen kalojen palautuksista saatiin iso osa melko läheltä merkintäpaikkaa, Tornionjoen edustalta, Suomen ja Ruotsin rannikkoalueelta (kuvat 9 ja 13).



Kuva 13. Merkkipalautettujen kalojen kulkema matka (km linnuntietä) merkintäpaikalta pyyntipaikalle Pori-Merikarvialla, Luodossa ja Ajoksessa merkityillä yksilöillä.

3.3. Rysästä vapautettujen lohien elonjäänti

Aineistoon ja oletuksiin liittyvien epävarmuuksien vuoksi vapautuskuolleisuuden arvioissa tarkastellaan 90% todennäköisyysjakauman ylärajan arvoja, jotka arvioitiin maksimaaliseksi vapautuskuolevuudeksi. Selkämerellä merkittyjen ja vapautettujen MSW lohien arvioitiin kärsineen enimmillään 26 % lisäkuolevuudesta pyynnin ja vapautuksen takia (taulukko 5). Ajoksessa merkittyjen MSW lohien lisäkuolevuus arvioitiin olevan enimmillään suunnilleen samalla tasolla (21 %) Selkämeren kalojen kanssa. Ajoksessa merkittyjen ja vapautettujen 1SW lohien lisäkuolevuudeksi arvioitiin enimmillään 19 % (taulukko 5).

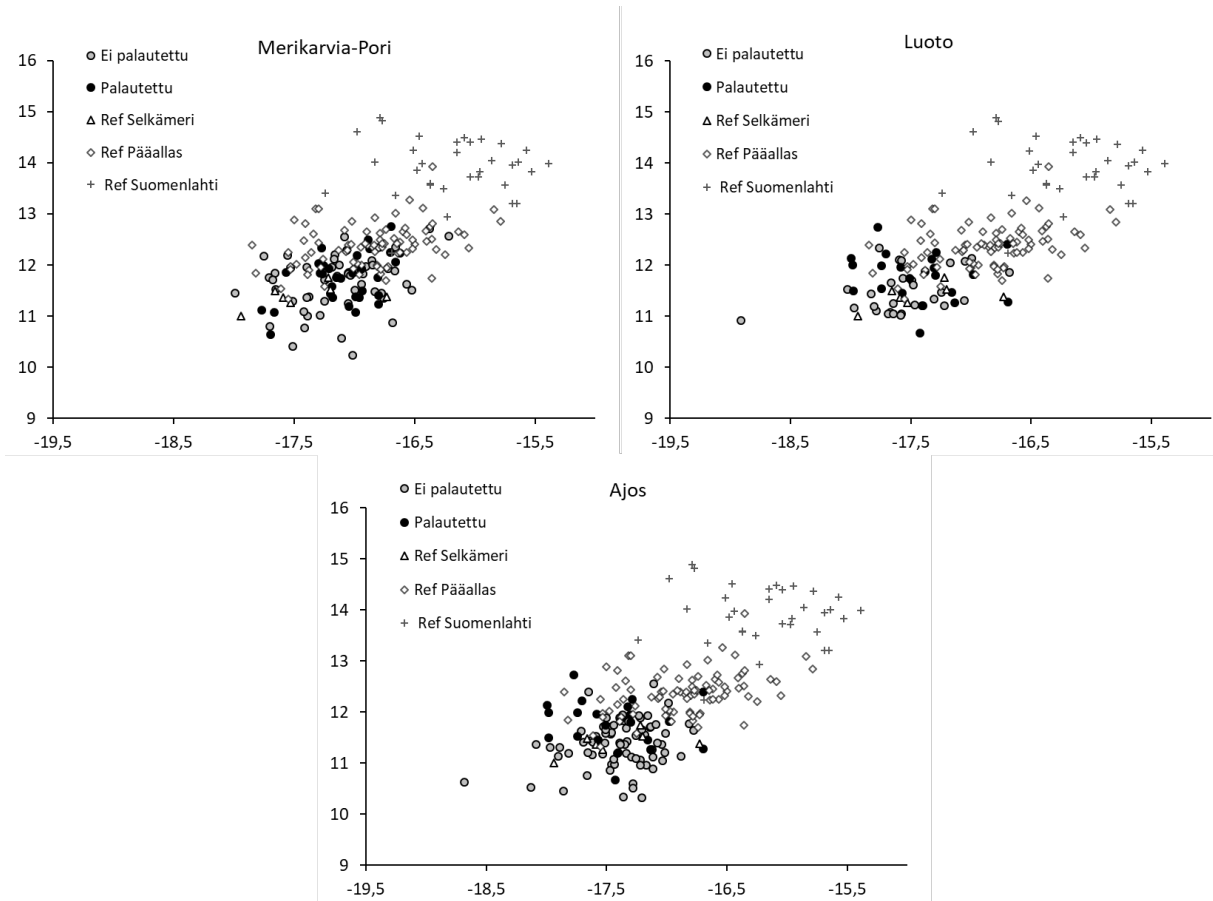
Taulukko 5. Arvio pyynnin ja vapauttamisen aiheuttamasta kuolevuudesta vuonna 2020 Selkämerellä ja Perämeren pohjukassa merkityille lohille. Taulukossa esitetään arviot odotetuille merkkipalautusmäärille (otettu huomioon merkkien irtoaminen ja palauttamatta jättäminen) ja toteutuneet merkkipalautukset. Kokonaiskuolevuus on odotetun ja toteutuneen palautuman ero, jonka merkitsee kalojen pyynnistä, merkinnästä ja vapauttamisesta aiheutuvaa lisäkuolevuutta. Vapautuskuolevuus on pelkästä pyynnistä ja vapauttamisesta johtuva kuolleisuus, kun merkinnän vaikutus on vähennetty kokonaiskuolevuudesta. **Aineistoon ja oletuksiin liittyvien epävarmuuksien vuoksi vapautuskuolleisuuden arviona käytetään 90 % todennäköisyysjakauman ylärajaa (maksimaalinen vapautuskuolevuus).**

