



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 56/2019

## **Pohjanlahden siikakantojen perinnöllinen erilaistuminen ja merialueen siikasaaliiden alkuperä**

Marja-Liisa Koljonen, Lari Veneranta, Irma Kallio-Nyberg, Jarmo  
Koskiniemi & Erkki Jokikokko

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2019

# **Pohjanlahden siikakantojen perinnöllinen erilaistuminen ja merialueen siikasaaliiden alkuperä**

Marja-Liisa Koljonen, Lari Veneranta, Irma Kallio-Nyberg, Jarmo  
Koskiniemi & Erkki Jokikokko

Viittausohje:

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. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 52 s.



ISBN 978-952-326-808-1 (Painettu)

ISBN 978-952-326-809-8 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-809-8>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Marja-Liisa Koljonen, Lari Veneranta, Irma Kallio-Nyberg, Jarmo Koskiniemi & Erkki Jokikokko

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2019

Julkaisuvuosi: 2019

Kannen kuva: Lari Veneranta

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

# Tiivistelmä

Koljonen, M.-L., Veneranta, L., Kallio-Nyberg, I., Jokikokko, E, Luonnonvarakeskus  
Koskiniemi, J. Helsingin yliopisto

Siikakantojen hoito ja siikaan kohdistuvan kalastuksen säätely ovat tärkeitä tulevaisuuden siiankalastusmahdollisuuksien turvaamiseksi. Suunnittelun edellytyksenä on, että tunnistetaan merialueellamme esiintyvät siikakannat ja niiden osuus saaliissa mahdollisimman hyvin. Rannikolla esiintyy kah- ta eri pääsiikamuotoa, jokeen kudulle nouseva vaellussiika sekä jokisuussa tai meressä kuteva meri- kutuinen siika, jonka pienikokoiseksi jääviä kantoja kutsutaan myös karisiioiksi.

Tässä hankkeessa tutkittiin Pohjanlahden rannikkoalueen jokien ja merialueen siikakantojen välisiä perinnöllisiä eroja, sukulaisuutta ja geneettisen diversiteetin määrää, sekä luotiin aineisto ja mene- telmä merialueen siikasaaliiden alkuperän selvittämiseksi geneettisen kantaosuusanalyysin perus- teella. Työ muodostaa perustan siikakantojen nykytilanteen arvioinnille, istutusten suunnittelulle ja siikasaaliiden kantaosuusanalyysin hyödyntämiselle myös jatkossa. Erotteluanalyysissä hyödynnettiin 16 DNA-mikrosatelliittigeenin muuntelua ja myös siikakantojen siivilähammasjakaumien eroja.

Perusaineistona tutkittiin 2 211 vaellussiian ja merikutuisen siian näytettä, jotka olivat peräisin 27 erillisestä rannikon siikakannasta. Lisäksi merialueen saalissiikojen suomusta koottiin 10 näytettä, joiden kantakoostumus selvitettiin. Saalisaineisto oli vuosilta 2008–2014 viideltä merialueelta: Poh- joinen Perämeri, Eteläinen Perämeri, Merenkurkku, Selkämeri ja Ahvenanmeri. Saalissiikoja analysoi- tiin yhteensä 1 187 näytettä.

Siikakantojen väliset perinnölliset erot eivät olleet kovin suuria. Selviä tilastollisesti merkitseviä eroja kuitenkin löytyi sekä maantieteellisesti etäisempien siikakantojen että erilaisten ekotyyppien välillä. Erityisesti Perämeren vaellussiikat olivat hyvin samanlaisia. Kesäsiian ja syyssiian välillä oli kuitenkin jonkin verran eroa. Rannikon siikakantojen geneettinen kokonaisrakenne kuvastaa hyvin taustalla olevaa populaatorakennetta, jatkumoa pohjoisesta etelään ja siitä osin poikkeavaa merikutuisten siikojen ryhmittymää. Työn tuloksena laadittiin myös suositus siikakantojen hoitoyksiköiksi jatkossa.

