



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2021

Merenkurkun merikutuisen siian istutustuotto ja syönnösalueet

Lari Veneranta ja Hannu Harjunpää

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2021

Merenkurkun merikutuisen siian istutustuotto ja syönnösalueet

Lari Veneranta ja Hannu Harjunpää

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2021

Viittausohje:

Veneranta, L. & Harjunpää, H. 2021. Merenkurkun merikutuisen siian istutustuotto ja syönösalueet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 35 s.

Pääkirjoittajan ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0001-5074-0822>

ISBN 978-952-380-260-5 (Painettu)

ISBN 978-952-380-261-2 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-261-2>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Lari Veneranta ja Hannu Harjunpää

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2021

Julkaisuvuosi: 2021

Kannen kuva: Lari Veneranta

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

Tiivistelmä

Lari Veneranta ja Hannu Harjunpää

Luonnonvarakeskus, Wolffintie 35, 65200 Vaasa

Merenkurkun alueelle istutettavia yksikesäisiä siianpoikasia merkittiin värimerkillä yhteensä 255 000 kappaletta vuosina 2014–2016. Maalahdessa toteutettiin emokalojen kutupyynti, jossa 382 kutusiialle laitettiin selkävän juureen Carlin-merkki. Lisäksi Merikarvialla kasvatettiin Maalahden siikakannan poikasia vastakuoriutuneesta kesänvanhoiksi viljelykasseissa vuosina 2015–2017. Vapautuksen yhteydessä poikaset värimerkittiin ja niiden esiintymistä saaliissa selvitettiin samoista saalisnäytteistä Merenkurkun alueen istutuskalojen kanssa.

Värimerkittyjen siikojen esiintymistä saaliissa ja niiden kasvua selvitettiin yhteistyössä kaupallisten kalastajien ja kalatukkujen kanssa vuosina 2017–2020. Yhteistyökalojille jaettiin käyttöön UV-valot, joiden avulla he pystyivät saaliista tarkistamaan värimerkittyjen siikojen esiintymisen. Lisäksi osa kaloista tarkistettiin Luonnonvarakeskuksen EU-tiedonkeruuhankkeen näytteenoton yhteydessä. Kalastajien saaliiksi jääneistä Carlin-merkityistä sioista merkkipalautuksia saatiin Luonnonvarakeskuksen merkkipalautusjärjestelmän kautta.

Väri- ja Carlin-merkintöjen palautusten perusteella Merenkurkkuun istutettu tai kutupaikalta pyydetty Maalahden suistosiiika vaeltaa etelään syönnöstmään ja palaa syksyllä kutuajan lähestyessä takaisin Merenkurkkuun. Carlin-merkittyjä siikoja saatiin saaliiksi kutupaikalla merkinnän jälkeisinä syksyinä tehtyjen koekalastusten yhteydessä, joten pieni osa sioista selviytyi kudulle uudestaan ensimmäisen kutukerran jälkeen. Värimerkityistä Merenkurkun alueelle istutetuista kaloista suurin osa jäi saaliiksi Merenkurkun eteläpuolisella lähialueella ja Merenkurkun pohjoispuolelta havaintoja ei kertynyt. Istutuspaikka vaikutti syönnösalueen sijoittumiseen ja sekä Merenkurkun että Maalahden istutuksissa syönnösalue ulottui noin 200 km istutusalueesta etelään.

Istutusten tuottamaa saalista arvioitiin värimerkittyjen siikojen saalisosuuksien ja pyyntiruutukohtaisten kokonaissaaliiden perusteella. Merenkurkun istutuksista saatu kilomääräinen tuotto 1 000 istutuspoikasta kohden vaihteli vuosien 2014–2016 istutuserissä 10,7–33,2 kg välillä. Vastaavasti Merikarvian kassikasvatuksessa istutustuotto vuosien 2015 ja 2016 osalta oli 17,5 kg ja 12,6 kg. Vuoden 2017 kasvatuksessa istutetuista poikasista ei kesään 2020 mennessä ollut kertynyt palautuksia. Merikarvian kassikasvatuksesta istutettujen siianpoikasten tuottoon vaikuttanee suuresti istutuspoikasten koon suuri hajonta ja pienikokoiseksi jääneiden poikasten suuri osuus. Mikäli kasvatuksessa istutuspoikaset kyettäisiin kasvattamaan tasakoisiksi ja vastaamaan esimerkiksi luonnonravintolammikoiden poikasten keskimääräistä kokojakaumaa, kilomääräinen tuotto todennäköisesti parantuisi huomattavasti.

Saalispalautusten perusteella istutetut siikat pyydetään pääasiassa kolme- ja neljävuotiaana, jolloin osa kalojen kasvupotentiaalista menetetään. Istutusten kilomääräinen tuotto olisi suurempi, mikäli siikat pyydetäisiin vuotta myöhemmin. Tällöin myös nykyistä suurempi osuus sioista voisi kutea lisääntymisalueella ja tukea siten luontaista lisääntymistä. Verrattuna aiempiin vastaaviin istutuksiin 1990-luvulla, Merenkurkun ja Merikarvian istutusten tuotto jäi heikommaksi. Pynnin ohella istutustuottoon voi vaikuttaa myös merialueella kasvanut hyljekanta ja todennäköisesti aiempaa suurempi luonnollinen kuolevuus.

Asiasanat: merikutuinen siika, merkintä, kalastus, vaellus, syönnös

Sisällys

1. Johdanto	5
2. Siikojen merkinnät, istutukset ja saalisnäytteet.....	8
2.1. Kesänvanhojen istutuspoikasten merkintä Maalahdessa	8
2.2. Kesänvanhojen istutuspoikasten merkintä Merikarviolla.....	10
2.3. Värimerkittyjen siikojen esiintyminen saaliissa ja tuotto	11
2.3.1. Kaupallisten kalastajien saaliit	11
2.3.2. Siianpoikasten istutustuoton arviointi.....	13
2.4. Merkintäkalastukset Maalahden kutualueella	14
3. Siikojen syönnösalueet ja kasvu.....	17
3.1. Kutualueelta pyydystetyt ja merkityt siiat	17
3.2. Värimerkittyjen siikojen esiintyminen saaliissa.....	19
3.3. Sukupuoli, sukukypsyminen ja ikärakenne	22
3.4. Siikaistutusten tuottama saalis	25
4. Pyydetäänkö siiat liian nuorina?	26
5. Suositukset Maalahden siikakannan vaalimiseen	30
6. Yhteistyökalamastajat ja -tukut:.....	31
7. Rahoittajat ja yhteistyö	32
Viitteet.....	33

1. Johdanto

Kaupallisen kalastuksen siikasaalis on romahtanut koko Suomen rannikkoalueella kolmenkymmenen vuoden aikajaksolla. Eniten saalista saatiin 1990-luvulla, jolloin Merenkurkun ja Pohjoisen Selkämeren alueen (pyyntiruudut 22, 23, 24, 27 ja 28) siikasaaliit olivat parhaillaan 531 tonnia vuodessa. Saaliiden lasku alkoi 2000-luvun alussa ja nykyisellään (2017–2019) saalistaso on laskenut noin 100 tonnin tasoon (Tilastotietokanta 2020). Saaliiden laskun taustalla on todennäköisesti useita vaikuttavia tekijöitä, kuten pyynnin vaikeutuminen ja väheneminen hylkeiden runsastumisen myötä sekä toisaalta myös siian luonnollisen kuolevuuden kasvu. Lisäksi istutusmäärät ovat pienentyneet 1990-luvulla vallinneesta tilanteesta (Kallio-Nyberg ym. 2020).

Pohjanlahdella siikoja on kahta eri lisääntymismuotoa, virtavesiin kudulle nouseva vaellussiika sekä paikallisempia kantoja muodostava merikutuinen siika. Molemmat ovat merkittäviä kohdekaloja sekä kaupalliselle että vapaa-ajan kalastukselle ja niillä on siten sekä taloudellista että sosiaalista arvoa. Siikamuodot eroavat toisistaan pääasiassa kasvunopeuden, kutualueen ja vaelluskäyttäytymisen perusteella. Vaellussiika on tyypillisesti nopeakasvuinen, kasvaa suurikokoiseksi ja tekee pitkiä syönnösvaelluksia. Merikutuinen siika kutee rannikkoalueella ja tekee vain lyhyitä vaelluksia. Aiemmin toteutuneissa merkinnöissä palautukset ovat painottuneet merkintäpaikan läheisyyteen ja suurimmat etäisyydet ovat olleet noin 100 km (Wikgren 1962, Lehtonen & Himberg 1992). Merikutuinen siika voidaan jaotella vielä erikseen varsinaiseen karisiikaan sekä suisto- tai saaristosiiikaan (Hudd ym. 2012). Karisiika jää kooltaan pienikokoiseksi, tyypillisesti Selkämerellä ja Merenkurkussa alle 0,5 kg painoiseksi ja pohjoisempaan Perämerellä pienimmillään alle 0,25 kg kokoon. Suisto- ja saaristosiiat kasvavat nopeammin ja suuremmiksi kuin karisiitit (Lehtonen 1981, Hudd ym. 2012). Kasvultaan vaellussiian kaltaisia siikakantoja esiintyy paikallisesti Saaristomereltä eteläiselle Perämerelle saakka. Tunnettuja paikalliskantoja ovat mm. Saaristomerellä Nauvossa, Merenkurkussa Maalahdessa ja Eteläisellä Perämerellä Luodon saaristossa esiintyvät siikakannat. Geneettisten selvitysten perusteella on todettu, että ainakin nykyään Maalahden ja Luodon saariston siikojen istutuskannat ovat käytännössä samaa kantaa (Koljonen ym. 2019). Tietävästi jokisuistoissa kutevia siikakantoja on aiemmin esiintynyt laajemmaltikin, mutta ne ovat joko hävinneet tai ajantasaista tietoa kannoista ei ole (Hurme 1962).

Rannikkoalueen siikakantojen hoito perustuu pitkälti istutuksiin ja istutetun kalan hyödyntämiseen. Pyydetystä siiaista vaellussiikaa on noin 80 % (Kallio-Nyberg ym. 2019) ja vaellussiian luontaista lisääntymistä on todettu merkittävässä määrin lähinnä Perämereen laskevissa joissa. Suurin osa rannikkoalueen, joista tuottaa siianpoikasia vain vähäisissä määrin ja tuotto perustuu pitkälti istutusten ylläpitämään siikapopulaatioon, joka lisääntyy alimman padon alapuolella. Vaellussiian luonnontuotanto on heikentynyt jokien patoamisen ja vedenlaadun heikentymisen vuoksi – lisääntymisalueiden pinta-ala on ennen patoamista ollut todennäköisesti huomattavasti nykyistä suurempi. Merikutuisen siian lisääntyminen puolestaan on taantunut erityisesti Merenkurkun eteläpuolisilla rannikkoalueilla ja elinvoimaisia kannat ovat lähinnä Perämeren alueella (Veneranta ym. 2013). Uhanalaisuusluokittelussa merikutuisia siikoja tarkastellaan yhtenä yksikkönä, ja niiden tila on arvioitu vaarantuneeksi (Urho ym. 2019).

Suomen rannikkoalueelle istutetaan vuosittain noin 7–8 miljoonaa kesänvanhaa ja alle 30 miljoonaa vastakuoriutunutta siianpoikasta, jotka ovat pääosin vaellussiikoja (ICES 2018). Istutusten painopiste on Pohjanlahden alueella, erityisesti Perämerellä. Merenkurkkuun ja Maalahteen istutettiin yhteensä hankeaikana 280 000 siianpoikasta, keskimäärin vuodessa 94 000 kasvukykiseksi arvioitua kesänvanhaa siikaa. Kesänvanhojen rannikkoalueen istutussiikojen kokonaismäärästä Merenkurkun ja Merikarvian vuotuiset istutukset vastaavat siten noin 1 % osuutta ja

mikäli vastakuoriutuneina istutettavat siianpoikaset huomioidaan, osuus kaikista istutuksista jää on vielä huomattavasti pienemmäksi.

Siikasaaliiden perusteella kalastus keskittyy nykyään pääasiassa vaellussiikaan (Kallio-Nyberg ym. 2020), vaikka vielä kolme vuosikymmentä sitten siikasaalis on koostunut lähes tasapuolisesti molemmista muodoista erityisesti Selkämeren alueella (Lehtonen 1981). Kalastuksen painopisteen muutokseen ovat vaikuttaneet runsaat vaellussiian istutukset ja toisaalta merikutuisten siikakantojen voimakas heikentyminen Merenkurkun eteläpuolella. Saalistilastojen perusteella pienikokoisempaa karisiikaa Perämerellä pyydetään erityisesti kutuajan tuntumassa mädin vuoksi (Kallio-Nyberg ym. 2020). Paikallisten, vaellussiian lailla kasvavien merikutuisten siikakantojen on arveltu olevan erityisen arvokkaita, koska niiden on oletettu pysyttelevän koko elinikänsä lisääntymis- tai kutualueen lähistöllä (Lehtonen & Himberg 1992).

Ulkonäön perusteella merikutuista siikaa ja vaellussiikaa on vaikea erottaa toisistaan. Meressä eläviä siikamuotoja erottaa toisistaan lähinnä kasvunopeus ja kiduskaarien sisäreunassa olevien siivilähampaiden lukumäärä. Karisiialla on keskimäärin 27 siivilähammasta, ja vaellussiialla noin 30 siivilähammasta, mutta erillisten populaatioiden välillä on vaihtelua, ja esimerkiksi Ahvenanmaan merikutuiselelle siialle on raportoitu siivilähammasmääräksi keskimäärin 29 (Himberg ym. 2015). Hudd ym. (2012) raportoivat Vaasan edustan kutusiikojen siivilähammasmääräksi myös keskimäärin 29 siivilähammasta. Siten merikutuisten saaristo- ja suistosiiikojen tunnistaminen selvien ulkoisten merkkien perusteella on ongelmallista. Kalastajien mukaan paikallisen merikutuiselele siian voi erottaa mm. vaellussiikaa suurempikokoisen pään ja suurempien suomujen perusteella (Enkvist 2014). Useimmiten merikutuinen karisiika jää pienikokoiseksi etenkin Perämerellä, mutta kantojen kasvunopeuden välillä on huomattavia paikallisia ja alueellisia eroja (Lehtonen 1981, Olsson ym. 2012). Merenkurkussa ja Saaristomerellä merikutuiselele kutuvalmiit siikat ovat painoltaan tyyppillisesti enimmillään 1–2 kg. Maalahden suistosiiika on tällainen, suuri- ja suurempikokoiseksi kasvava merikutuinen siikakanta. Vaasan edustan merialueella kartoitettiin suuri- ja suurempikokoiseksi kasvavan merikutuiselele siian kutualueita verkkokoekalastuksin vuosina 2010–2011 (Hudd ym. 2012). Kutuaikaan siikoja saatiin saaliiksi erityisesti sora-kivipohjaisten saarten kärkein ja vedenalaisten riuttojen ympäristöstä. Koekalastusten perusteella kutualueiden arveltiin olevan erityisen pienimuotoisia ja sijaitsevan useissa saariston erillisissä kohdissa. Merikutuiselele siikojen kutualueiden tuntumasta löydettiin myös vastakuoriutuneita siianpoikasia (Hudd ym. 2012).