Alue	Ikä	Odotettu palautuma (90 % tn väli)	Toteutunut palautuma	Kokonaiskuolevuus (90% tn väli)	Vapautuskuolevuus (90 % tn väli)
Selkämeri, Pori-Merikarvia	MSW	44 (30–61)	36	14 % (0–40 %)	8 % (0–26 %)
Perämeri, Ajos	1SW	28 (16–44)	18	28 % (0–59 %)	8 % (0–19 %)
Perämeri, Ajos	MSW	8 (5–13)	8	0 % (0–36 %)	0 % (0–21 %)

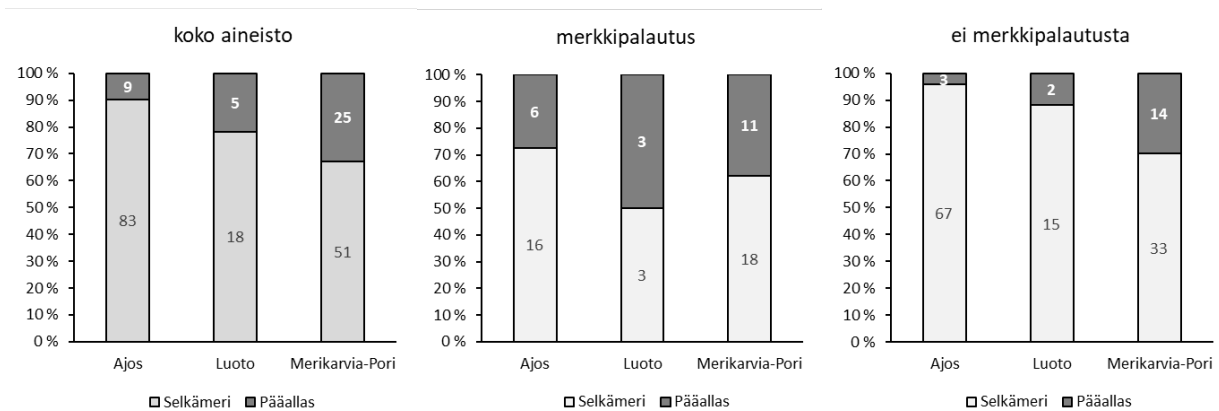
3.4. Lohien syönnösalueet

Isotooppianalyysin perusteella valtaosa pyydetyistä ja merkityistä lohista oli todennäköisesti syönnöstänyt viimeisimmän kasvukauden aikana Selkämeren alueella (kuvat 14 ja 15). Merikarvialta ja Porista pyydetyistä kaloista noin 33 % oli syönnöstänyt Itämeren pääaltaalla; muilla merkintäalueilla pääaltaalla syönnöstäneiden yksilöiden osuus oli pienempi (kuvat 14 ja 15). Merkkipalautettuja ja ei-palautettuja yksilöitä erikseen tarkastellessa havaittiin pääpiirteissään samankaltaiset tulokset (kuva 15). Ajoksessa ja Selkämerellä pyydetyt kalat, joista saatiin merkkipalautus, olivat syönnöstäneet pääaltaalla hieman useammin verrattuna yksilöihin, joista ei saatu merkkipalautusta.