Geneettisen erojen perusteella voitiin Pohjanlahden alueelta erottaa 14 erillistä samankaltaisten siikojen ryhmää tai yksittäistä siikakantaa, jotka voitiin tunnistaa merialueen saaliista. Nämä ryhmät olivat: 1) Tornionjoen ja Kemijoen kesäsiika, 2) Perämeren vaellussiikat Kemijoelta Lestijoelle, 3) Kala- joen karisiika, 4) Perhonjoen, Kyrönjoen ja Maalahden istutussiika, 5) Lapuanjoen siika, 6) Vexalan ja Mikkeliinsaarten karisiika, 7) Maalahden merikutuinen siika, 8) Isojoen siika, 9) Merikarvian meriku- tuinen siika, 10) Kokemäenjoen vaellussiika, 11) Tammisaaren ja Bromarvin merikutuinen siika, 12) Halikonjoen edustan merikutuinen siika, 13) Mankinjoen siika, 14) Ahvenanmaan merikutuinen siika.

Pohjoisen Perämeren kaupallisesta kalastuksesta kerätyssä vaellussiikanäytteessä oli enimmäkseen kesäsiikaa, ja merikutuisen siian näytteessä Kalajoen, Vexalan ja Maalahden merikutuista siikaa. Me- renkurkun merisiikanäyte oli pääosin Kalajoen luonnonvaraista merikutuista siikaa. Tämän alueen vaellussiika sen sijaan oli selvästi enimmäkseen Perämeren vaellussiikoja. Selkämeren merikutuisen siian näytteessä oli varmuudella ainakin Maalahden luonnonvaraista siikaa. Selkämeren vaellussiika- näytteessä oli Perämeren siikojen lisäksi Lapuanjoen viljeltyä siikaa, Isojoen viljeltyä siikaa ja jopa Saaristomeren alueen viljelyn siian tyyppistä siikaa. Ahvenanmeren merisiika oli hyvin selvästi lähes yksinomaan alueelle suoritetuista istutuksista peräisin tai paikallista luonnonvaraista merisiikaa, jota alueella pitäisi edelleen paikoitellen esiintyä.

Asiasanat: Siikakannat, geneettiset erot, DNA-mikrosatelliitti, saaliskoostumus

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Aineisto ja menetelmät .....</b>	<b>7</b>
2.1. Siikakantojen tila.....	7
2.2. Siikakantanäytteet .....	7
2.3. Siikasaalisnäytteet .....	15
2.4. Laboratoriomenetelmät.....	16
2.5. Tilastolliset menetelmät .....	17
2.5.1. Populaatiotutkimus.....	17
2.5.2. Siikasaaliin kantakoostumusanalyysi .....	18
<b>3. Tulokset ja tulosten tarkastelu .....</b>	<b>19</b>
3.1. Siikakantakohtainen tarkastelu.....	19
3.2. Siikakantojen geneettisen diversiteetin määrä .....	25
3.2.1. Populaatioiden tehollinen koko ja sukulaisuus .....	27
3.3. Siikakantojen välisen diversiteetin määrä .....	29
3.3.1. Perinnöllisten erojen suuruudet ja merkitsevyydet.....	29
3.3.2. Sukupuuanalysit .....	32
3.4. Tulosten merkitys siikakantojen hoidolle .....	34
3.5. Siikakantojen hoitoyksiköt .....	35
3.5.1. Pohjoinen Perämeri.....	36
3.5.2. Eteläinen Perämeri ja Merenkurkku .....	36
3.5.3. Selkämeri.....	37
3.5.4. Saaristomeri ja Ahvenanmaa .....	37
3.6. Siikasaalisanalyysi geneettisen tiedon perusteella .....	38
3.6.1. Siikakantaryhmien muodostaminen .....	38
3.6.2. Siikakantaryhmien esiintyminen siikasaaliissa .....	41
3.6.3. Siikakantojen osuudet saaliissa.....	42
3.6.4. Siivilähammastiedon lisääminen kantaerotteluanalyyysiin .....	45
3.7. Johtopäätökset saalisosuusanalyysistä.....	47
<b>4. Kirjallisuus.....</b>	<b>49</b>
<b>Kiitokset .....</b>	<b>48</b>
<b>Liite 1. Siikasaalisanalyysin vertailunäytteiden siivilähammasjakaumien keskiarvot. ....</b>	<b>52</b>