Koljosen ym. (2019) Pohjanlahden siikakantojen genetiikkaa käsittelevän selvityksen perusteella Merenkurkun alueella istutuksissa käytetty Maalahden siian viljelykanta poikkeaa geneettisesti luonnossa lisääntyvistä sioista. Luonnonvaraisessa kannassa geneettisestä monimuotoisuudesta kertova alleelirikkaus oli vertailluista siikakannoista korkeimpien joukossa, kun taas Maalahden viljelykannassa alhaisempia tutkituista näytteistä. Kannan perintötekijöiden monimuotoisuus voi edesauttaa sopeutumista ympäristön muutokseen, kuten vesien lämpenemisen myötä muuttuviin kutu- ja poikasten kehityksiaikoihin. Siten Maalahden siikakannan vaalimiseksi syönnös- ja kutualueiden tunteminen on tärkeää, jotta voidaan arvioida luonnonlisääntymiseen, kannan kokoon ja esimerkiksi istutustuottoon vaikuttavia tekijöitä.

Työn tarkoituksena oli selvittää, kuinka laajalla alueella paikallisena pidetty merikutuinen siikakanta on pyydystettävissä ja millainen merkitys sillä on alueen kokonaissaaliissa. Tutkimuksessa merkittiin värimerkillä sekä Merenkurkkuun että Selkämerelle Merikarvialle istutettuja yksikesäisiä siianpoikasia ja seurattiin niiden esiintymistä kaupallisen kalastuksen saaliissa. Lisäksi Maalahden kutualueelta pyydettiin kutusiikoja merkintää varten ja niiden merkkipalautusten perusteella osaltaan arvioitiin kannan syönnösalueen laajuutta. Tulokset antavat lisätietoa merikutuiselele siikakantojen merkityksestä rannikon siiankalastuksessa ja mahdollisesti niitä

voidaan hyödyntää myös istutusten kohdentamisen suunnittelussa ja käytettävien istutuskan-
tojen valinnassa. Mahdollisesti palautusistutuksilla ja elinympäristökunnostuksilla tai elinympä-
ristön tilan muuten parantuessa merikutuisen siian osuutta kalastuksen saaliissa voitaisiin kas-
vattaa. Esimerkiksi Ahvenanmaalla, Saaristomerellä ja Maalahdessa on jo toteutettu paikallisena
pidetyn siikakannan ylläpitoon ja kotiuttamiseen tähtääviä hankkeita ja vuonna 2015 vastaava
toteutettiin ensimmäisen kerran myös Selkämerellä Merikarvian edustalla (Selkämeren Ammat-
tikalastajat ry 2015). Kokemukset näistä ovat olleet vaihtelevia, mutta esimerkiksi Saaristome-
rellä (Leskelä 2008) istutusten arveltiin olevan tuottavia ja toisaalta ne myös osaltaan ylläpitävät
paikallista lisääntyvää siikakantaa.

2. Siikojen merkinnät, istutukset ja saalisnäytteet

Merkinnässä käytettiin ruiskuvärijäystekniikkaa, joka on alun perin Tyynenmeren lohien poikasille kehitetty merkintämenetelmä (Jackson 1959). Lähinnä sitä on käytetty istutusten tuloksellisuuden arvioinnissa (esim. Phinney ym. 1967, Nielson 1990, Leskelä 2004). Ruiskuvärimerkinnässä veden ja värihiutaleiden seos ruiskutetaan paineilman avulla merkintäalustalla oleviin kaloihin. Värimerkintä perustuu siihen, että fluoresoivat pigmenttihiukkaset tarttuvat poikasen ihoon ja suomuihin. Hiukkaset eivät näy normaalissa valaistuksessa, joten merkin havaitsemiseksi kalaa pitää tarkastella ultraviolettivalossa. Aiempien siialla toteutettujen merkintäkokeiden perusteella pigmenttihiukkaset säilyvät kalan kasvaessa ja ovat nähtävissä kalan koko eliniän ajan (Leskelä 1999, Leskelä ym. 2009).

Merkin pysyvyys ja luettavuus riippuvat mm. merkittävien poikasten koosta, kalalajista, käytetyn pigmentin laadusta ja ilmanpaineesta. Menetelmä soveltuu joillekin lajeille paremmin kuin toisille, siikamerkinnöissä se jättää kalan ihoon ja suomuihin pysyvän jäljen (Leskelä 1999), aiheuttamatta voimakkaasti kohonnutta stressitasoa tai merkittävää ylimääräistä kuolevuutta poikasille (Leskelä ym. 1998). Menetelmää on käytetty Suomessa useissa siikaistutusten tuloksellisuutta selvittävissä merkintähankkeissa (Leskelä ym. 2004, Leskelä 2008, Leskelä 2012).

2.1. Kesänvanhojen istutuspoikasten merkintä Maalahdessa

Poikaset kasvatettiin Vääräniemi Oy:n Maalahden kannan emokalaparvesta luonnonravintolammikossa Kuusamon-Taivalkosken alueella. Lammikosta kalat pyydettiin vesien jäähtyttyä ja kuljetettiin välisäilytykseen Kalankasvatus Vääräniemen tiloihin halliin, jossa kala-altaassa virtaa lähes vakiolämpötilassa (3–4 °C) pysyvä pohjavesi.

Merkinnän yhteydessä siiat haavittiin tiheäsilmäisellä haavilla noin 1,5–2,5 kg erissä vesipaljuun, punnittiin noin 7 kg erissä ja nostettiin haavilla merkintäkaukalo, jossa niiden pintaan ruiskutettiin 5–6 baarin paineilmalla veteen sekoitettua oranssia värijauhetta (Swada UK, LMP Flame Orange 4, hiukkaskoko 22 µm). Merkintäkaukalosta merkityt kalat laskettiin viereiseen verkkokassiin (kuva 1). Verkkokasseista merkityt kalat siirrettiin joidenkin päivien sisällä kuljetusautoon ja kalat istutettiin yhteensä 15 Merenkurkussa sijaitsevan osakaskunnan alueille merkintävuosien aikana (taulukko 1).



Kuva 1. Värimerkinnässä merkitään yksikesäisiä siianpoikasia ruiskuttamalla veteen sekoitettua värijauhetta paineella siikojen ihoon.

Merkinnän yhteydessä ei havaittu huomattavaa kuolleisuutta, mutta useat käsittelykerrat haavilla lisäävät kalojen suomujen irtoamista ja kokonaisrasitusta. Tällöin kalan kunto saattaa heikentyä verrattuna siihen, että merkintä tehtäisiin suoraan kasvatuskassista tai vapautuspaikan yhteydessä. Merkinnän yhteydessä poikasista otettiin satunnaisotoksena yhteensä noin 1000 g erä pituus- ja painojakauman määrittämistä varten. Poikaset lastattiin kuljetukseen istutuspaikalle joitakin päiviä merkinnän jälkeen. Merkityt poikaset vastasivat kooltaan tyypillisesti siikaistutuksissa käytettävää kokoa. Vuonna 2015 merkitty erä oli kuitenkin keskikooltaan ja -painoltaan selvästi heikompi kuin muut merkintäerät, todennäköisesti varsin viileästä kesästä johtuen (taulukko 1). Merkintöjen yhteydessä pyrittiin arvioimaan kuolleisuutta, mutta monien käsittelyvaiheiden ja kalan siirtojen vuoksi se oli varsin hankalaa. Vuonna 2014 kokonaiskuolleisuudeksi karkeasti arvioitiin noin 10 %, vuonna 2015 noin 5 % ja vuonna 2016 noin 10 % merkintäaltaasta löytyneiden kuolleiden siikojen määrän perusteella. Kuolleisuus oli yllättävän korkea aiempiin merkintäkokemuksiin nähden. Merkintätyössä usea haavintakierros ja kalojen punnitus lisäsivät kaloille aiheutuvaa stressiä ja fyysisiä vammoja verrattuna tilanteeseen, jossa kalat olisi voitu merkitä juuri ennen vapautusta. Myös kalojen siirto kasvatuslammikosta välisäilytykseen katettuihin altaisiin lisännee kuolleisuutta, varsinkin mikäli lämpötilaerot ovat suuret kuten vuonna 2016. Varsinaisen merkinnän osuutta kuolleisuudesta ei kuitenkaan pystytty määrittämään, koska kontrolliryhmää ilman merkintää ei ollut.

Nopeakasvuisimmat Maalahden merikutuista kantaa olevat siiat saavuttavat tyypillisen kalastuskokoon kolmivuotiaina ja pääjoukko on pyyntikoossa viisivuotiaina. Siten vuosi 2018 on

ensimmäinen seurantavuosi, jolloin merkittyjä siikoja voitiin olettaa esiintyvän saaliissa runsaammin.

Taulukko 1. Merkityt kalat vapautettiin eri osakaskuntien alueille Merenkurkussa. Merkittyjen poikasten kokonaisistutusmäärä on 254 725 kappaletta. Keskipituus ja -paino vaihtelivat hie-man eri vuosien välillä.

Alue	2014	2015	2016
Bergö	27 863	-	20 709
Gerby	6 173	7 084	5 641
Iskmo	-	-	5 294
Kvarkens fo	-	5 641	-
Korsnäs	4 644	7 084	4 412
Malax	5 320	7 084	3 846
Maxmo	-	-	14 706
Molpe	10 834	16 530	11 538
Norra Vallgrund	4 260	-	-
Petalax	7 740	10 627	3 846
Petsmo	-	-	2 353
Replot	3 810	-	2 941
Sundom	3 096	-	2 564
Töjby	-	28 338	-
Västervik	6 173	9 446	5 128
Yhteensä (kpl)	79 913	91 834	82 979
Keskipituus (mm)	123	96	118
Keskipaino (g)	11,2	4,9	1,8

Kesänvanhojen siikojen lisäksi vuosittain Merenkurkun alueelle on istutettu vuosina 2014–2016 noin miljoona vastakuoriutunutta siianpoikasta. Istutuksia on tehty Raippaluodon Sandfladan luonnonravintolammikosta kesänvanhoiksi kasvatetuilla lijoen kannan siioilla (alkukasvatuk-sessa 3 000 000 vastakuoriutunutta poikasta) ja Maalahden siikakannalla Norrnäsissä, Petolah-dessa sekä Kalaxissa Närpiössä mereen vastakuoriutuneena laitetuilla Maalahden siikakannan poikasilla. Osa merkintä-seurantajakson Merenkurkun alueen siikasaalista on todennäköisesti näistä istutuksista lähtöisin.

2.2. Kesänvanhojen istutuspoikasten merkintä Merikarvialla

Merikarvialla Pooskerin saaristoalueella kalastajat Sami ja Reijo Veneranta kasvattivat verkko-kasseissa Maalahden siikakannan poikasia vuosina 2015–2017. Vastakuoriutuneet siianpoikaset starttiruokittiin Uudenkaupungin kalatalousalueen poikashautomossa, josta poikaset alkuvai-heen jälkeen siirrettiin valoverhokasvatukseen merelle. Poikasten kasvettua valoverhokassi poistettiin ja ne jatkoivat kasvua ympäröivässä suuremmassa kasvatusaltaassa. Kassikasvatuk-sessa poikasten kasvussa oli kunakin kasvatusvuonna havaittavissa selvää kaksijakoisuutta. Osa

poikasista kasvaa erittäin nopeasti suurikokoisiksi ja osa jää pienikasvuisiksi. Kasvuerot johtuvat kalojen ravinnonkäyttöön ja selviämiseen liittyvistä ongelmista, jotka ovat merellä tapahtuvassa pienpoikasten kasvattamisessa tyypillisiä. Aiempiin, istutussiikojen värimerkintöihin ja selviytymisarvioihin perustuen pienikokoiseksi jäävillä siioilla voidaan olettaa olevan suuri kuolleisuus, koska pienikokoisista istutussiioista koostuvista kasvatuseristä on havaittu saatavan huonompi istutustuotto kuin suurikokoisemmista poikasista (Leskelä et al. 2004). Yleensä istutustuoton kannalta heikommiksi on arvioitu alle 100 mm mittaisia siianpoikasia istutuserissä (Leskelä ym. 2004). Merikarvian kasvatuksissa kuntokertoimeltaan heikkoja poikasia kasvatuserissä oli erityisesti alle 6 g painoisissa poikasissa ja jokaisena kasvatusvuonna yli 10 cm mittaisten siianpoikasten osuus kasvatuserästä oli pieni, mutta kasvoi kunakin kasvatusvuonna. Ympäristöolosuhteet ja ruokinnan onnistuminen vaikuttavat kasvatuksen tulokseen merkittävästi.

Taulukko 2. Taulukko. Merikarvian kassikasvatuksen poikasten lukumäärät sekä eri kokoisten poikasten osuudet, keskipituudet ja -painot.

Vuosi	Yli 6 g	Alle 6 g	Yli 100 mm	Keskipituus, mm	Keskipaino, g
2015	13 500	37 700	16 %	99	10,2
2016	8 000	25 100	23 %	96	8,8
2017	4 500	2 200	35 %	105	13,1

Kassikasvatuksessa olleiden siianpoikasten värimerkintä toteutettiin vasta meriveden lämmön laskettua alle 10 °C tasolle, koska aiempien merkintäkokeiden (Friman & Leskelä 1998) mukaan merkintäkuolleisuus on tätä lämpimämmässä vedessä huomattavasti korkeampi kuin viileässä vedessä. Lisäksi myöhäisellä, lokakuun jälkimmäiselle puoliskolle ajoittuneella merkinnällä haluttiin ajoittaa istutus alueella runsaslukuisena esiintyvien merimetsojen pesimä- ja muuttokauden ulkopuolelle istutushävikin rajaamiseksi. Värimerkintä toteutettiin kasvatuskassilla erillisellä lautalla. Merkintä toteutettiin teknisesti samalla tapaa kuin Merenkurkkuun istutettujen siikojen merkintä, mutta poikaset vapautettiin välittömästi värimerkinnän jälkeen mereen. Merikarvian poikaset merkittiin keltaisella värijauheella ((Swada UK, LMP Lunar Yellow 27, hiukkaskoko 22 µm). Kokonaisuudessaan Merikarvian kassikasvatuksen istutusmäärä verrattuna esimerkiksi Merenkurkun istutuksiin on erittäin pieni. Mikäli huomioon otetaan vain yli 6 g painoiset siianpoikaset, Merikarvian istutus vastaa noin yhdeksää prosenttia Merenkurkun ja Merikarvian istutusmääristä. Merikarvian istutuksia on tarkemmin käsitelty kasvatukseen liittyvässä raportissa (Selkämeren ammattikalastajat ry 2015).