Isotooppiarvojen ja erotteluanalyysin perusteella yhdenkään lohien ei arvioitu syönnöstäneen Suomenlahdella, sillä vertailuaineiston Suomenlahdelta pyydetyt kalat ryhmittivät selvästi erilleen (kuva 14). Kaikkiaan 23 lohityksilön syönnösaluetta ei pystytty määrittelemään, sillä niiden osalta erottelua Selkämeren ja Pääaltaan välillä ei voitu tehdä luotettavasti (kuva 14). Nämä yksilöt jätettiin pois jatkotarkastelusta.



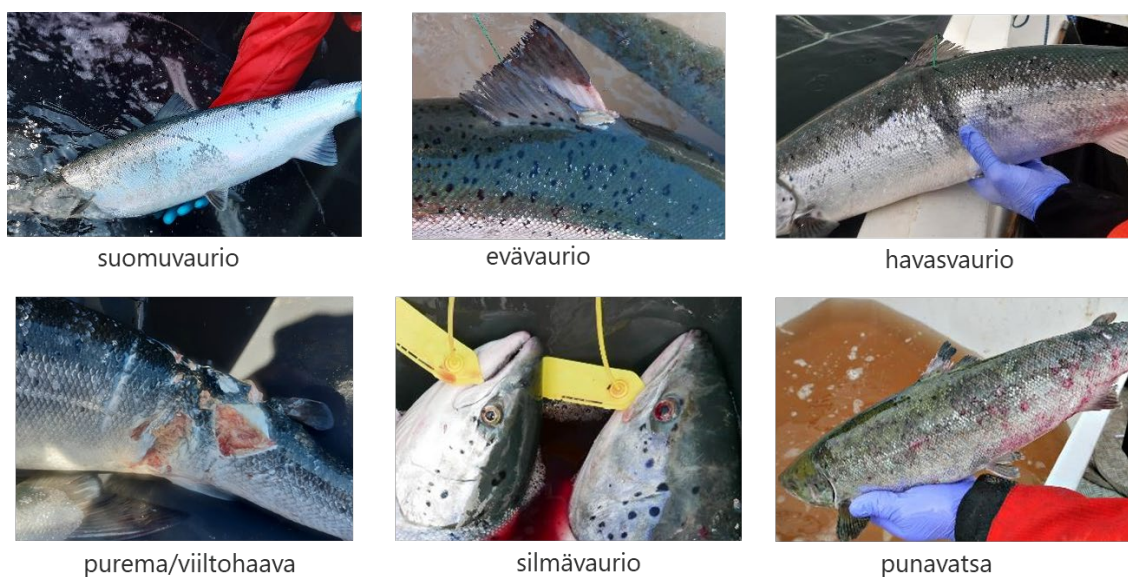
Kuva 14. Merkkipalautettujen ja palauttamattomien yksilöiden suomujen hiilen ($\delta^{13}\text{C}$, kuvien x-akselit) ja typen ($\delta^{15}\text{N}$, kuvien y-akselit) isotooppiarvot Ajoksessa, Luodossa ja Merikarvia-Porissa merkityillä lohilla. Ref Selkämeri, Ref Pääallas ja Ref Suomenlahti ovat aiemmin kerättyjä vertailulohia, joiden syönnösalue tunnetaan (vrt. Torniainen ym. 2014).



Kuva 15. Ajoksessa, Luodossa ja Merikarvia-Porissa merkittyjen lohien viimeisimmät syönnösalueet merkkipalautettujen ja palauttamattomien yksilöiden osalta. Numerot palkeissa kertovat analysoidujen yksilöiden määrän.