# 1. Johdanto

Siikaa esiintyy koko Suomen merialueella, ja rannikkoalueen siikakannat muodostavat tärkeän kalavarannan sekä ammatti- että vapaa-ajankalastukselle. Siikasaalis koostuu pääosin jokivesiin lisääntymään nousevasta vaellussiikasta ja vähäisemmässä määrin merikutuiseista siikaista. Vielä 1980-luvulla merikutuista siikaa oli saaliista esimerkiksi Selkämeren alueella noin 50 % (Lehtonen 1981). Vaellussiika on tyypillisesti nopeakasvuinen, kasvaa suurikokoiseksi ja tekee pitkiä syönnösvaelluksia (Lehtonen & Himberg 1992; Leskelä ym. 2002; 2004; 2009).

Kaupallisessa kalastuksessa merestä saadun siikasaaliin arvo on 2010-luvulla vaihdellut 1,9–2,7 miljoonan euron välillä. Viime vuosina saaliskertymä rannikkoalueella on jäänyt aiempaa vähäisemmäksi. Siikasaaliin arvo on neljännes rannikkoalueella harjoitettavan ammattikalastuksen saaliin kokonaisarvosta, johon ei ole laskettu mukaan silakka-, kilohaili- ja turskasaalista (SVT: Luonnonvarakeskus, Kaupallinen kalastus merellä 2017). Suomen merialueen kaupallisen kalastuksen siikasaalis on parhaimmillaan ollut yli 1 000 tonnia 1990-luvulla, mutta sittemmin taantunut viime vuosien alle 500 tonnin luokkaan. Vuonna 2018 saaliiksi jäi enää 399 tonnia siikaa. Saaliiden heikentymisen taustalla on kaupallisten kalastajien määrän väheneminen, pienentyneet istutusmäärät, lisääntymisjokien rakentaminen, sekä nykyisellään erittäin heikko luontainen lisääntyminen (Veneranta & Harjunpää 2017) ja eritoten merialueella tapahtuneet muutokset (Lehtonen & Jokikokko 2002), kuten hylkeiden siikaan kohdistama saalistus ja kalastukselle aiheuttama haitta (Hansson ym. 2017).

Siikakantojen hoito ja siikaan kohdistuvan kalastuksen säätely ovat tärkeitä tulevaisuuden siikakantojen ja kalastusmahdollisuuksien turvaamisessa. Nykyiset siikasaaliit Suomen rannikkoalueella perustuvat pitkälti istutuksiin kesänvanhoilla tai vastakuoriutuneilla siianpoikasilla (Leskelä ym. 2009; Jokikokko & Huhmarniemi 2014). Ainoastaan sähkövoiman tuotantoon valjastamattomassa Tornionjoessa luonnontuotantoa tapahtuu huomattavissa määrin. Luonnonvarakeskuksen vuosina 2014–2015 toteuttaman kartoituksen mukaan luontaista lisääntymistä on useimmissa rannikolle laskevissa jokivesissä, tosin suurimmassa osassa vain vähäisiä määriä. Heikentyneiden siikasaaliiden ja luonnollis lisääntymisen ongelmien vuoksi vaellussiika on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (Urho ym. 2019).

Pohjanlahden siikakantojen kestävä hoidon ja hyödyntämisen perusedellytys on, että tunnettu alueen monien eri siikakantojen tilan ja ominaispiirteet, mm. niiden keskeiset lisääntymis-, vaellus- ja kalastusalueet (Veneranta ym. 2013). Useimmissa rannikon joista vaellussiikan lisääntymismahdollisuudet ovat ihmistoiminnan myötä merkittävästi heikentyneet. Tärkein syy on ollut jokien patoaminen, mutta myös ruoppauksilla, ojituksilla, rehevöitymisellä ja valuma-alueen maankäytön muutoksilla on merkittävä vaikutus. Siksi lähes kaikki vaellussiikakannat ovat istutusten varassa, ja myös luontaisesti lisääntyviä kantoja tuetaan monin paikoin istutuksin.