2.3. Värimerkittyjen siikojen esiintyminen saaliissa ja tuotto

2.3.1. Kaupallisten kalastajien saaliit

Värimerkittyjen siikojen esiintymistä kaupallisen kalastuksen saaliissa selvitettiin vuosina 2017–2020. Näytteenotto kohdennettiin aiempien merkintätietojen (Leskelä ym. 2004, Leskelä 2008 ja Leskelä 2015) perusteella istutusalueiden lähistölle sekä pääosin istutusalueen eteläpuoliselle merialueelle.

Hankkeen työt käynnistettiin alkukesällä 2017, jolloin yhteistyökalaajia ja -tukkuja pyydettiin mukaan työhön ja heidät opastettiin värimerkittyjen siikojen tunnistamiseen UV-lampulla.

Hankkeen käynnistymisen viivästyminen keväästä aiheutti kuitenkin sen, että vuoden 2017 kevään, kesän ja alkusyksyn siian kalastus menetettiin tarkastelusta. Toisaalta siikojen iän perusteella tuolloin saaliiksi jäivät siiat olivat pääosin vuoden 2014 istutuksen nopeakasvaisimpia yksilöitä ja määrä olisi todennäköisesti jäänyt varsin vähäiseksi.

Vuonna 2018 kalastajia oli mukana Pyhämaalta, Porista, Merikarvialta, Maalahdesta ja Mustasaaresta (ks. kappale 5, yhteistyökalamat). Lisäksi mukana oli kalatukku Merikarvialta, Maalahdesta ja Mustasaaresta. Näytteenotto saatiin toimimaan lähes suunnitellusti, vaikkakin tavoitellun näytemäärän kerryttäminen oli ongelmallista kalastuksen suhteellisen vähyyden ja vaihtelevien saaliiden vuoksi. Vuonna 2019 näytteenottoa jatkettiin ja laajennettiin Raumalle saakka. Lisäksi Luonnonvarakeskuksen muuhun kalakantojen seurantaan liittyvien hankkeiden siikanäytteistä (EU-tiedonkeruu) tarkistettiin värimerkittyjen siikojen esiintyminen saaliissa. Yhteistyökalamat ja -tukut tarkistivat siiat UV -valolla kalojen käsittelyn yhteydessä. Merkityt kalat säilöttiin pakastamalla ja näytekalat keräiltiin kalastajilta tai tukuista muiden näytteenottojen yhteydessä. Siikojen värimerkintä tarkastettiin Luonnonvarakeskuksessa ja siikojen ikä, sukupuoli ja sukukypsyys määritettiin. Näytesiat punnittiin, joko perattuna tai pyöreänä, riippuen kuinka kala oli näytteeksi toimitettu. Ikämääritys värimerkityille siioille tehtiin otoliitin perusteella. Yhteensä siikanäytteitä kertyi 32 139, joista kalastajien tai tukkujen (Kalaliike Eljas Santa Oy, Merikarvia ja Mereva, Maalahti) lamputtamia siikoja oli 29 854 kpl ja lisäksi 2 285 kpl lamputettiin Snickarsin kalatukussa Luonnonvarakeskuksen Hannu Harjunpään toimesta (taulukko 3). Hankkeessa mukana olevat tukut valittiin siten, että niiden läpi kulkevat ja värimerkin osalta tarkistettavat saaliisiikat eivät olleet samoja kuin yhteistyökalamatien pyydystämät siiat.

Taulukko 3. Värimerkintätutkimukseen saatujen siikojen vuosittaiset määrät.

Vuosi	Tarkistettavat, kpl
2017	3017
2018	14896
2019	13366
2020	860

Pohjanlahdella kaupallisen kalastuksen siikasaalista noin 80 % pyydetään pohjaverkoilla ja loput pääosin rysällä. Merkittyjen siikojen etsinnän yhteydessä näyte-erän pyyntivälinettä ei talennettu, mutta suurin osa näytteistä on verkkopyynnistä peräisin, lukuun ottamatta lähinnä Selkämereltä saatuja näyte-eriä, joissa pyyntivälineenä oli rysä. Näytteiden katsominen painotui niihin ajankohtiin, jolloin siikasaaliita oli parhaiten saatavilla. Seurannan painopiste on Merenkurkussa, josta on kerätty 76 % näytteistä. Näytteenoton painottumiseen vaikuttaa myös kalastuksen painottuminen, kaupallista kalastusta on eniten Merenkurkun alueella ja Selkämereltä oli kalastuksen vähäisyyden vuoksi hankala saada alueellisesti ja ajallisesti kattavasti näytteitä kokoon. Eteläisellä Selkämerellä ei nykyään juuri ole kalastusta talvikuukausina heikkojen jäätalvien vuoksi ja samoin elokuussa lämpimimmän veden aikaan pyynti on vähäistä. Kalastus painottuu alkukesään ja syys-lokakuulle. Näytteenottoon saatujen siikojen kuukausittaiset lukumäärät ja alueet on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4. Näytekalojen lukumäärän jakautuminen kuukausittain ja merialueittain. Eteläinen Merenkurkku tarkoittaa Vaasan eteläpuolista aluetta Bergön eteläpuolelle saakka ja Pohjoinen Merenkurkku Vaasan pohjoispuolta Mikkeliinsaarille saakka. Pohjoinen Selkämeri on Merikarvian pohjoispuolinen alue ja Selkämeri Merikarvialta etelään oleva alue.

Kuu- kausi	Ahvenan- maa	Eteläinen Selkämeri	Meren- kurkku	Pohjoinen Meren- kurkku	Selkämeri	Yhteensä
1	-	-	1 286	417	79	1 782
2	-	-	1 879	-	-	1 879
3	-	-	866	-	62	928
4	-	57	155	-	238	450
5	-	135	684	-	2 764	3 583
6	-	146	129	-	1 474	1 749
7	-	48	287	-	366	701
8	-	-	960	-	132	1 092
9	-	305	1 411	-	286	2 002
10	30	955	6 257	-	323	7 565
11	-	134	8 791	-	224	9 149
12	-	-	1 259	-	-	1 259
Summa	30	1 780	23 964	417	5 948	32 139

2.3.2. Siianpoikasten istutustuoton arviointi

Värimerkittyjen osuus saaliissa ja tuotto kiloina tuhatta istukasta kohden selvitettiin Petersenin merkintä-palautusmenetelmällä (Ricker 1975), olettaen että merkittyjä siikoja esiintyy tarkistetuissa saaliista otetuissa otoksissa samassa suhteessa kuin merkittyjä siikoja on koko saaliissa:

$$S_a = (L_m / L_s) \times S_k$$

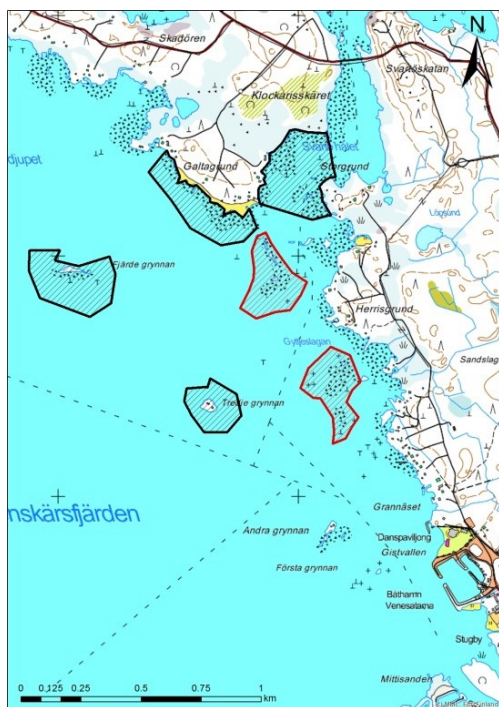
jossa S_a = Saalisarvio, L_m = merkittyjen kalojen massa näytteessä, L_s = kalojen kokonaismassa näytteessä ja S_k = saaliin kokonaismassa, kaupallinen ja vapaa-ajankalastus yhteenlaskettuna. Laskenta tehtiin erikseen kullekin istutusvuosiluokalle ja Merenkurkun sekä Merikarvian istutuksille. Laskelma tehtiin tilastoruuduttain, mutta pyydyksiä ei eroteltu toisistaan.

Kokonaissiikasaaliiden määrä perustuu Luonnonvarakeskuksen pyyntiruutukohtaiseen tilastointiin kaupallisesta kalastuksesta sekä vapaa-ajankalastuksen ELY-keskuksittain tehtävään tilastointiin (SVT 2020). Siian vapaa-ajankalastuksen arviona käytettiin Pohjanmaan vapaa-ajankalastuksen kyselytiedustelun saalisarvion keskiarvoa vuosien 2010, 2012, 2014 ja 2018 tiedustelujen mukaisesta saaliista. Vuoden 2016 kyselyn tulos jätettiin pois arviosta, koska saalisarvio oli lähes kymmenkertainen keskiarvoon nähden. Pohjanmaan kyselyotanta-alueen kattavien pyyntiruutujen (14, 15, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 28, 31, 32) osalta arvioitiin vapaa-ajankalastuksen osuus kaupallisesta saaliista ja osuuden perusteella laskettiin vapaa-ajankalastuksen saaliin arvio tutkimuksessa mukana oleville tilastoruuduille kunkin ruudun kaupallisen kalastuksen saaliin määrän mukaan. Saalisarvio laskettiin erikseen sekä Merenkurkun istutuksille että Merikarvian kassikasvatukselle. Molempien siikaistutusten osalta laskennassa huomioitiin vain ne pyyntiruudut, joilta merkittyjä siikoja oli löytynyt.

Merkittyjen ja näytteeksi saatujen siikojen ikä määritettiin Luonnonvarakeskuksessa värjätyistä ja halkaistuista kuuloluista, otoliiteista. Siian iän määrittäminen tarkasti on usein hankalaa, erityisesti pienten näyteryhmien ikänäytteistä ja siten ikämäärittämiseen liittyy epävarmuutta.

2.4. Merkintäkalastukset Maalahden kutualueella

Kutevia siikoja pyydettiin vuosina 2014–2017 sekä 2019 kutuaikaan tunnetuilla Maalahden siian kutualueilla. Osakaskunta Malax fiskargille rf on asettanut siian kuturauhoituksen 20.10. alkaen jäiden tulon saakka ja poikkeusluvasta pyyntiä varten sovittiin kunakin vuonna erikseen. Vuonna 2014 pyyntiä tehtiin laajamittaisemmin parhaiden pyyntipaikkojen kartoittamiseksi, mutta saaliskaloja saatiin hyvin suppeilta alueilta (kuva 2). Vuoden 2014 pyynnissä kutukalojen saanti keskeytyi Maalahdenjoen tulvimiseen ja kutualueelle asti yltävään runsaaseen jokivaluman määrään. Vedenlaatumittauksia ei tehty, mutta kalojen äkillisen katoamisen arveltiin johtuvan yhtäkkisestä vedenlaadun merkittävästä heikentymisestä ja happamuudesta. Vuosina 2015–2017 ja 2019 pyynti kohdennettiin vain vuoden 2014 pyynnin perusteella parhaiksi havaituille alueille (kuva 1).



Kuva 2. Maalahden suistosiiian pyyntialueet. Parhaiksi kutualueiksi todetut kohdat on merkitty punaisella.

Pyynnissä kunakin vuonna käytettiin noin 600–750 m verkkoa, kahtena ensimmäisenä vuonna tasaisesti silmäkokoja 45–50–55 mm ja vuonna 2016 vain 40 mm silmäkokoja kalamäärän kasvattamiseksi. Verkkojen korkeus oli pääsääntöisesti 3 m. Vuonna 2017 pyynti tehtiin pienemällä ponnistuksella, noin 300 m verkkomäärällä ja 40 mm solmuvälillä vain yhtenä pyyntiiltana. Vuoden 2019 pyynnissä käytettiin solmuvälejä 40–55 mm, koska haluttiin selvittää värimerkittyjen siikojen osuutta kutualueen saaliissa. Pyyntiaika ajoittui eri vuosina 26.10.–11.11. väliselle ajanjaksolle. Pyyntijaksolla veden lämpötila vaihteli 1–4 asteen välillä. Verkkopyynti aloitettiin iltapäivällä valoisaan aikaan ja pyydykset koettiin auringon laskettua. Verkot laskettiin kivikkojen reunamille tai kivien väliin 0,5–2,5 m syvyyteen, siten että verkkoliina jäi mahdollisimman löysälle. Pyyntiaika vaihteli noin 2–5 tunnin välillä kullakin verkolla, riippuen kalojen

käsittelyyn kuluneesta ajasta. Vesi kutualueella oli väriltään ruskeaa ja näkösyvyys kutupaikalla vaihteli verkotuskerroittain ja jokivirtaamasta riippuen. Enimmäkseen pohja oli havaittavissa 0,2–0,5 m syvyydestä. Siikasaalista saatiin eniten kivikkojen kärjistä tai kivien välisistä virtaavista salmikoista. Tyypillisesti siikoja oli verkoissa varsin rajallisilla alueilla. Kutupyyntien yhteydessä havaittiin tyyninä päivinä siian kutua. Siiat pärskähtelivät pinnassa kutukivikon ympäristössä hämärän laskeutuessa ja pintakäynnit jatkuivat edelleen illan pimennyttyä.



Kuva 3. a) Verkoilla pyydytetyt siiat irrotettiin verkosta varoen ja laskettiin paljuun odottamaan merkintää. b) Kutupaikalta saatiin saaliiksi myös kahden kilon siikoja. c) Siikojen selkäevän juureen laitettiin Carlin-merkki. d) Vuoden 2019 pyynnissä tarkistettiin sivusaaliina saatujen ahventen syönnös ja osalta ahvenista vatsasta löytyi huomattavissa määrin siianmätää.