3.5. Merkittyjen lohien vauriot

Tutkimuksessa silmämääräisesti tarkastellut saalislohet olivat pääosin hyväkuntoisia. Merkityillä lohilla havaittiin jonkin verran mekaanisia vaurioita, jotka ovat todennäköisimmin seurausta kalojen pyynnistä ja käsittelystä koennassa (kuva 16). Tyypillisimpiä vaurioita olivat irronneet suomut ja evävauriot (taulukko 6), mutta jonkin verran havaittiin myös silmävaurioita (sisäisen verenvuodon aiheuttama punainen silmä), sekä havaksen aiheuttamia pantamaisia vaurioita, jotka olivat todennäköisesti seurausta tarttumisesta pyydysten hapaiden silmiin eli 'silmäytymisestä'. Lisäksi havaittiin selkeitä hylkeiden aiheuttamia tuoreita tai kroonisia purema- tai viiltohaavoja (kuva 16). Ajoksessa havaittiin joitakin kaloja, joilla oli verentungosta vatsassa (punavatsa) tai muualla ihossa. Muualla ei vastaavia vaurioita havaittu.



Kuva 16. Rysillä pyydettyissä lohissa havaittuja vaurioita.

Lohien vauriomäärissä havaittiin eroja pyydystyyppien välillä. Eniten näkyviä vaurioita oli koentakourulla varustetusta PU-rysästä merkityillä lohilla. Lohista noin 32 prosentilla oli silminnähtävä vaurio. Koentasukalla varustetulla PU-rysästä saaduilla lohilla oli vähemmän päällepäin havaittavia vaurioita (17 % kaloista), ja silmävaurioita ei havaittu lainkaan. Laatikkoperärysästä merkityillä kaloilla oli myös vähemmän vaurioita (17 % kaloista oli vaurioitunut) kuin koentakourulla varustetulla PU-rysästä saaduilla lohilla. Iso osa Luodon laatikkoperärysästä saaduista lohista oli hylkeiden pahoin vaurioittamia tai tappamia, ja näitä kaloja ei voitu merkitä. Rysätyyppien erot eivät siten ole suoraviivaisesti yleistettävissä, koska merkityjä kaloja jouduttiin osittain valikoimaan.

Taulukko 6. Merkityissä lohissa havaitut näkyvät vauriot rysä- ja vauriotyypeittäin (% merkityistä lohista). Osuudet eivät summaudu vaan yhdessä yksilössä on voinut olla useita erityyppisiä vaurioita.

Pyydys	Irronneita suomuja	Punavatsa	Silmävaurio	Evähaavoja	Purema/Viiltohaavoja	Pantamaisia haavoja, havaspyyd.	Muita haavoja
laatikkoperärysä	0	0	0	13	0	0	5
PU koentakouru	16	0	6	10	2	2	4
PU koentasukka	10	0	0	7	0	2	1

4. Tulosten tarkastelu

PU-rysiä vapauttamisen aiheuttama kuolleisuus lohille arvioitiin tässä merkintätutkimuksessa olevan kalan koon mukaan suurimmillaan 19–26 %. Aiemmassa vuosina 2001–2002 tehdyssä tutkimuksessa Pohjanlahden rannikon perinteisistä rysiä vapauttamisesta aiheutuva lohien kuolleisuus arvioitiin hieman alhaisemmaksi (4–21 %). Ruotsissa PU-rysiä pyydystettyjen ja telemetriamenetelmällä merkittyjen lohien kuolleisuus 2010-luvulla on ollut selvästi suurempi (47–88 %; Östergren ym. 2020).

Ruotsalaisten tutkimuksien korkeiden kuolleisuuslukujen taustalla on arveltu olevan pelkän pyynnin ja pyydyksestä vapauttamisen lisäksi muita stressiä lisääviä tekijöitä. Lohet merkittiin jokisuilla ja niiden lähistöllä. Tutkimusalueiden korkea veden lämpötila (jopa 21 °C) sekä lohien heikko yleiskunto ovat saattaneet lisätä kuolleisuutta (Östergren ym. 2020). Huusko ym. (2020) havaitsivat Tornionjoen edustalla vuosina 2018 ja 2019 telemetriamerkittyjen lohien käyttäytymän poikkeavasti ja iso osa merkityistä kaloista palasi takaisin mereen kesken kutuvaelluksen. Poikkeavan käytöksen taustalla arveltiin olevan Itämeren lohia laajemmin vaivaavat terveysongelmat (Axén & Koski 2017) yhdessä käsittelyn ja merkinnän aiheuttaman stressin kanssa (Huusko ym. 2020).