Siian luonnonkantojen heikkoa tilaa kompensoidaan vuosittaisilla merkittävillä siikaistutuksilla, joista suurimmat ovat voimalaitosten velvoiteistutuksia. Koko Suomen rannikolle istutetaan vuosittain noin 8 miljoonaa kesänvanhaa ja arviolta 33 miljoonaa vastakuoriutunutta siianpoikasta (ICES 2018). Siikaistutuksiin on oltu tyytyväisiä, sillä ne ovat olleet taloudellisesti kannattavia verrattuna niistä saatavan saaliin arvoon (Leskelä ym. 2009). Runsaslukuisiin istutuksiin tosin liittyy vaara kantojen sekoittumisesta viljelyssä ja luonnollis lisääntymisen merkityksen unohtaminen geneettisen monimuotoisuuden ylläpitäjänä. Merikutuisten siikakantojen tuki-istutukset Pohjanlahdella ovat olleet huomattavasti vähälukuisempia kuin vaellussiikaistutukset. Saaristomerellä on istutettu paikallista Bengtsärin ja Nauvon saaristosiiikkaa, Merenkurkussa Maalahden suistosiiikkaa ja Luodon saaristossa paikallista suis-tosiiikkaa. Näitä on pidetty nopeakasvuina ja paikallisina kantoina, ja siksi niitä on suosittu istutuskäytössä. Varsinaisia karisiikoja, jotka ovat hidaskasvuisempia, ei juurikaan ole käytetty istutusmateriaalina, joten paikallisen merikutuisen ja vaeltavan kannan vertaaminen voi kertoa istutusten vaikutuksesta perinnölliseen muunteluun.

Vuonna 2016 voimaan tulleen kalastuslain suuntaamana kalakantojen hoidossa tulisi pyrkiä luonnonlisääntymisen edistämiseen ja alueellisesti kohdennettuun kalakantojen hoitoon. Mereisten siikakantojen luonnontuotannon määrää voitaneen kasvattaa ennallistamalla kutualueita rakennetuissa joissa ja mahdollisesti myös merialueella (Veneranta ym. 2013; Veneranta & Harjunpää 2017). Keskisuurten ja suurten jokien lisäksi myös pienet, mereen laskevat joet ja purot voivat olla paikallisesti merkittäviä lisääntymisalueita (Larsson ym. 2013).

Nykyisissä siian saalis- ja tutkimusnäytteissä eri kantoja edustavia siikoja ei juuri pystytä erottamaan. Käytössä olevan erottelumenetelmän, siivilähammasanalyysin, perusteella voidaan erottaa karkeasti omiksi ryhmikseen vain vaeltavat ja merikutuiset siiat, mutta ei näiden erillisiä osakantoja. Eri jokien luontaiset kannat ja istutuskannat tulisi pystyä erottamaan, jotta kalastus osattaisiin kohdentaa kestävästi hyödynnettäviin tai hyödynnettäviksi tarkoitettuihin kantoihin, ottaen huomioon kalan vaelukseen ja pyyntiin liittyvät kriittiset ajankohdat.

Perusvaatimus tälle on, että erotetaan ja tunnetaan merialueellamme olevat siikakannat ja niiden osuus saaliissa, sekä siihen liittyvä mahdollinen vuodenaikaisvaihtelu. Tämän hankkeen tavoitteena on testata ja ottaa käyttöön mikrosatelliitti DNA-analyysiin perustuva uusi erottelutyökalu, jonka avulla eri osista Pohjanlahtea peräisin olevien siikasaaliiden ja siian tutkimusnäytteiden kantakoostumus voidaan arvioida kalavarojen kestävän käytön ja hoidon kannalta riittävällä tarkkuudella.