Pyynnissä saaliiksi jääneet siiat irrotettiin verkosta varovasti verkkolangat katkaisten. Lyhyellä 2–3 tunnin pyyntiajalla ne eivät ehtineet tukehtua ja kiinnittyä verkkoon siten, että merkittäviä

vahinkoja ehtisi syntyä. Kalat laitettiin irrotuksen jälkeen paljuun, jossa oli noin 40–50 l vettä. Kerrallaan paljussa oli enintään 10–20 kalaa, riippuen siitä kuinka tiheässä niitä verkoissa oli. Merkinnän ajaksi verkkojen koenta keskeytettiin. Merkinnän yhteydessä tarkastettiin kutuvalmius ja sukupuoli sekä mitattiin ja punnittiin kala. Selkäevän tyveen asennettiin Carlin-merkki lukuun ottamatta vuotta 2019, jolloin merkinnässä käytettiin T-ankkurimerkkiä. Siat vapautettiin 50–200 m etäisyydelle verkkopyyntipaikasta. Kaikki saaliiksi saadut siat olivat kutuvalmiita, mätiä tai maitia valuvia (taulukko 3). Koirassioilla oli tyypillisesti vaaleita kutukyhyjä kyljissä. Pyynti sekä merkintä onnistuivat hyvin ja välitöntä merkintäkuolleisuutta ei havaittu. Verkotuksen yhteydessä vuonna 2015 saatiin saaliiksi neljä hylkeen tai norpan vaurioittamaa siikaa. Vuonna 2016 sivusaaliina tulleiden ahventen (7 kpl) vatsojen sisällön todettiin koostuvan ainoastaan siian mädistä (kuva). Ylipäätään kaikkina merkintävuosina sivusaalis koostui vähäisistä määristä haukia, ahvenia, lahnoja, särkiä, madetta ja silakkaa. Lisäksi vuonna 2014 saaliiksi jäi yksi kuha ja vuonna 2016 yksi meritaimen.

Taulukko 5. Carlin- ja T-ankkurimerkittyjen siikojen määrä ja koko sekä pyyntien ajoittuminen. Vuonna 2014 siat saatiin ensimmäisillä pyyntikerroilla.

Vuosi	Merkintämäärä	Naaraiden osuus	Verkko (mm)	Keskipituus (mm)	Keskipaino (g)	Pyynnin ajankohta	Pyyntikertoja
2014	62	13 %	45–50–55	414	686	31.10.–11.11.2014	4
2015	162	21 %	45–50–55	406	687	28.10.–3.11.2015	2
2016	158	14 %	40	340	460	26.10.2016	1
2017	30	3 %	40	348	389	27.10.2017	1
2019*	36	3 %	40–45–50–55	379	--	29.10.2019 1.11.2019	2

*Merkintä T-ankkurimerkillä

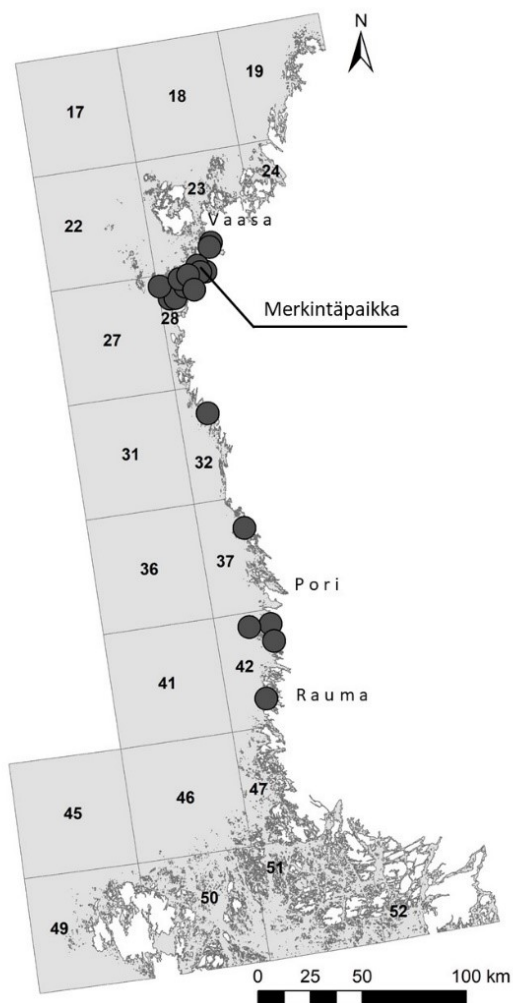
Yhteensä Carlin merkintäverkkopyynneissä saatiin 382 siikaa merkittyä. Vuonna 2017 tehtiin erillinen pyynti, jossa kerättiin 30 siian näyteaineisto DNA-määrittystä varten. Vuonna 2019 selvitettiin verkkopyynnillä värimerkittyjen siikojen osuutta kutupaikalla. Lokakuun 29. päivä toteutetussa pyynnissä ei saatu yhtään siikaa, ja 1.11. saaliiksi jäi yhteensä 38 siikaa, joista värimerkittyjä oli 7 yksilöä. Siat vapautettiin ja niiden selkäevän juureen laitettiin T-ankkurimerkki. Pyyntiä häiritsi Maalahdenjoesta tuleva valumavesi, joka ulottui jokisuuta lähimmälle kutualueelle. Veden pH sisimmällä kutualueella oli jälkimmäisellä pyyntikerralla 5,8 ja uloimmalla kutualueella salmessa 6,8.

Merkintäpalautuksia kalastetuista sioista saatiin Luonnonvarakeskuksen merkkipalautusjärjestelmän kautta. Merkityn siian tiedot voi palauttaa lähettämällä merkin Luonnonvarakeskukseen tai täyttämällä verkossa <https://lomakkeet.luke.fi/kalamerkki> merkkien palautuslomakkeen. Merkin palautuksen yhteydessä voi ilmoittaa myös pyyntitiedot, kuten pyydyksen ja kalan koon. Luonnonvarakeskus maksaa merkkipalautuksesta viiden euron korvauksen ja lähettää tiedoksi kalan merkintätiedot. Vuosittain merkkejä palauttaneiden henkilöiden kesken arvotaan myös erillinen palkinto.

3. Siikojen syönnösalueet ja kasvu

3.1. Kutualueelta pyydystetyt ja merkityt siiat

Merkintäpalautuksia Carlin-merkinnöistä saatiin yhteensä 20 kpl, eli 5,2 % merkintämäärästä. Vastaavasti vuoden 2019 T-ankkurimerkinnästä oli vuoden 2020 loppuun mennessä kertynyt kolme palautusta, jolloin palautusosuus on 8,3 % (n=36). Merkkipalautuskalat saatiin verkko-pyyntin saaliina, yhtä pitkäsiimaan jäänyttä kalaa lukuun ottamatta. Verkoissa solmuväli oli 40–45 mm, mediaani 43 mm. Palautuksista 55 % kertyi pyyntiruudulta 28 ja 15 % pyyntiruudulta 23. Eteläisin merkkipalautus on Raumalta ja pohjoisin Vaasan Kaupunginselältä. Palautukset painottuivat kutualueen lähistölle, mediaanietäisyys kutupaikasta oli 17,3 km ja keskietäisyys 61,2 km. Suurin palautusetäisyys oli 231,2 km ja lähes kolmasosa palautuksista kertyi alle 10 km etäisyydellä kutupaikasta (kuva 4). Yli 90 km etäisyydeltä palautettuja merkkejä oli 30 % ja ne palautettiin tammi- ja toukokuun välisenä aikana. Loka- ja joulukuun välisenä aikana kaikki palautetut merkit tulivat alle 20 km säteellä kutupaikasta pyydetyistä sioista. Yhtä, kolme vuotta merkinnän jälkeen pyydettyä siikaa lukuun ottamatta kaikki merkkipalautukset kertyivät joko kudun jälkeen samana vuonna tai seuraavan vuoden aikana. Palautukset jakautuivat tasaisesti koko vuoden ajalle.

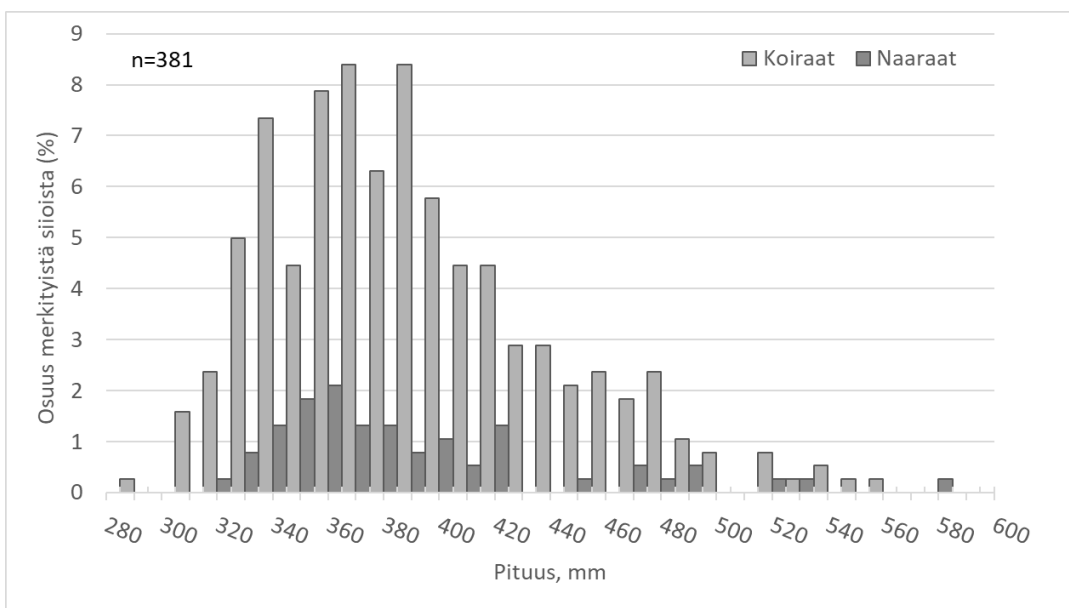


Kuva 4. Carlin-merkintöjen palautuspaikat. Kalat merkittiin Maalahden edustan kutualueella.

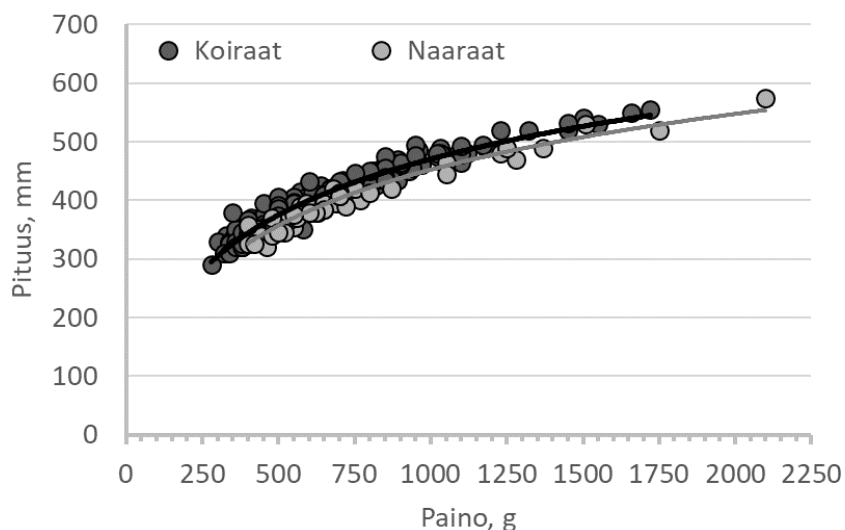
Kolme merkittyä siikaa saatiin saaliiksi vuoden 2015 kutupyynnin yhteydessä marraskuun alussa. Näiden lisäksi saatiin uudelleen saaliiksi kaksi edellisellä pyyntikerralla kalastettua siikaa. Vuonna 2016 saaliiksi ainoalla pyyntikerralla jäi myös kaksi merkittyä siikaa, mutta näistä merkki irtosi ja katosi kalan irrottamisen yhteydessä, joten merkintävuotta ei pystytty varmistamaan. Edellisvuosina merkittyjen siikojen hakeutuminen kutualueelle osoittaa siten, että siiat kutevat vuosittain ja paluukutijoita selviytyy takaisin kutualueelle vähäinen osuus koko populaatiosta.

Vuonna 2017 Maalahden kutualueelta kerättiin kohdennetulla näytteenotolla siikoja geneettistä kannantunnistusta varten. Pyynnissä käytettiin 40 mm verkkoja ja pyyntiaika oli noin 3 tuntia. Saaliiksi saaduista 30 siasta yksi oli värimerkitty, mutta yhtään Carlin-merkittyä siikaa ei saatu. Todennäköisesti pyynnissä käytetyn pienen solmuvälin vuoksi yhtä lukuun ottamatta kaikki siiat olivat koiraita. Kutualueelta saaliiksi jääneiden siikojen siivilähammasluku oli keskimäärin 28,3 (kh 2,3). Vuonna 2019 Maalahden kutualueella pyynneissä selvitettiin värimerkittyjen siikojen osuutta kutupopulaatiossa. Merenkurkun istutuskaloja löytyi 18 % koko saaliista (n=38) ja Merikarviolla värimerkittyjä siikoja kutualueelta ei saatu. Vuoden 2019 pyynnissä ei saatu Carlin-merkittyjä siikoja. Saaliiksi jääneet siiat merkittiin T-ankkurimerkillä ja vapautettiin. Palautuksia pyynnin jälkeen vuoden 2020 aikana on kertynyt kolme kappaletta.

Carlin-merkinnöissä siikojen keskipaino oli naarailla 807 g (keskihajonta (kh) 405 g) ja koirilla 665 g (kh 247 g) vuosien 2014–2015 näytteenotoissa (n=223). Vastaavasti naaraiden keskipituus oli 411 mm (kh 58 mm) ja koiraiden 408 mm (kh 46 mm). Verkko valikoivana pyydyksenä vaikuttaa suuresti saaliskalan kokoon. Vuosien 2016 ja 2017 näytteenotot tehtiin pienemmän solmuvälin verkoilla (40 mm) kalamäärän kasvattamiseksi suhteessa pyyntiponnistukseen ja niissä saatujen siikojen kokojakaumaa ei voi siten verrata vuosien 2014 ja 2015 näytteisiin. Huomattavaa on, että vuosien 2014 ja 2015 kutukalanäytteissä 88 % on suurempia kaloja kuin värimerkintätulosten perusteella Merenkurkun istutuskalojen keskimääräisen pyyntikoon (441 g) siiat (kuva 5). Vuonna 2019 toteutetussa pyynnissä käytettiin solmuväliltään 40–55 mm verkkoja, mutta saaliiksi jääneiden siikojen keskipaino oli silti pieni verrattuna vuosien 2014–2015 saaliiseen. Yhtä lukuun ottamatta siiat olivat koiraita ja niiden keskipituus oli 379 mm (pienin 320 mm ja suurin 458 mm, keskihajonta 33 mm).