Telemetriamerkintä (Östergrenin ym. 2020 katsauksen tutkimuksissa on käytetty sekä kirurgisesti että ulkoisesti asennettuja telemetriamerkkejä) on todennäköisesti selvästi stressaavampi ja pitkäkestoisempi käsittely lohelle verrattuna tässä tutkimuksessa käytettyyn suhteellisen nopeaan nuolimerkintään. Lisäksi on otettava huomioon se, että Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa lohet laskettiin PU-rysiä koentakaukalosta suoraan veneen pohjalle ja vasta sen jälkeen siirrettiin vesiastiaan merkintää varten (Lundin 2014). Tässä tutkimuksessa kalastajat tyhjensivät PU-rysiä veneessä olevaan osittain vedellä täytettyyn vesipaljuun tai pressusta tehtyyn vesialtaaseen. Tämä koentamenetelmä, joka on mitä ilmeisemmin hellävaraisempi kalalle kuin ruotsalainen menetelmä, on yleisesti käytössä Suomen rannikon PU-rysiäkalastuksessa. Ruotsalaisissa tutkimuksissa ei ole eroteltu pelkän vapauttamisen aiheuttamaa kuolevuutta merkinnän, pyyntikäsittelyn ja vapauttamisen aiheuttamasta kokonaiskuolevuudesta, kun taas sekä tässä työssä että Siiran ym. (2006) aiemmassa tutkimuksessa tällainen arvio on tehty.

Östergrenin ym. (2020) mukaan vapautuskuolleisuus riippuu käytetystä pyydyksestä, kalojen käsittelyajasta sekä rysiä tyhjennysmenetelmästä. He havaitsivat koentakaukalolla varustetun PU-rysiä koentatavan aiheuttavan runsaasti vaurioita ja suurinta kuolleisuutta vapautetuille kaloille. Havaintomme vuoden 2020 merkinnöistä ovat vaurioiden osalta samansuuntaisia. Koentakaukalolla varustetulla PU-rysiä pyydytyissä kaloissa oli enemmän silminnähtäviä vaurioita, jotka ovat selvästi tulleet pyydyksistä. Koentasukalla varustetuista rysiä merkityillä kaloilla oli vähemmän vaurioita, mutta koentasukan koneellisen noston aiheuttamien sisäisten vaurioiden määrää tai vakavuutta ei voida arvioida. Lohien arvioitu suurin vapautuskuolleisuus olivat samalla tasolla Selkämeren koentakaukalollisilla PU-rysiä ja Perämeren koentasukallisilla PU-rysiä. Vertailu eri koentatekniikoiden välillä ei kuitenkaan ole luotettavaa, koska koentatekniikoita käytettiin eri alueilla, joiden saalislohien kokoluokkien jakaumat olivat myös hyvin erilaisia. Myös merkintöjen ajankohtien erot vaikeuttavat vertailua.

Tämän tutkimuksen merkkipalautusprosentti (keskimäärin 13%) jäi selvästi pienemmäksi kuin samalla alueella tehdyssä Siiran ym. (2006) tutkimuksessa, jossa palautettujen merkkien osuus oli keskimäärin 40 % ja vaihteli suuresti (17–59 %) merkintä- ja pyyntialueiden välillä (taulukko 1). Siiran ym. (2006) tutkimuksessa osa lohista saatiin saaliiksi ja vapautettiin useita kertoja. Syitä vuoden 2020 tutkimuksen alhaisempaan merkkipalautusmäärään voi olla useita, mutta rannikkokalastuksen kalastuskuolleisuuden selkeä pieneneminen viimeisen 20 vuoden aikana (ICES

2020; Kuva 5) on todennäköisesti merkittävin tekijä. Rysiä on nykyisin oleellisesti vähemmän pyynnissä varsinkin Selkämerellä, Merenkurkussa ja eteläisellä Perämerellä, joten vaeltavan lohien todennäköisyys joutua rannikolla saaliiksi on huomattavasti pienempi, jopa vain neljäsosa 2000-luvun alun tilanteeseen verrattuna.

Rannikkoalueen lohienkalastuksesta saatujen merkkipalautusten määrää arvioitaessa on myös huomattava, että lohienkalastus alkaa Perämeren pohjukassa merkittävässä määrin vasta kesäkuun loppupuolella, joten osa Selkämerellä touko-kesäkuun vaihteessa merkityistä kaloista on todennäköisesti noussut jokiin jo ennen rysäkalastuksen alkua. Jokikalastuskuolleisuuden arvioidaan olevan nykyisin hieman korkeampi 2000-luvun alun tilanteeseen verrattuna (Kuva 6), mutta rannikko- ja jokikalastuksen yhteenlaskettu kokonaiskuolleisuus on kuitenkin selvästi aiempaa pienempi (Kuva 7).