Vastaavaa menetelmä on jo käytössä Itämeren lohen ja osin myös meritaimenen saalisnäytteiden kantaosuusanalyyseissä (Koljonen 2006, Koljonen ym. 2014). Siikakantojen varsin suuren samankaltaisuuden vuoksi analyysiin otettiin mukaan myös siikakantojen siivilähammasjakaumat. Suomalaisten siikakantojen välisiä eroja on selvitetty aiemminkin mm Säisä ym., (2008) ja Ozerov ym. (2015), mutta tällöin oli käytössä vain enintään 8 mikrosatelliittilokusta. Tässä työssä käytetyn 16 DNA-mikrosatelliittilokukseen perustuvan analyysin oletettiin parantavan erottelukykä edellisistä. Lisäksi oli käytävissä siivilähammasjakauma siikasaaliin alkuperäanalyysejä varten. Siikakantojen vertailuanalyyseissä tuotettiin myös hyödyllistä tietoa perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämistavoitteiden toteuttamiseksi.

Tässä Lapin ELY:n ja Varsinais-Suomen ELY:n rahoittamassa hankkeessa tutkittiin Pohjanlahden Suomen puoleisen rannikkoalueen siikakantojen välisiä perinnöllisiä eroja, erilaisuuden astetta ja populaatorakennetta, sekä luotiin aineisto ja menetelmä merialueen siikasaaliiden alkuperän selvittämiseksi geneettisen kantaosuusanalyysin perusteella. Menetelmän erottelukykä testattiin rannikon siikasaalisnäytteisiin Perämereltä Ahvenanmaalle (Kallio-Nyberg ym. 2018). Työ muodostaa perustan siikakantojen nykytilanteen arvioinnille ja istutusten kohdentamiselle ja siikasaaliiden kantaosuusanalyyseille jatkossa.

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Siikakantojen tila

Pohjanlahden alueella esiintyvät siian ekotyypit ovat kutupaikan ja vaelluskäyttäytymisen eroteltuna jokeen kudulle nouseva vaellussiika sekä merikutuinen siika eli karisiika. Osaa merikutuisista siikakannoista kutsutaan myös suistosiiaksi, koska pääasialliset kutualueet sijaitsevat jokien suualueiden edustalla. Vaellussiikat ovat karisiikoihin verrattuna tiheämpisiivilähempaisia, nopeakasvuisempia ja kookkaampia siikoja (Kallio-Nyberg ym. 2019), jotka voivat vaeltaa syönnökselle Perämeren pohjoisosasta aina Ahvenanmaan saariston tuntumaan (Lehtonen 1981, Himberg ym. 2015). Ne palaavat kotijokeen kudulle ensimmäisen kerran 4–6 merivuoden jälkeen. Vaellusetäisyydet poikkeavat eri jokien ja merialueiden välillä, tyypillisesti Pohjanlahden eteläisemmillä kannoilla vaellusmatka jää lyhyemmäksi kuin pohjoisilla (Leskelä ym. 2002; Aronsuu & Huhmarniemi 2004). Lisäksi osa saman kutualueen siiosta saattaa tehdä lyhyen vaelluksen ja osa pitkän (Jokikokko ym. 2018).

Kutuvaelluksen ajankohdan mukaan vaellussiikat on jaoteltu heinä-elokuussa jokeen nouseviin kesäsiikoihin ja myöhemmin syksyllä nouseviin syysiiikoihin. Tällaisia siikakantoja tunnetaan pääosin Perämeren joista, kuten Torniojoesta, Simojoesta ja lijoesta. Eri nousuaikojen on arveltu liittyvän kutualuevalintaan, jolloin varhain nousevat siikat tavoittelisivat ylävirran kutualueita ja myöhemmin syksyllä nousevat jäisivät joen alaosille. Selkeää tutkimustietoa nousuryhmien kutunousun etäisyyksistä ei kuitenkaan ole, mutta esimerkiksi lijoessa vaellussiikat ovat kansantiedon mukaan ennen putoamista nousseet aina joen ylemmille osille saakka. Osasta tutkittuja kantoja on näytteinä sekä kesäsiika- että syysiiikanäytteitä. Merikutuisten siikojen on arveltu pysyttelevän lähempänä kutu- ja poikasaluetta, muutamien kymmenien kilometrien etäisyydellä (Lehtonen 1981), tosin joidenkin jokisuistoissa lisääntyvien kantojen on havaittu tekevän joidenkin satojen kilometrin syönnösvaelluksia (Luke julkaisematon, meneillään oleva merkintätutkimus).