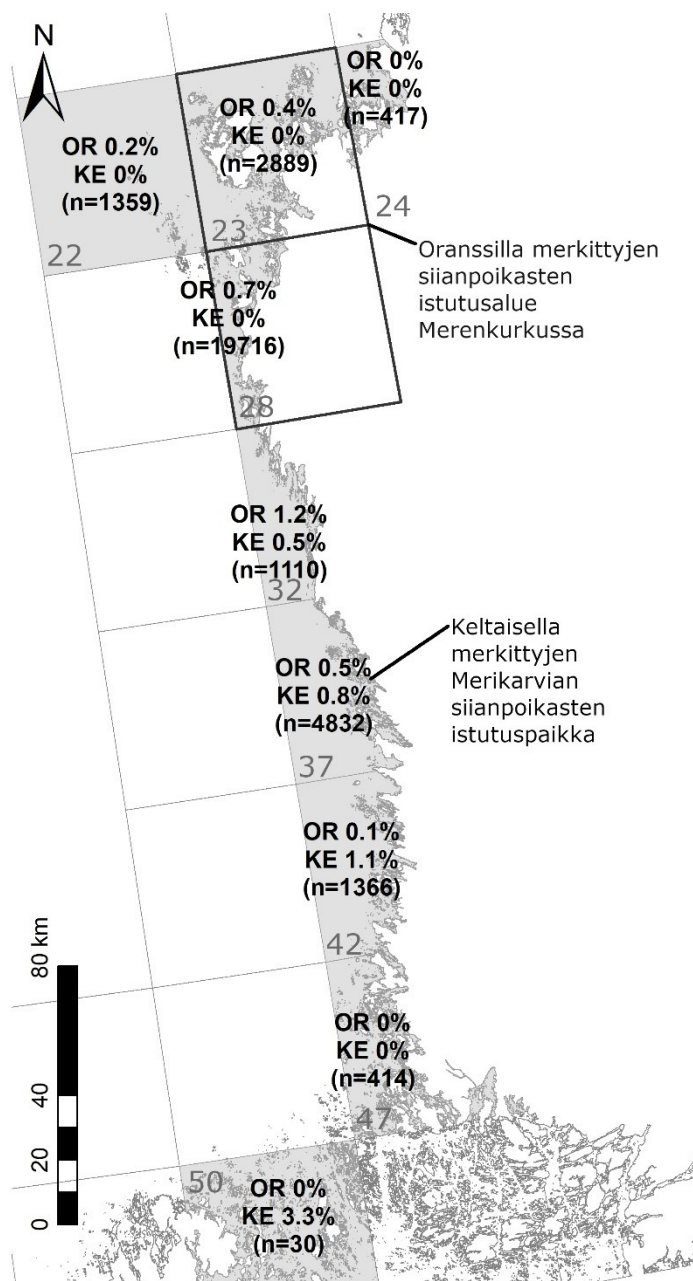
Kuva 5. Kutualueelta vuosina 2014–2016 pyydettyjen ja merkittyjen siikojen pituusjakauma sukupuolittain.



Kuva 6. Carlin-merkintäpöyryneissä vuosina 2014–2016 saatujen siikojen pituus (mm) ja paino (g). Naaraat ovat mädin takia hieman painavampia suhteessa pituuteen kuin koiraat.

3.2. Värimerkittyjen siikojen esiintyminen saaliissa

Värimerkittyjen siikojen osuus saaliissa oli suurin sekä Merenkurkun että Merikarvian istutusalueella lähimpänä olevan eteläpuoleisen ruudun saaliissa. Oranssilla värillä merkityt, Merenkurkuun istutettuja siikoja löytyi 197 kpl ja keltaisella merkityt Merikarvialle istutettuja 59 kpl. Varsinaisella istutusalueella värimerkittyjen osuus saalista jäi hieman pienemmäksi (kuva 7). On myös huomattava, että istutetut siikat eivät juurikaan jää saaliiksi istutusalueiden pohjoispuolella. Merenkurkun pohjoisosan pyyntiruudulta 24 ei löytynyt yhtään värimerkittyä Merenkurkun siikaa ja Merikarvian istutusalueen pohjoispuoliselta ruudulta saatiin yhteensä viisi siikaa, eli alle 10 % merkintälöydöistä. Yksittäiseen Ahvenanmaan siikanäytteeseen osui yksi Merikarvialla kasvatettu siika, joka siten oli syönnösvaelluksella yli 200 km etäisyydellä istutuspaikasta. Palautusosuuksien perusteella arvioituna värimerkittyjen siikojen saalit painottuvat kuitenkin vahvasti alle 100 km etäisyydelle istutusalueesta ja havainnot värimerkityistä siioista saaliissa vastaavat Carlin-merkintöjen tuottamaa tietoa syönnösvaellusalueesta.



Kuva 7. Näytemäärät ja värimerkittyjen (Merenkurkku, Merikarvia) siikojen esiintyminen saaliissa.

Merkittyjen kalojen esiintyminen saaliissa painottuu Merenkurkussa loka- ja marraskuulle sekä talvikaudelle helmikuuhun saakka. Kevät- ja kesäkaudella niitä on saaliissa harvakseltaan, mihin osaltaan vaikuttaa myös kalastuksen ja saalisnäytteiden ajallinen painottuminen. Merenkurkuun istutettujen siikojen esiintyminen saaliissa painottuu kuitenkin selvästi Merenkurkun eteläpuoliselle alueelle, mutta niitä saadaan saaliiksi myös Selkämereltä huhti- ja heinäkuun välisellä ajanjaksolla. Eteläisin oranssilla värjätty Merenkurkun merikutuisen siian merkintähavainto on Luvialta. Merenkurkun istutussiikoja saatiin noin 19 % näytteenottokerroista ja Merikarvian noin 13 % näytteenottokerroista pyyntiruuduilta, jotka olivat kummankin istutusalueen pohjoisimmalla havaintoalueella tai siitä etelään. Jos Merikarvian istutusmäärissä jätetään huomiotta Merenkurkun ja Pohjoisen Merenkurkun alueet, joihin saalispalautusten perusteella suurin osa istutussiioista ei vaella (ruudulta 32 pohjoiseen), on Merikarvian istutusten palautusosuus 0,8 % koko UV-valolla tarkistetusta kalamäärästä. Enimmillään yksittäisissä saaliserissä

merkittyjen siikojen osuus oli neljäsosa tai viidesosa Merenkurkun istutuskalaa, mutta tällöin näytemäärät olivat pieniä, neljä tai viisi siikaa. Tyypillisimmin saaliiseen osui yksi värimerkitty siika. Vastaavasti Merikarvian istutussiikojä jäi saaliiksi lähinnä avovesikaudella erityisesti touko- ja kesäkuussa sekä lokakuussa. Talviaikaan siiankalastusta ei juurikaan ole ja saalisnäytteitä ei kertynyt.

Taulukko 6. UV-valolla merkityksi todettujen siikojen osuus saaliissa (%) ja kappalemäärät eri merialueilla ja kuukausina.

Oranssi väri						
KK	Ahvenanmaa (n)	Eteläinen Selkämeri n	Selkämeri (n)	Merenkurkku (n)	Pohjoinen Merenkurkku (n)	Yhteensä (n)
1	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,8 (10)	0,0 (0)	0,6 (10)
2	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,7 (14)	0,0 (0)	0,7 (14)
3	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,2 (2)	0,0 (0)	0,2 (2)
4	0,0 (0)	0,0 (0)	2,5 (6)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,3 (6)
5	0,0 (0)	0,0 (0)	0,7 (19)	0,4 (3)	0,0 (0)	0,6 (22)
6	0,0 (0)	0,0 (0)	0,7 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,6 (10)
7	0,0 (0)	2,1 (1)	0,8 (3)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,6 (4)
8	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
9	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,4 (6)	0,0 (0)	0,3 (6)
10	0,0 (0)	0,1 (1)	0,0 (0)	0,9 (55)	0,0 (0)	0,7 (56)
11	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,6 (55)	0,0 0	0,6 (55)
12	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,0 (12)	0,0 0	1,0 (12)
Summa	0,0 (0)	0,1 (2)	0,6 (38)	0,7 (157)	0,0 0	0,6 (197)

KELTAINEN						
	Ahvenanmaa (n)	Eteläinen Selkämeri (n)	Selkämeri (n)	Merenkurkku (n)	Pohjoinen Merenkurkku (n)	Yht. (n)
1	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
2	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,1 (1)	0,0 (0)	0,1 (1)
3	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
4	0,0 (0)	0,0 (0)	0,8 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,4 (2)
5	0,0 (0)	0,0 (0)	0,9 (25)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,7 (25)
6	0,0 (0)	1,4 (2)	0,7 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,7 (12)
7	0,0 (0)	2,1 (1)	0,5 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,4 (3)
8	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
9	0,0 (0)	0,0 (0)	0,3 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,1 (1)
10	3,3 (1)	1,2 (11)	0,6 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,2 (14)
11	0,0 (0)	0,7 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,1 (1)
12	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
Summa	3,3 (1)	0,8 (15)	0,7 (42)	0,0 (1)	0,0 (0)	0,2 (59)

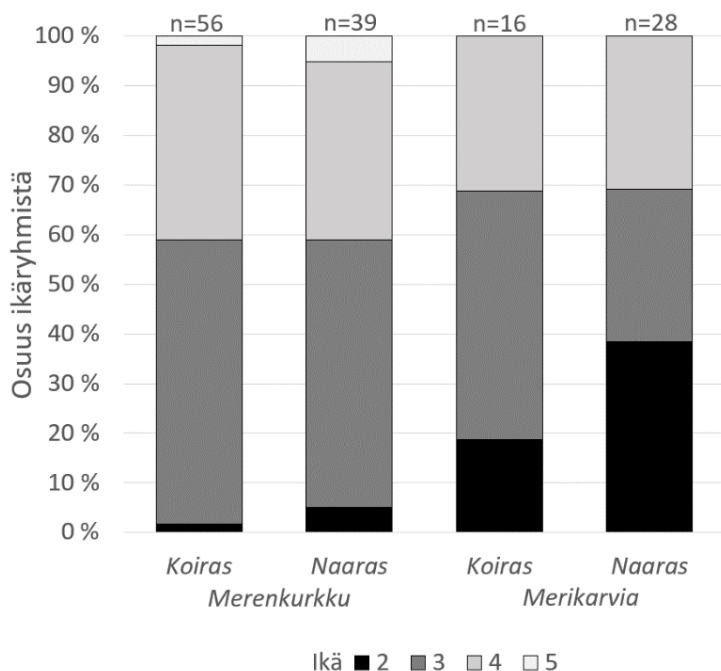
3.3. Sukupuoli, sukukypsyminen ja ikärakenne

Näytesiiikojen sukupuolta ja sukukypsyyttä ei pystytty täysin kattavasti määrittämään takaisin-saaduilta sioilta. Osaltaan syynä oli se, että siikoja käytiin läpi kalatukuissa, joissa kalat oli jo perattu. Joidenkin näytteiden osalta kalastaja, jolta kalat ostettiin, oli perannut saaliikseen saamansa siiat ennen pakastamista. Sukupuoleltaan määritetyissä näytekaloissa naaraiden osuus Merenkurkun värimerkityissä saaliskaloissa oli 41 % ja koiraiden 59 % (n=95). Vastaavasti Merikarvian merkinnän saaliskaloissa naaraita oli 45 % ja koiraita 55 % (n=29). Sukukypsyys määritettiin kahdeksanportaisella asteikolla Luonnonvarakeskuksessa käytössä olevan määrittelysohjeiston mukaisesti.

Luokittelu on seuraava:

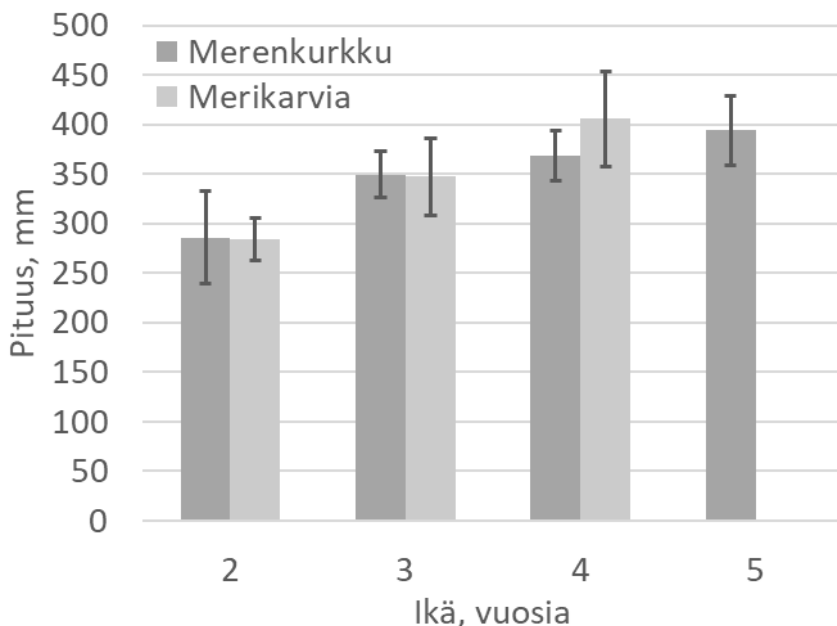
1. Juveniili nuori, sukukypsytön, gonadit ohuet ja kellertävät
2. Kehittyvä nuori / lepovaihe uudelleenkutijalla, varhainen vaihe, gonadit alkaneet kasvaa
3. Kehittyvä, keskivaihe, gonadit kasvaneet
4. Kehittynyt, sukukypsyt, myöhäinen vaihe, gonadit täyttävät koko vatsaontelon
5. Kutuvalmis, mäti tai maiti osin kypsää, ei juokse puristettaessa
6. Kuteva
7. Kutenut
8. Epänormaali, kehityshäiriö

Juveniileja siikoja oli kaksi kappaletta, mutta muissa saaliskaloissa sukukypsyys oli pyyntikuu-kaudesta riippuen eri kehitysvaiheessa, eli iän ja sukukypsyyden perusteella siiat olivat valmistautumassa ensimmäiseen kutukertaan. Sekä naaraista että koiraista valtaosa (63 % ja 83 %) oli pyyntihetkellä varhaisessa sukukypsyysvaiheessa (2) ja suurin osa (94 %) molemmista sukupuolista sukukypsyysvaiheissa 2–5 (n=124). Kutevia tai kuteneita siikoja saaliissa oli kaksi kappaletta. Koon ja iän perusteella siiat jäävät todennäköisimmin pyydyksiin, kun ne ovat menossa ensimmäistä kertaa kudulle eivätkä siten ehdi lisääntymään. Värimerkittyjen siikojen saalista pääosan muodostivat kolme- ja neljävuotiaat siiat. Varsinkin Selkämerellä nuorimmat saaliiksi joutuvat siiat ovat kaksivuotiaita ja erityisesti naaraiden osuus tässä ikäryhmässä on huomattava (kuva 8). Saalisnäytteenoton ajoittumisen vuoksi viisivuotiaiden siikojen osuuden arviointi saaliissa on epävarma ja käsittää vain istutusvuodet 2014 sekä 2015 ja kuusivuotiaita tai vanhempia ei tässä vaiheessa pystytty vielä seuraamaan.