Myös lohien yleisessä terveydentilassa on selkeä ero tutkimusajankohtien välillä. 2010-luvulla alkaneet Itämeren lohien terveysongelmat (Axen & Koski 2017, Palm ym. 2020) voivat heijastua kalojen kykyyn palautua merkinnän aiheuttamasta stressistä ja mahdollisista muista haitoista, ja sitä kautta vaikuttaa tuloksiin. Esimerkiksi Östergren (2020) ja Huusko ym. (2020) ovat havainneet viime vuosina lohien telemetriamerkinnoissa merkittäviä käyttäytymismuutoksia ja huomattavaa lisäkuolevuutta verrattuna aiempiin merkintätutkimuksiin Pohjanlahden alueella. Vaikka kalat eivät kuolisikaan itse merkintään, merkittävä osa jokiin pyrkivistä lohista voi kuolla myöhemmin, muuttaa vaelluskäyttäytymistään, tai passivoitua siten, että ne eivät jää pyydyksiin ja siten aiheuttaa eroja tutkimustulosten välillä.

Hylkeet ovat voineet aiheuttaa jonkin verran lisäkuolevuutta merkityille lohille, mutta siitä ei tehty havaintoja, eikä hylkeiden vaikutusta arvioitu erikseen. Se katsotaan osaksi luonnollista kuolevuutta ja samalla vapautuskuolevuuden arviointi noudattaa enemmän varovaisuusperiaatetta.

Perämereen laskevien jokien lohien on havaittu syönnöstävän pääasiassa Itämeren pääaltaalla (mm. Ikonen 2006; Torniainen ym. 2014). Isotooppianalyysin perusteella suurin osa tämän tutkimuksen lohista kaikilla merkintäalueilla oli kuitenkin käyttänyt viimeisimpänä syönnösalueenaan Selkämerta. Osa Pohjanlahden jokien lohista voi jäädä syönnöstämään Selkämerelle, etenkin jos ympäristöolosuhteet ovat otolliset ja alueella on runsaasti pientä silakkaa tarjolla (Kallio-Nyberg ym. 1999). Porissa ja Merikarvialla, jossa pääaltaalla syönnöstäneiden yksilöiden osuus oli muita kohteita suurempi, kalat olivat usean meritalven lohia, joiden tiedetään syönnöstävän pääaltaalla 1SW kaloja useammin (Salminen ym. 1994).

Isotooppianalyysien perusteella merkkipalautetut lohet olivat olleet hieman useammin syönnöksellä pääaltaalla verrattuna merkittyihin lohiin, joista ei saatu merkkipalautusta. Tämä voi viitata siihen, että osa Selkämerellä ja Merenkurkussa merkityistä kaloista saattoi kuulua ruotsalaisten jokien kantoihin (Whitlock ym. 2018), ja ne jatkoivat vaellustaan kohti Ruotsin rannikkoa. Merkkipalautuksia tuottaneet lohet saattoivat sitä vastoin olla suuremmalta osaltaan peräisin Perämeren kannoista, lähinnä Tornionjoesta ja Kalixjoesta, joiden lohet tyypillisesti vaeltavat Itämeren pääaltaalle (mm. Romakkaniemi 2008). Näiden jokien lohien vaellusreitit varrelta Perämeren Suomen puolen rannikolta, ja myös jokialueilta, saatiin enemmän merkkipalautuksia.

Kiitokset

Kiitämme tutkimukseen osallistuneita yhteistyökälästäjia sekä kaikkia merkkipalautuksen tehneitä kalastajia. Stefan Stridsman (Fiskeutredningsgruppen Länsstyrelsen i Norrbottens län) toimitti Kalix-joen merkkihavaintoja. Kiitämme Tapani Pakarista ja Pirkko Söderkultalahtea (LUKE) taustatietojen toimittamisesta. Lisäksi kiitämme Suomen ammattikalastajaliittoa, Suomen Vapaa-ajankalastajien Keskusjärjestöä, Kalatalouden keskusliittoa, Metsähallitusta, Perämeren rannikon kalatalousryhmää sekä Sportfiskarna (Ruotsi) avusta hankkeen tiedottamisessa.