Perämerellä lukumääräisesti merkittävimmät istutukset tehdään Kemijoen siialla, mikä on sekoitus monia eri kantoja. Huomattavassa määrin istutetaan myös Ohtajalla viljeltyä Tornionjoen kesäsiikaa. Merenkurkussa käytetään Maalahden merikutuista siikakantaa, ja Selkämerellä yleisin istutuskaala on Kokemäenjoen vaellussiika. Saaristomeren istutuksissa on pyritty käyttämään paikallisia, Bengtsårin tai Nauvon merikutuisia siikakantoja, mutta ELY – keskusten ylläpitämän istutusrekisterin perusteella varsin usein istutusmateriaalina on ollut myös Kokemäenjoen siika. Istutuksia vaellussiian poikasilla tehdään kesänvanhoina ja vastakuoriutuneina sekä jokiin että merialueelle, joten riski siikakantojen sekoittumiseen on olemassa. Leskelän ym. (2004) ja Leskelän (2012) merkintätutkimuksen mukaan varsin huomattava osa istutussiiosta ei hakeudu istutuspaikan lähistölle kudulle, vaan johonkin muuhun virtaveteen syönnösvaelluksen alueella.

### 2.2. Siikakantanäytteet

DNA-analyyssissä hyödynnettiin osin aikaisemmin kerättyjä siikojen suomaineistoja, joita täydennettiin osalle jokia (Taulukko 1). Jokien sijainti rannikkoalueella on esitetty valuma-alueittain (Kuva 1). Kunkin joen ja merialueen kohdalle on kuvattu myös viimeaikainen istutustausta ja arvio luonnonvaraisesta tuotannosta, joka perustuu Luonnonvarakeskuksen eri näytteenottojen aikana kerättyihin havaintoihin.

**1) Tornionjoen (valuma-alue 67)** siikanäytteitä oli kaikkiaan 6 kpl, joista 2 Taivalkosken kalanviljelylaitokselta luonnosta vuosina 2013 ja 2014 pyydetystä kesäsiian emokalastosta, VS-TOK-15/L. Lisäksi oli Kukkolankoskesta vuosina 2016 ja 2017 elokuussa lipolla pyydettyjen siikojen näytteet, nämä olivat luonnossa syntynyttä kesäsiikaa. Tornionjoella siian nousu on siirtynyt kuukaudella myöhemmäksi



muutamassa vuosikymmenessä ja kalojen keskikoko on selvästi pienentynyt (Palm ym. 2017). Kukkolankoskelta lipposaaliista valikoitiin näytteeksi 22.8.2016 pieniä siikoja, ja pituusraja oli noin 30 cm. Suurin osa kaloista oli tätä pienempiä. Valikointi tehtiin, koska haluttiin näytteitä näistä pienistä yksilöistä, joiden määrä on vuosi vuodelta lisääntynyt lipposaaliissa. Siiat olivat sukukypsiä ja yhtä lukuun ottamatta koiraita. Nämä kalat käsiteltiin 5.10.2016. Kalat keräsi Jarno Niskala ja lipposi Matti Lauri. Kukkolankoskelta elokuussa 2016 pyydetyt emosiat vietiin säilytykseen Keminmaan Kalanviljelylaitokselle. Näytteet otettiin laitoksella kuolleista kaloista (näyttenumerot 1–51) tai lypsyt 28.10.2016 jälkeen tapetuista (näyttenumerot 52–65). Pyytäjä oli Juha Pelttari.

Vuonna 2017 Jarno Jääskeläinen keräsi lipponäytteet Kukkolankoskelta elokuussa ja syyskuun alussa. Näytesiiioista valittiin geneettisiin määrittelyksiin 270–295 mm pituisia pieniä yksilöitä ja isompia 360–400 mm pituisia yksilöitä. Tarkoituksena oli selvittää, eroavatko pienet siiat taustaltaan isommista yksilöistä ja voisiko se selittää pienempää kokoa (Jokikokko ym. 2018).