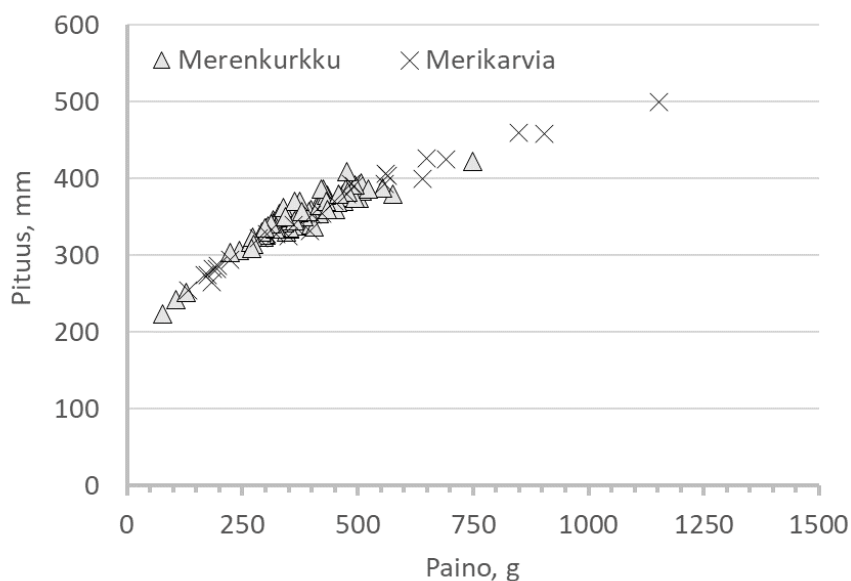
Kuva 8. Merenkurkun ja Merikarvian istutussaaliiden sukupuoli- ja ikäjakauma saaliissa.

Siikojen kasvua sukukypsyytiän saavuttamisen jälkeen ei voida värimerkintänäytteidien perusteella arvioida, koska viisivuotiaiden siikojen määrä aineistossa oli pieni (n=8,4 % Merenkurkun istutuskaloista) ja saalisnäytteenoton ajoittumisen vuoksi vanhempia ei käytännössä voinut aineistossa juurikaan esiintyä. Ennen sukukypsyytiän saavuttamista kasvu tapahtuu lähestulkoon lineaarisesti (kuva 8).



Kuva 9. Saaliiksi jääneiden värimerkittyjen siikojen keskipituus ja pituuden keskihajonta aineistossa ikävuosittain.

Saalisnäytteiden perusteella Merenkurkussa istutetut siiat tulevat pyydetyksi pienempikokoisina kuin Merikarviassa istutetut. Merenkurkun istutuskalojen keskimääräinen pyyntipaino oli koirailta 372 g (kh 87 g, n=56) ja naarailla 381 g (kh 93 g, n=39) ja pituus koirailta 351 mm (kh 24 mm, n=56) sekä naarailla vastaavasti 353 mm (kh 31 mm, n=39). Siiioilla, jotka saatiin näytteeksi perattuna, pituus oli keskimäärin 360 mm (kh 35 mm, n=99). Merikarvian saalisnäytteissä keskimääräinen pyyntipaino oli koirailta 423 g (kh 202 g, n=16) ja naarailla 461 g (kh 299 g, n=13) sekä vastaavasti pituus koirailta 356 mm (kh 63 mm, n= 16) ja naarailla 356 mm (kh 71 mm, n=13). Sukupuoleltaan määrittämättömien, perattujen näytesiikojen keskipituus oli 336 mm (kh 54 mm, n=28). Merikarviassa istutettujen siikojen pyyntikoko vaihteli siten enemmän kuin Merenkurkussa istutettujen siikojen (kuva 10).



Kuva 10. Merenkurkun ja Merikarvian värimerkittyjen siikojen pyyntipaino- ja pituus.

3.4. Siikaistutusten tuottama saalis

Siikaistutusten tuottama saalis arvioitiin olettamalla, että merkittyjen siikojen osuus läpikäydyissä siikasaa- liissa kuvasi merkittyjen siikojen osuutta koko kaupallisen kalastuksen siikasaa- liissa kyseisenä vuonna ja kyseisellä alueella. Värimerkittyjen siikojen saalisosuutta verrattiin pyyntiruutukohtaiseen, ilmoitettuun kaupallisen kalastuksen saaliiseen. Vapaa-ajankalastuksen saalisosuus otettiin huomioon tilastoihin perustuvan arvion perusteella. Siikaistutukset tuotta- vat saaliista usean vuoden ajan. Suurin osa siikaistutusten tuottamasta saaliista saadaan siiko- jen ollessa 3–5 vuoden ikäisiä. Kuusivuotiaiden ja sitä vanhempien siikojen osuus saaliissa on nykyään vähäinen (Kallio-Nyberg ym. 2019) ja siksi sekä hankkeen keston vuoksi rajattiin saa- listarkastelujakso alkuvuoteen 2020.

Hankkeen aikajaksolle ulottuvat istutuskaloista vuosiluokka 2014 oli kuusivuotias, 2015 viisi- vuotias ja 2016 neljävuotias vuonna 2020 ja siten kasvuvaiheessa. Eniten näytekaloja kerättiin vuosina 2018 ja 2019, jolloin istutussiiioista voi olettaa vuosiluokkien 2014 ja 2015 olevan pää- sääntöisesti kalastuskoossa. Siten saalisarvio vuoteen 2020 saakka kerättyjen näytteiden perus- teella on todennäköisesti aliarvio ja istutusvuosiluokkia ei vielä kokonaisuutena ole ehditty lop- puun kalastaa.

Saalisarviolaskennan perusteella Merenkurkun ja Merikarvian istutukset tuottivat hieman vaih- dellisen saalista, arvioiden ollessa 10,7–33,2 kg per 1000 istutuspoikasta. Vuoden 2017 Merikar- vian istutuksen osalta saalistuottoa ei voida arvioida, koska seurantajakso ei kata kuin kaksi- vuotiaat siiat kokonaisuudessaan ja pienen osan kolmivuotiaita kaloja (taulukko 6).

Taulukko 7. Saalisarvio Merenkurkun ja Merikarvian istutustuotosta värimerkinnän perus- teella.

Istutusalue	Vuosi	Saalis kg/1000 istutettua poikasta kevääseen 2020 mennessä					Yhteensä
		2017	2018	2019	2020		
Meren- kurkku	2014	12,3	7,9	1,3	0,0	21,5	
	2015	- -	4,4	3,5	2,7	10,7	
	2016	- -	1,0	8,1	24,1	33,2	
Merikarvia	2015	5,3	5,9	6,3	0	17,5	
	2016	- -	8,6	4,0	0	12,6	
	2017	- -	- -	--	--	--	

Vuosien välinen vaihtelu istutustuloksissa on huomattavaa. Merenkurkun vuosien 2014 ja 2015 istutusten ja Merikarvian vuoden 2015 istutuksen saaliskertymän perusteella voidaan otaksua että istutetut siiat ovat kalastettavissa pääosin kolmen vuoden aikana, niiden ollessa 3–5 vuo- den ikäisiä.

4. Pyydetäänkö siiat liian nuorina?

Aiemmissa tutkimuksissa kutualueella merkittyjen, merikutuiseksi tunnistettujen siikojen on todettu olevan varsin paikallisia, ja vaeltavan pääsääntöisesti joidenkin kymmenien kilometrien säteellä kutualueesta (Lehtonen & Himberg 1992). Samoin Saaristomerellä toteutetun kasvat- ja merkintäkokeen (Leskelä 2008) tulosten perusteella todettiin, että istutussiiat saatiin saaliiksi samalta merialueelta ja poikasten kasvatustavalla ei todettu olevan yhteyttä vaelluksen pituuteen tai sen suuntautumiseen. Merenkurkun merikutuisen siian merkinnästä saadut tulokset poikkesivat siten aiemmista selvityksistä, koska niitä saatiin saaliiksi syönnösvaelluksella enimmillään 200 km etäisyydellä istutusalueesta. Saaliista suurin osa kertyy kuitenkin Merenkurkusta istutusten eteläpuolisilta alueilta. Istutusalueen pohjoispuolelta ei tehty havaintoja värimerkityistä sioista. Saalispalautteiden perusteella istutussiiat palaavat syönnösvaellukselta Merenkurkun alueelle ja istutusalueita kohden syys-lokakuussa. Värimerkintöjen tulosta tukee myös siikasaalisnäytteistä tehty DNA-analyysit, joiden mukaan Selkämeren alueelta on jäänyt saaliiksi Maalahden kannan siikoja (Koljonen ym. 2019). Nykyisellään (Koljonen ym. 2019) jokisuistoissa lisääntyvien merikutuisten tai suistosiiikojen kantojen on todettu olevan geneettisesti samankaltaisia, osin myös lähialueen vaellussiikojen kanssa. Maalahden, Larsmon, Lapuanjoen, Perhonjoen ja Isojoen alueen viljelykannat muistuttivat toisiaan. Maalahden siian nykyinen viljelykanta, jota käytetään istutuksissa, eroaa geneettisesti kutualueelta kerätystä siikanäytteestä (vuoden 2017 kutusiikanäyte). Maalahden viljelykannan alkuperäisyydestä ei siten ole täyttä varmuutta, ja istutuksien poikastuotantoon käytettävä emokalasto olisi perusteltua uusia luonnosta, alkuperäiseltä kutualueelta pyydettyllä kannalla.

Vielä 1970–1980-luvuilla tehdyissä merikutuisten siikojen merkinnöissä merkkien palautusosuudet ovat olleet suuria, esimerkiksi Maalahden siikaan verrattavissa olevan Larsmon saaristosiiian merkinnöistä saatiin keskimäärin 23 % merkityistä kaloista takaisin (Lehtonen & Himberg 1992). Merenkurkun alueella toteutetuissa karisiikamerkinnöissä palautusprosentit vaihtelivat tuolloin 3,4–18,2 % välillä. Vaellussiioilla palautusosuus oli keskimäärin 35 % merkinnöistä. Nykytilanteessa merkintöjen palautusosuus on huomattavasti aiempaa heikompi, Carlin-merkinnöissä tässä tutkimuksessa 5,2 %. Ylipäätään kalamerkkien palautumisaste on nykyään huomattavasti heikompi kuin parhaimmillaan 1980- tai 1990-luvulla. Merenkurkussa toteutetussa ahventen merkinnässä (Veneranta ym. 2020) palautuksia kertyi myös noin 5 % merkintämäärästä ja meritaimenmerkinnöissä palautusosuus on viime vuosikymmeninä vaihdellut merkinnöittäin 1–3 % luokassa, ollen huomattavasti heikompi kuin 1980- ja 1990-luvulla (Kallio-Nyberg ym. 2015, Kallio-Nyberg et al. 2017). Verrattuna neljän tai viidenkymmenen vuoden takaiseen tilanteeseen, hylkeiden määrä on nykyään huomattavan suuri (Harding ym. 2007, <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/riista/hylkeet/>), ja voi siten vaikuttaa erityisesti kalastukseen negatiivisesti, koska hylkeet haittaavat pyyntiä ja mahdollisesti vaikuttavat myös kalojen liikkeisiin. Siian kalastus tapahtuu tyypillisesti ulompana saaristossa, missä myös hylkehaitat ovat suurimpia. Siikasaaliiden heikkenemisen, pyydysvahinkojen kasvavan määrän ja hylkeiden suuremman tiheyden välillä on kokeellisesti todettu selkeä yhteys Merenkurkussa (Blom ym. 2005). Ravinnonkäyttöselvitysten perusteella hylkeet käyttävät pääosin ravinnoksi 25–40 cm pituisia siikoja (Lundström ym. 2007, Tverin ym. 2019), mikä osittain vastaa myös kalastuksen saaliiksi jäävien siikojen kokoluokkaa. Varsinaisen pyydyksistä tapahtuvan ruokailun lisäksi hylkeet pyydystävät siikoja vapaasta vedestä ja vaikuttavat myös todennäköisesti siikakantojen kokoon ja luonnollisen kuolevuuden tasoon. Kallio-Nyberg ym. (2020) ja selvityksessä arvioitiin Hansson ym. (2017) laskelmiin perustuen, että siian luonnollinen kuolevuus on voinut kaksinkertaistua verrattuna 1990-luvun tilanteeseen. Luonnollisen kuolevuuden voimakasta kasvua indikoi myös merkkipalautusosuuden voimakas lasku verrattuna neljän- tai viidenkymmenen vuoden takaisiin merkintöihin. Kalastuksen määrä on kokonaisuudessaan vähentynyt

rannikkoalueella sekä kalastajien määrän että pyyntiponnistuksen perusteella arvioituna. Kalastusponnistuksen väheneminen ei sinällään selitä nykyistä merkkipalautusten vähäistä osuutta merkintämäärästä, koska vastaavasti ponnistuksen vähentyessä ja kalakannan pysyessä entisellä tasolla kalaan kiinnitettyjen ulkoisten merkkien, Carlin- ja T-ankkurimerkkien merkkipalautusten pitäisi jakautua useamman vuoden ajanjaksolle. Yleisemmin merkkien palautusmääriin ja ajankohtiin vaikuttaa myös kalastuksen painottuminen eri ajankohtina eri alueille. Saaliiksi jäävästä siasta ei ole välttämättä helppo huomata merkkiä ja se voi esimerkiksi kalaa irrotettaessa repeytyä irti kalasta. Toisaalta voidaan ajatella, että merkitty siika jää erityisesti Carlin-merkistä kiinni verkkoon helpommin ja pienikokoisempana kuin merkitsemätön siika. Tällainen, merkistä johtuva palautumattomuus todennäköisesti on kuitenkin samalla tasolla kuin vuosikymmeniä sitten toteutetuissa merkinnöissä.