Viitteet

- Axén, C. & Koski, P. 2017. Lohikuolemat Tornionjoella 2014–2016. Ruotsalais-suomalaisen selvityksen loppuraportti. SVA ja Evira. 92 s.
- Hansen, L.P. & Jacobsen, J.A. 2003. Origin and migration of wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in oceanic areas north of the Faroe Islands. *ICES Journal of Marine Science* 60: 110–119.
- Huusko, R., Jaukkuri, M., Hellström, G., Söderberg, L., Palm, S. & Romakkaniemi, A. 2020. Spawning migration behavior of salmon and sea trout in the Tornionjoki river system. *Natural resources and bioeconomy studies* 78/2020
- ICES. 1998. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon. ICES CM 1998/ACFM: 15. 293 s.
- ICES. 2019. Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST). ICES Scientific Reports. 1:23. 312 s.
- ICES. 2020. Salmon (*Salmo salar*) in subdivisions 22–31 (Baltic Sea, excluding the Gulf of Finland). In Report of the ICES Advisory Committee, 2020, ICES Advice 2020, sal.27.22–31.
- Ikonen, E. 2006. The role of the feeding migration and diet of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the yolk-sac-fry mortality (M74) in the Baltic Sea. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Helsinki, Finland. 31 p.
- Lundin, M., Hellström, G., Leonardson, K. & Lundqvist, H. 2014. Överlevnad och beteende hos frisläppt lax efter skonsam och traditionell vittjning av push-up fällor. Umeå: SLU Institutionen för vilt, fisk och miljö. 24 s.
- Jutila, E. & Jokikokko, E. 2002. Migration of wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the river Simojoki, northern Finland. *Fisheries Research* 58: 15–23.
- Palm, S., Romakkaniemi, A., Dannewitz, J., Pakarinen, T., Huusko, R. & Broman, A. 2020. Tornionjoen lohi-, meritaimen- ja vaellussiikakannat – yhteinen ruotsalais-suomalainen biologinen selvitys sopivien kalastussäätöjen arvioimiseksi vuodelle 2020. SLU Aqua & LUKE. 49 s.
- Rivinoja, P., McKinnel, S. & Lundqvist, H. 2001. Hindrances to upstream migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a northern Swedish river caused by a hydroelectric power-station. *Regulated Rivers-Research & Management* 17: 101–115.
- Romakkaniemi, A. 2008. Conservation of Atlantic salmon by supplementary stocking of juvenile fish. Academic dissertation. Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki. 44 p.
- Salminen, M., Kuikka, S. & Erkamo, E. 1994. Divergence in the feeding migration of Baltic salmon (*Salmo salar* L.); the significance of smolt size. *Nordic J. Freshwater Res.* 69 32–42.
- Siira, A., Ikonen, E., Suuronen, P., Riikonen, R. & Lehtonen, E. 2002. Lohen eloonjänti rysästä vapauttamisen jälkeen (Laxarnas överlevnad sedan de släppts ur ryssjan - Survival of trapnet-caught and live-released salmon in the Gulf of Bothnia in Baltic Sea). *Kalantutkimuksia – Fiskeriundersökningar* 184. 26 p.

- Siira, A., Suuronen, P., Ikonen, E. & Erkinaro, J. 2006. Survival of Atlantic salmon captured in and released from a commercial trap-net: potential for selective harvesting of stocked salmon. *Fisheries Research* 80: 280–294.
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Kalan tuottajahinta [verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu: 24.2.2021]. <http://www.stat.fi/til/katuhin>
- Torniainen, J., Vuorinen, P.I., Jones, R.I., Keinänen, M., Palm, S., Vuori, K.A.M. & Kiljunen, M. 2014. Migratory connectivity of two Baltic Sea salmon populations: retrospective analysis using stable isotopes of scales, *ICES Journal of Marine Science* 71: 336–344.
- Whitlock, R., Mäntyniemi, S., Palm, S., Koljonen, M-L., Dannewitz J. & Östergren, J. 2018. Integrating genetic analysis of mixed populations with a spatially explicit population dynamics model. *Methods in Ecology and Evolution* 9: 1017–1035.
- Östergren, J., Blomqvist, C., Dannewitz, J., Palm, S. & Fjälling, A. 2020. Discard mortality of salmon caught in different gears. *SLU Aqua*. 21 s.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000