Tornionjoessa istutuksia on tehty pääasiassa joen omilla kesä- ja syysiiikkakannoilla. Istutukset ovat perustuneet useiden viljelyssä olevien emokalastojen käyttöön. Istutustoiminta on käytännössä loppunut vuosituhannen vaihteessa, mutta joen siikakantaa ylläpitää luonnontuotanto, joka on muihin Suomen rannikon jokiin verrattuna runsasta. Istutustenmäärän ja joen siikasaaliiden välillä on kuitenkin havaittu olevan selvä yhteys (Jokikokko & Huhmarniemi 2014).

**2) Kemijoen (valuma-alue 65)** siikanäytteet (5 kpl) olivat osin Luonnonvarakeskuksen Taivalkosken suomupankista. Kesäsiikaa edustava näyte oli kerätty Kemijokisuulta kalastaja Paavo Dunderin Kaakamon padolta elokuussa vuonna 2000 (Kemijoki, kesäsiika 2000, 70 kpl). Näistä siiioista perustettiin Kemijoen kesäsiian emokalasto Ohtaojalle, ja emokalastoa on täydennetty satunnaisesti Torniojoelta luonnosta kerätyillä kaloilla viimeksi vuonna 2010. Tästä emokalastosta on analysoitu näyte (VS-KEK 08/L). Tätä Kemijoen kesäsiikaa käytetään muutaman prosentin osuudella Kemijoen vuosittaisiin velvoiteistutuksiin. Kemijoen kesäsiikalasto on alun perin perustettu Tornionjoen kesäsiikasta. Lisäksi oli näyte Taivalkosken kalanviljelylaitoksen Kemijoen vaellussiian syyssiian emokalastosta (VS-KEM-14/L), joka on perustettu vuonna 2014 pyydetyistä kaloista. Syyssiian ja kesäsiian siivilähammaslukumäärä oli hyvin samanlainen. Syyssiikanäytteet vuosilta 2012 ja 2013 oli kerätty eri kalastajien verkkosaaliista Kemijoen alaosalta näinä vuosina.

Sekä kesä- että syyssiikanäytteiden oletettiin olevan pääosin viljeltyä alkuperää. Kemijokeen istutetaan vuosittain kalatalousvelvoitteena 3,1 miljoonaa kesänvanhaa siian poikasta. Niistä noin kaksi kolmasosaa on peräisin joen alaosalta vuosittain pyydettävistä emokaloista, loput ovat Taivalkoskella kasvatuksessa olevien Tornionjoen ja Kemijoen kesäsiikojen jälkeläisiä. Kemijoen oessa oleva siikakanta on tietyvästi alun perin Oulujoen kantaa (J. Oikarinen suullinen tiedonanto). Syyssiian istutuskanta on 1980-luvulta saakka otettu vuosittain luonnosta kudulle nousevista kaloista joen rakentamiseen liittyvänä kalataloudellisena velvoitteena. Kemijoen vaellussiian luonnontuotanto on istutusmääriin ja oletettuun luontaisen tilan tuotantoon nähden varsin vähäistä, mutta padon alapuolisella alueella siian kutu kuitenkin onnistuu ja poikashaavinnoissa poikastiheydet ovat olleet Suomen rannikkoalueen joista toiseksi korkeimmat.

**3) Simojoen (valuma-alue 64)** luonnonvaraista vaellussiikakantaa edustava suomunäyte vuodelta 2002 on Taivalkosken suomupankista. Simon kalakoulun eli Lapin ammattiopiston oppilaat pyysivät siiat harjoitustyönä Simojoen suulta syksyllä ennen kutua. Simojoen siiat ovat oletettavasti pääosin luonnossa syntyneitä kaloja, sillä jokeen ei ole vuosikymmeniin tehty siikaistutuksia. Teoriassa tässä näytteessä voisi olla Kemijoen siikaa, koska kalastuskunnat istuttavat jonkin verran vastakuorituneita siianpoikasia rannikolle Simojokisuun lähelle. Simojoen oella on satunnaisesti ollut aiemmin siian istutukseen tähtäävää lypsypyyntiä vielä 1990-luvulla. Myöhemmin istutustoiminta on loppunut. Simojoen oella siika myös lisääntyy luontaisesti, vaikkakin lisääntyminen on vähäistä.