Istutusten taloudellinen kannattavuus riippuu poikasten hankintahinnasta, saalistuotosta ja saaliiksi saadun siian kalastajahinnasta. Maalahden siikaistukkaiden hinta on noin 0,15–0,20 euroa/kpl kuljetuskustannuksineen ja siian tuottajahinta vastaavasti koosta riippuen Luonnonvarakeskuksen tilastoinnin perusteella 0,4–0,8 kg siialle 5,55 eur/kg ja pienemmälle 0,25–0,4 kg siialle 4,82 eur/kg (Tilastotietokanta 2020). Siten istutuskustannuksen kattamiseksi siikasaalista tuhatta istutuspoikasta kohden tulisi kertyä vähintään 41,5 kg, jos arviointiperustana käytetään kalastajalle maksettavaa keskimääräistä tuottajahintaa. Nykyisellään istutustuotto Maalahden siikakannalla jää keskimäärin tätä huomattavasti heikommaksi, ja istutuksia pelkästään tuottajahinnalla arvioituna ei voi pitää kannattavina. Mikäli huomioidaan siian arvon kasvu jatkojalostuksessa ja lopullinen myyntihinta kuluttajalle sekä näistä kertyvä liikevaihto, istutusten kannattavuus on kuitenkin suurempi kuin pelkästään tuottajahinnan kautta laskettuna. Aiemmissa selvityksissä eteläisellä Perämerellä vaellussiikaistutusten tuotoksi on arvioitu noin 52–117 kg/1000 istutettua siianpoikasta ja vastaavasti pohjoisella Perämerellä 27–55 kg /1000 istukasta (Leskelä ym. 2009). Maantieteellisen sijainnin ja siikakannan syönnösvaelluskäyttäytymisen perusteella voidaan otaksua, että Merenkurkkuun Maalahden kannalla tehtävien istutusten tuotto pitäisi olla samaa luokkaa kuin eteläisen Perämeren istutusten. On kuitenkin huomattava, että Leskelän ym. (2009) raportoimat tuottoarviot perustuvat 1990-luvulla tehtyihin istutuksiin. Siikojen kasvu on nopeutunut verrattuna aiempiin vuosikymmeniin, ja ne saavuttavat sukukypsyysskoon nykyisellään noin vuotta aiemmin kuin 1990-luvulla (Kallio-Nyberg ym. 2020). Sinällään esimerkiksi ravinnon käytössä tai saatavuudessa tapahtuneiden muutosten ei siikojen kasvun perusteella voida arvioida olevan heikentyneen tuoton vaikuttimena. Hylkeiden määrän lisääntyminen siten mahdollisesti on istutustuoton heikkenemiseen vaikuttava tekijä. Maalahden siian pääasiallisella esiintymisalueella on pesinyt runsaasti merimetsoja koko 2010-luvun ajan ja esimerkiksi pyyntiruuduilla 23 ja 28 on ollut vuosina 2016–2020 noin 2000–3000 pesintää vuosittain. Merimetsot eivät suoraan vaikuta merkittävässä määrin siian kutuun ja lisääntymiseen, koska se ajoittuu merimetsojen esiintymisajan ulkopuolelle. Merenkurkussa merimetsan ruokailualueet ja siian esiintymis- tai pyyntialueet menevät päällekkäin lähes koko avovesijakson, ja erityisesti vaikutus korostuu loppukesästä ja syksyllä (heinäkuu-lokakuu), jolloin merimetsojen liikehdintä on voimakasta myös avoimilla saaristoalueilla, joilla siika syönnöstää kesäaikaan ja syksyllä. Siianpoikaset ovat elo-lokakuussa 8–12 cm kokoisia ja siten merimetsan ravinnonkäyttöön sopivassa koossa. Mahdollinen merimetsan saalistus kohdentuu siian osalta todennäköisimmin kesänvanhoihin tai vanhempiin, kasvuvaiheessa oleviin siikoihin. Tarkkaa tietoa kesänvanhojen siikojen siirtymisestä syönnöstämisalueille ei ole, mutta kesänvanhana istutettujen siianpoikasten on todettu pysyttelevän istutusten jälkeen ainakin joitakin viikkoja istutuspaikan lähialueella muutamien kilometrien säteellä (Leskelä 2008). Tutkimusaineistojen perusteella merimetsan vaikutusta siikakantaan on siten ongelmallista määrittää, varsinkin kun siat syönnöstävät laajalla alueella eivätkä yksittäisten pesimäkolonioiden vaikutuspiirissä.

Mitä lähempänä kannan kutualuetta ja kutuaikaa pyynti tapahtuu, sitä suuremmalla todennäköisyydellä saaliina on pyyntialueen kantaa. Kutupaikalta vuonna 2019 tehdyssä pyynnissä värimerkittyjen osuus 18 % saaliskaloista. Kudulla olevat siiat ovat koon perusteella pääosin 4–6-vuotiaita, jolloin vuoden 2019 kutukanta koostuu suurelta osin vuosina 2013–2015 syntyneistä siioista, joko istutetuista vastakuoriutuneista poikasista, kesänvanhoista istutussiioista tai luonnonlisääntymisestä peräisin olevista. Vuoden 2019 kutunäytteenoton saalissiikojen keskokoko oli huomattavasti pienempi kuin vuosien 2014–2016 merkintäpyynneissä. Kokojakauman perusteella tällöin kutupopulaatiossa naarassiikojen paino on noin 2,1-kertainen ja koiraiden 1,8-kertainen värimerkintäerien keskimääräiseen saaliskokoon nähden kaupallisessa pyynnissä. Kutupopulaation ikäjakaumaa ei selvitetty merkintätutkimuksessa, koska kutukalat vapautettiin pyynnin yhteydessä, jotta merkintämäärä saatiin mahdollisimman suureksi.

Merkinnät aloitettiin vuonna 2014, joten vanhimpien kutukalojen (2013 ja aiemmin syntyneet) osalta alkuperää ei voida päätellä, mutta pääasiallinen kuturyhmä koostuu ikäluokista, joissa kaikki istutuskalat on merkitty. Vuoden 2019 kutupyynnin perusteella voidaan arvioida, että luonnonlisääntymisen merkitys Maalahden siikakannan koolle on huomattava, ja kesänvanhat istutuskalat kasvattavat kutukantaa karkeasti arvioituna noin viidenneksestä kolmannekseen, mikäli huomioidaan vuoden 2019 kutuun osallistunut merkitsemätön vuoden 2013 vuosiluokka. Tulosten tulkintaan aiheuttaa epävarmuutta kuitenkin aiempien Carlin-merkintäpyyntien poikkeava kokojakauma ja varsin pieni saaliskalojen näytekoko vuoden 2019 osalta. Samanaikaisesti kesänvanhojen siikojen istutusten yhteydessä Merenkurkun alueen luonnonravintolammikoista vapautetut lijoen tai Maalahden vastakuoriutuneet siianpoikaset osaltaan vaikuttanevat kutukannan kokoon. Tutkimustietoa vastakuoriutuneiden siianpoikasten selviytymisestä tai istutustuotosta verrattuna kesänvanhoina kasvatettuihin ei kuitenkaan ole saatavilla. Todennäköisesti vastakuoriutuneita poikasista istutettaessa vuotuinen vaihtelu erityisesti pienpoikasvaiheen selviytymisessä on suurta, ja siten istutustuotto voi vaihdella enemmän kuin kesänvanhoilla poikasilla.

Veneranta ym. 2013 tutkimuksessa todettiin merikutuisten siikakantojen taantuneen huomattavasti erityisesti Merenkurkun eteläpuolisilla alueilla ja mallinnuksen perusteella Merenkurkun ei todettu olevan erityisen suotuisaa siian lisääntymisaluetta. Mallinnusta ja aineiston keruuta ei kuitenkaan kohdennettu erityisesti sisäsaaristoalueille tai jokisuistoihin, joten mallin luotettavuus tällaisilla pienimuotoisilla alueilla on keskimääräistä heikompi. Hudd ym. 2006 raportoivat poikasnuottausten tuloksia Maalahden suistoalueelta, ja siianpoikashavaintoja tehtiin vuosina 1998–2002 laaja-alaisesti jokisuiston tuntumassa. Vastaavasti Selkämerellä merikutuisen siian lisääntymistä kartoitettiin vuosina 2015 sekä 2016 Merikarvian edustalla (Veneranta 2015), ja siianpoikasista löydettiin etupäässä suojaisemmilta saaristoalueilta. Varsinaisten karisiikojen kantojen kehitykseen nähden Maalahden suistosiiikkaa onkin todennäköisesti suojannut sen lisääntyminen suojaisessa sisäsaaristossa, joka edelleen saa mätiä kehitysvaiheessa suojaavan jääpeitteen vuosittain, toisin kuin avoimilla rannoilla Selkämerellä tai Saaristomerellä (Veneranta ym. 2013). Maalahden siian luonnonlisääntymistä tapahtuu myös muualla, kuten Vaasan saariston sisäsaaristoalueilla (Hudd ym. 2012). On mahdollista, että istutustoiminta on laajentanut siian kutualueita laajemmalle saaristoon alkuperäiseltä jokisuiston kutualueelta. Nykyisellään Merenkurkussa on käytössä laaja, osakaskuntakohtainen siian kuturauhoitus. Useat osakaskunnat ovat kieltäneet alueillaan siian pyynnin loka–marraskuussa kutuaikaan arvokkaana pidetyn merikutuisen kannan suojaamiseksi. Rauhoituksen ajankohta vaihtelee osakaskunnittain, ja esimerkiksi vuonna 2020 ajankohdat olivat 15.10.–31.10. tai 20.10.–5.11. Siian kuturauhoituksen perusteena on mahdollista merikutuisten siikojen luonnonlisääntyminen ja vähentää tehokkaasti kalastuspainetta, koska luonnonkannat eivät kestä voimakasta pyyntiä. Luonnonlisääntymisen merkittävän osuuden perusteella voidaan arvioida, että rauhoitus suojaaa kutualueelle kerääntyviä siikoja pyynniltä. Kohdennettu pyynti kutualueella kutuaikaan on

tehokasta ja voi siten suoraan vaikuttaa kalakannan tilaan ja vuotuisen kutukannan kokoon ja poikastuottoon.

Maalahden merikutuisen siian kasvumahdollisuuksia ja kasvun myötä tulevaa parempaa saalistuottoa ei nykyisellään hyödynnetä täysimääräisesti pyydettyjen siikojen nuoren iän ja pienehkön koon vuoksi. Kutualueelta pyydettyjen siikojen koon perusteella istutettujen siikojen kasvu jatkuisi nykyisen keskimääräisen pyynti-iän, 4–5 vuotta, jälkeen. Pyynti-iän ja -koon kasvattaminen lisää todennäköisesti myös luontaisilla kutupaikoilla kutuun osallistuvien siikojen määrää. Nykyisellään Merenkurkussa verkon alin sallittu solmuväli siianpyynnissä on 40 mm. Solmuvälin kasvattaminen esimerkiksi 45 mm kokoon kasvattaisi pyydettyvän siian kokoluokkaa noin 20 mm ja ikää noin yhdellä vuodella (Kallio-Nyberg ym. 2019). Tällöin nykyistä huomattavasti suurempi osa siioista pääsisi kudulle ja kutukannan koko todennäköisesti kasvaisi. Jokikokko ym. (2005) arvioivat vaellussiian osalta, että solmuvälin kasvattaminen 40 mm mistä 45 mm:n kasvattaisi kutukannan koon 2,8-kertaiseksi, mutta tutkimuksen aineisto on 1990-luvulta, jolloin hylkehaitta oli vähäinen nykytilanteeseen nähden.

Merenkurkussa siiankalastuksessa sallittu pienin solmuväli on nykyään 40 mm ja muualla Pohjanlahdella 43 mm. Pienimmän siianpyynnissä sallitun solmuvälin kokoa kasvattamalla kutukanta voisi kalastuspaineelle alttiin siian kokoluokan kasvun myötä vahvistua. Verkko on selektiivinen pyydys ja nykyisellä säätelyllä kalastus kohdentuu erityisesti sukukypsymässä oleviin naarassiikoihin (Kallio-Nyberg ym. 2020). Kudulle asti selviytyvien siikojen määrään solmuvälin kasvattamisella on todennäköisesti suotuisa vaikutus ja se voisi vaikuttaa myös kutualueelta tavattavien kutusiikojen sukupuolijakaumaan. Nykyisellään pienet koiraat korostuvat kutualueen saaliissa, vaikkakin se voi osittain selittyä myös naaras- ja koirassiikojen käyttäytymiseroilla. Naaraiden vähäinen määrä kutukannassa vaikeuttaa mm. viljelystoiminnassa käytettävä emokalaston uusimista.

Hylkeiden saalistuksen vaikutuksesta Maalahden siikakantaan ei ole riittävän tarkkaa tietoa, jonka perusteella voitaisiin arvioida solmuvälin kasvattamisen myötä saavutettavaa kutukannan todellista muutosta nykytilanteessa. Solmuvälin kasvattaminen Merenkurkussa muuta Pohjanlahtea vastaavaan 43 mm kokoon saattaisi vaikuttaa saaliiden painottumiseen siten, että Maalahden siikoja jäisi nykyistä enemmän saaliiksi Selkämeren alueella tai vastaavasti Merenkurkussa saaliit olisivat kevätkaudella nykyistä suuremmat. Solmuvälin kasvattaminen entisestään 45 mm kokoluokkaan vaikuttaisi todennäköisesti suotuisasti pyydyksiin jäävien siikojen kokoluokkaan. Suurin osa Merenkurkussa kalastettavasta siiaista on sekä luontaisesti lisääntyntä että istutettua vaellussiikaa (Leinonen ym. 2020). Kokonaisuudessaan Pohjanlahden siiankalastuksen säätelyn kannalta solmuvälin kasvattaminen nykyistä suuremmaksi olisi perusteltua kutemaan pyrkivien siikojen koko- ja ikärakenteen kasvattamiseksi (Kallio-Nyberg ym. 2019, Lappalainen ym. 2020). Kokonaissaaliin arvon muutoksen arviointi edellyttäisi kuitenkin tarkempia tietoja hylkeen siikakantoihin kohdentaman saalistuksen määrästä ja siikojen luonnollisesta kuolevuudesta. Kasvaneen luonnollisen kuolevuuden vuoksi pelkästään siiankalastuksen säätelyllä ei voitane kasvattaa siikasaaliiden arvoa (Lappalainen ym. 2020).

5. Suositukset Maalahden siikakannan vaalimiseen

Siikaistutusten tuloksellisuuteen vaikuttavia tekijöitä voidaan jakaa kolmeen ryhmään: 1) poikasten laatuun liittyvät tekijät, 2) istutusvesistön ja istutuspaikan olosuhteisiin liittyvät tekijät ja 3) istukkaisiin kohdentuvaan kalastukseen liittyvät tekijät (Leskelä 2009). Lisäksi nykyisin tulisi ottaa huomioon hylkeiden huomattavan runsastumisen vuoksi todennäköisesti kasvanut siian luonnollinen kuolevuus, joka osaltaan voi vaikuttaa istutuksista saatavaan tuottoon ja niiden taloudelliseen kannattavuuteen. Poikasten laatu vaihtelee vuosittain kasvuolosuhteista riippuen ja siihen voidaan vaikuttaa lähinnä emokalaston ajoittaisella uusimisella ja luonnonravintolammikoiden tilasta huolehtimalla. Käytännössä tällä hetkellä siikakannan tilaan voidaan vaikuttaa lähinnä kalastusta säätelemällä, sekä pyyntiteknisillä että ajallisilla rauhoituksilla. Nykyisellään Maalahden siian luonnonlisäntymistä pyritään edistämään ja suojaamaan mm. kutu- aluerauhoituksilla. Merkintäkokeista kerätty aineisto tukee sitä, että nykyiset rauhoitukset ovat olleet perusteltuja ja suojaavat kutemaan valmistautuvaa populaatiota. Kutupaikalla ja kutu- aikaan kalastus voi olla erittäin tehokasta suhteessa ajankäyttöön, kuten merkintäkokeikalastukset osoittavat. Se vaikuttaa suoraan myös kutukannan biomassaan ja siten lisääntymiseen osallistuvien siikojen määrään. Siikojen kutujakso on varsin lyhyt, noin 2–3 viikon mittainen ja kudun jälkeen siiat levittäytyvät vähitellen syönnösvaellukselle. Usein kudun jälkeiseen aikaan ajoittuu jäätyminen aika, jolloin pyydysten pitäminen on hankalaa. Siten rajoitusten ajallinen kesto lie- nee toimiva ja toisaalta esimerkiksi pidentämistä tai lyhentämistä perustelevan aineiston ke- rääminen on ongelmallista.

Luonnontuotannon osuus merkintähavaintojen perusteella Maalahden siian kutupopulaatiosta on varsin suuri, vaikka vastakuoriutuneina istutettujen poikasten osuutta varsinaisesta luon- nontuotannosta ei voida erottaa. Huolimatta kutualueen tai kutualueiden alttiudesta esimer- kiksi happamille valumavesille ja kiintoainekuormitukselle, se ilmeisesti kokonaisuudessaan tuottaa merkittävän määrän merikutuisia siianpoikasia ja siikoja. Valuma-alueella tehtävillä toi- menpiteillä on huomattava vaikutus jokisuiston vedenlaatuun ja ekologisen tilaan ja siten to- dennäköisesti myös Maalahden siikakannan lisääntymistuottoon. Maalahden edustalla happa- muusjaksojen todennäköisyyden pienentäminen ja kiintoainekuormituksen vähentäminen vai- kuttaisi todennäköisesti suotuisasti siian lisääntymistuottoon jokisuiston edustalla.

Kalastuksen säätelyn muutos siten, että pienintä sallittua solmuväliä kasvatettaisiin 43 mm tai 45 mm kokoon siiankalastuksessa lisäisi todennäköisesti sukukypsäksi asti ehtivien ja siten ku- tuun osallistuvien siikojen määrää. Nykyisellään Maalahden siikaan kohdentuu huomattavissa määrin pyyntiä siikojen ollessa 4–5-vuotiaita ja ennen ensimmäistä kutukertaa. Luonnonlisään- tymisen huomattavan osuuden vuoksi kutemaan asti selviytyvien siikojen osuuden kasvattami- nen on perusteltua. Toisaalta istutustoiminnan taloudellisen kannattavuuden arvioinnissa tulisi huomioida myös mahdollinen hylkeiden vaikutuksesta kasvanut kuolevuus kasvuvaiheessa ja siten istutusten tuotto nykytilanteessa. Yleisemmin hylkeiden vaikutuksesta siikaistutusten tuottoon ja kannattavuuteen tarvittaisiin ajantasaista tietoa. Nykyistä istutustoimintaa Meren- kurkussa on järkevää jatkaa kannan tasoa ylläpitävänä tukitoimenpiteenä, mutta emokalasto tulisi uusia säännönmukaisesti geneettisen monimuotoisuuden varmistamiseksi. Vuoden 2017 näytteenoton perusteella istutuspoikasten perustana oleva emokalasto poikkesi geneettisesti Maalahden kutualueelta pyydetystä luonnonvaraisesta populaatiosta (Koljonen ym. 2019). Me- rrikarvialle tehdyn istutuskokeilun perusteella paikalliset istutukset palautuvat istutuspaikan ja sen eteläpuolisen alueen saaliiseen. Tulevina vuosina olisi hyvä selvittää, alkaako Maalahden siikakanta istutusten myötä lisääntyä Merikarvian alueella luontaisesti ja muodostuuko alueelle paikallispopulaatio ja missä määrin se sekoittuu alkuperäiseen, mutta vähälukaiseen meriku- tuiseen siikaan.

6. Yhteistyökäsitäjät ja -tuket:

Jarno Aaltonen, Rauma (2019)

Seppo Lamberg, Pyhämaa (2017–2019)

Heikki Salokangas, Luvia (2017–2019)

Sami Veneranta, Merikarvia (2017–2019)

Ulf Granqvist, Molpe (2017–2019)

Erik Söderholm, Bergö (2017–2019)

Mereva kalatukku, Maalahti (2017–2019)

Snickars Fisk Ab, kalatukku, Mustasaari (2017–2019)

Kalaliike Eljas Santa Ky , kalatukku, Merikarvia (2017–2019)

7. Rahoittajat ja yhteistyö

Vuonna 2014 Luonnonvarakeskus (aiemmin RKTL) merkitsi yhteistyöhankkeessa Malax fiskargille r.f:n ja Österbottens Fiskarförbund r.f:n kanssa Merenkurkun alueelle istutettavia Maalahden siikoja. Seuraavat merkinnät vuosina 2015 ja 2016 toteutettiin ELY-keskuksen rahoittamana, kuten myös kutukalojen merkintä Carlin-merkeillä kutuaikaan.

Merikarvian siianpoikasten kasvatus ja istutus rahoitettiin Varsinais-Suomen ELY-keskuksen myöntämällä avustuksella ”Selkämeren merikutuinen siika” hankkeelle. Hanketoimijoina olivat Selkämeren ammattikalastajat ry, ProAgria Länsi-Suomi, Luonnonvarakeskus sekä Österbottens fiskarförbund.

Värimerkittyjen siikojen saalisnäytteiden hankinta ja tulosten raportointi MESIMETU-hankkeessa kustannettiin Varsinais-Suomen ELY-keskus Kalakannan hoitovelvoitteet 30.40.20 momentilta sekä Varsinais-Suomen ELY-keskus Kalatalouden edistäminen 30.40.51 momentilta.

Viitteet

- Enkvist, K. 2014. Siken ska få färg. Verkkoartikkeli [<https://svenska.yle.fi/artikel/2014/02/17/siken-ska-fa-farg>], viitattu 12.12.2020 YLE, Vaasa.
- Friman, T. & Leskelä, A. 1998. Spray marking one-summer-old coregonid fish with fluorescent pigment. In: Eckmann, R., Appenzeller, A. & Rösch, R. (eds.): Arch. Hydrobiol. spec. Issues Advanc. Limnol 50: 471–477.
- Harding, K. C., Härkönen, T., Helander, B., & Karlsson, O. 2007. Status of Baltic grey seals: Population assessment and extinction risk. NAMMCO Scientific Publications 6: 33–56.
- Himberg, M., von Numers, M., Vasemägi, A., Heselius, S.-J., Wiklund, T., Lill, J.-O., & Hägerstrand, H. 2015. Gill raker counting for approximating the ratio of river- and sea-spawning whitefish, *Coregonus lavaretus* (Actinopterygii: Salmoniformes: Salmonidae) in the Gulf of Bothnia, Baltic Sea. Acta Ichthyologica Et Piscatoria 45(2): 125–131. <https://doi.org/10.3750/aip2014.45.2.0>.
- Hudd, R., Ahlqvist, J. & Blom, A. 2006. Potentiella sikyngelproduktionsområden och restaureringsförslag för yngelproduktionsområden för Malax ås mynningssik. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet. Slutrapport. 27 s.
- Hudd, R., Veneranta, L. & Harjunpää, H. 2012. Storvuxen skärgårdslekande sik i Vasa. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets arbetsrapporter 20/2012. 38 s.
- Hurme, S. 1962. Suomen Itämeren puoleiset vaelluskalajoet (The Anadromous fishes in the Baltic -side Rivers of Finland. Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja N:o 24. Helsinki 1962.
- ICES 2018. Interim Report of the Working Group on Introductions and Transfers of Marine Organisms (WGITMO), 7–9 March 2018, Madeira, Portugal. ICES CM 2018/HAPISG:11. 179 pp.
- Jackson, C. F. 1959. A technique for mass-marking fish by means of compressed air. New Hampshire Fish and Game Department, Technical Circular 17: 1–8.
- Jokikokko, E., Leskelä, A. & Huhmarniemi, A. 2005. Is it possible to increase the stocking results of the whitefish in the Finnish Gulf of Bothnia by means of fisheries management. Advances in Limnology 60, 397–404. Biology and management of Coregonid Fishes 2005.
- Kallio-Nyberg, I., Saloniemi, I. & Jutila, E. 2015. Growth of hatchery-reared sea trout (*Salmo trutta trutta*) on the Finnish coast of the Baltic Sea. Boreal Environment Research 20: 19–34.
- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Jokikokko, E. & Leskelä, A. 2020. Vaellussiian pituus- ja ikäkauma Pohjanlahden saaliissa 1981–2017 sekä 2013 alkaneen verkkokalastussäätelyn vaikutus siikakantoihin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 95/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 44 s.
- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Saloniemi, I., Jokikokko, E. & Leskelä, A. 2019. Different growth trends of whitefish (*Coregonus lavaretus*) forms in the northern Baltic Sea. Journal of Applied Ichthyology, 35(3): 683–691.

- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Saloniemi, I., Jutila, E. & Pakarinen, T. 2017. Spatial distribution of migratory *Salmo trutta* in the northern Baltic Sea. *Boreal Environment Research*, 22: 431–444.
- Koljonen, M. L., Veneranta, L., Kallio-Nyberg, I., Koskiniemi, J. & Jokikokko, E. 2019. Pohjanlahden siikakantojen perinnöllinen erilaistuminen ja merialueen siikasaaliiden alkuperä. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2019*.
- Lappalainen, A., Veneranta, L., Kuningas, S., Olin, M. & Aronsuu, K. 2021. Rannikkolajien säätelyn tehostamismahdollisuudet ja -tarpeet Suomen rannikolla. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 13/2021*. 52 s. Luonnonvarakeskus.
- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. *Finnish Fisheries Research* 3: 31–83.
- Lehtonen, H. & Himberg, M. K. J. 1992. Baltic Sea migration patterns of anadromous, *Coregonus lavaretus* [L.] S. Str., and sea-spawning European whitefish, CL Widegreni Malmgren. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 39(3–4).
- Leinonen, T., Kallio-Nyberg, I., Koljonen, M. L., Veneranta, L. & Jokikokko, E. 2020. Pohjanlahden siikakantojen vaelluserot ja ikäluokkien kokoerot: Siikakantojen ekologisten ominaisuuksien tutkimus geneettisen kannantunnistuksen avulla. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2020*.
- Leskelä, A. 1999: Prolonged retention of fluorescent pigment spray marks in European whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.). *Fisheries management and ecology* 1999 6: 1–3.
- Leskelä, A. 2008. Saaristomeren siikaistutusten tuloksellisuus. Hanke 134150. Loppuraportti. 24.10.2008. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 17 s.
- Leskelä, A. 2015. Kokemäenjoen ja Rauman edustan siian velvoiteistutusten tuloksellisuus. Projektin 523036. Loppuraportti. Luonnonvarakeskus. 11 s.
- Leskelä, A., Friman, T. & Hudd, R. 1998. Stress response of whitefish fingerlings marked with the fluorescent pigment spraying method. In: Eckmann, R., Appenzeller, A. & Röscher, R. (eds.): *Archiv für Hydrobiologie Special Issues: Advances in Limnology* 50: 479–485.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2009. Perämeren vaellussiikaistutusten tulokset. Riista- ja kalatalous -selvityksiä 7/2009. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki 2009.
- Leskelä, A., Jokikokko, E., Huhmarniemi, A., Siira, A. & Savolainen, H. 2004. Stocking results of spray-marked one-summer old anadromous European whitefish in the Gulf of Bothnia. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 171–179). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board.
- Selkämeren Ammattikalastajat ry 2015. Selkämeren merikutuinen siika. Hankeraportti – Lokakuu 2015. Pro Agraria Länsi-Suomi, Satakunnan kalatalouskeskus. 21 s.
- Nielson, B. R. 1990. Twelve year overview of fluorescent grit marking of cutthroat trout in Bear Lake, Utah-Idaho. *American Fisheries Society Symposium* 7. p. 42–46.
- Phinney, D.E., Miller, D.M. & Dahlberg, M.L. 1967. Mass-marking young salmonids with fluorescent pigment. *Transactions of the American Fisheries Society* 96: 157–162.

- Tilastotietokanta 2020. Tilastotietokanta, Luonnonvarakeskus. Kaupallinen kalastus merellä. http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_06%20Kala%20ja%20riista_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto_02%20Kaupallinen%20kalastus%20merella/4a_meri_saa-lis_ruutu.px/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0, ladattu 20.12.2020.
- Urho, L. Koljonen, M.-L., Saura, A., Savikko, A., Veneranta, L. & Janatuinen, A. 2019. Kalat. Julk.: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. S. 549–555.
- Veneranta, L. 2015. Selkämeren merikutuinen siika – luontaisen poikastuotannon kartoitus. Luonnonvarakeskus, Helsinki, 23 s.
- Veneranta, L., Hudd, R. & Vanhatalo, J. 2013. Reproduction areas of sea-spawning coregonids reflect the environment in shallow coastal waters. *Marine Ecology Progress Series* 477: 231–250.
- Veneranta, L., Olin, M. & Harjunpää, H. 2020. Ahventen pyynti- ja syönnösalueet Merenkurkussa T-ankkurimerkinnän perusteella. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2020. Luonnonvarakeskus. 20 s.
- Wikgren, B.J. 1962. Resultaten av sikmärkningarna inom Åland och vid Luvia. Åbo Akademi-Ålands landskapsstyrelse. Husö Biologiska Station Meddelanden 3: 1–26. [In Swedish].



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000