**4) Kuivajoen (valuma-alue 63)** siianpoikaset on pyytänyt Erkki Jokikokko poikaslipolla Kuivajoesta 12.5.2014. Poikaset ovat luonnossa syntyneitä, mutta emot voivat olla istutusperäisiä. Kuivaniemen jakokunta istuttaa siianpoikasia vuosittain jokisuulle ja joen alaosaan. Kuivajoen istutuskantana on käytetty lijoen siikaa ja istutuksia tehdään satunnaisesti. Kuivajoella siian luontainen lisääntyminen on vähäistä.

**5) Iijoen (valuma-alue 61)** siikakantaa edustavat näytteet pyydettiin Raasakan voimalaitoksen alapuolelta verkolla Vesa Rahikkalan toimesta vuosina 2014 (25 kpl) ja 2015 (25 kpl). Kaikki 1,3 miljoonaa kesänvanhaa Iijoen velvoitteen siikaistukasta ovat, samoin kuin Kemijoella, peräisin sekä vuosittain joesta pyydettyistä kutukaloista, että Tornionjoen kesäsiikakantaa olevista laitosemoista. Iijoen kesäsiikojen osuus istutettavista poikasista on liki puolet. Iijoen myöskin paikallinen kalastuskunta kerää syksyisin mätiä luonnonemoista ja hautoo poikaset omassa hautomossaan ja istuttaa poikaset vastakuoriutuneina joen alaosalle. Poikasten määrä on useita miljoonia yksilöitä vuosittain. Iijoen siikojen oletettiin olevan pääosin istutettuja kaloja. Iijoen vaellussiian luontainen lisääntyminen on joen rakentamisen vuoksi erittäin vähäistä.

**6) Kiiminkijoen (valuma-alue 60)** luonnonvaraisesta vaellussiasta analysoitiin vuoden 2009 näyte jokisuusta pyydettyistä kaloista. Kiiminkijoen näytesiat on pyydetty syksyllä lipolla joen alimmasta koskesta. Kiiminkijoen istutus perustuu kudulle nousevien siikojen pyyntiin ja lypsyy. Joessa on havaittu myös siian luontaista lisääntymistä kolmanneksi eniten Suomen rannikkoalueen joista.

**7) Oulujoen (valuma-alue 59)** syyssiikaa edustavat näytteet (45 kpl) on kerätty lipolla jokisuusta vuosina 2013 (25 kpl) ja 2014 (20 kpl). Oulujoesta pyydetään säännöllisesti syksyisin lokakuussa emosii-koja, joiden mäti haudotaan Merikosken hautomossa ja poikaset istutetaan takaisin jokisuulle. Kaikki Oulujoen siiat ovat käytännössä istutettua alkuperää. Tietävästi Oulujoen siikaa on käytetty istutuksina peruskantana istutuksia aloitettaessa esimerkiksi Iijoen ja Kemijoen noin 1950-luvulla. Varjoja kirjallisia lähteitä tai istutusmäärätietoja ei ollut kuitenkaan saatavilla. Oulujoen alaosalta on nykyisellään jonkin verran vaellussiian luonnontuotantoa.

**8) Siikajoen (valuma-alue 57)** luonnonvaraisen vaellussiian näyte on vuodelta 2008 (50 kpl). Siikakanta on tietävästi aiempina vuosikymmeninä ennen istutuskompensaatiota ollut erittäin heikko. Joessa toteutetaan kutuaikaan siian pyynti istutuksia varten. Siikajoessa vaellussiian luontainen lisääntyminen on heikkoa.

**9) Pyhäjoen (valuma-alue 54)** suusta pyydetty luonnonvaraisen vaellussiian näyte on vuodelta 2012 (51 kpl). Pyhäjoessa on siian syksypyynti istutusta varten. Aiemmin joen siikakanta oli erittäin heikko, ja palauttamiseen on käytetty Kemijoen siikakantaa. Nykyiselläänkin Pyhäjoessa vaellussiian luontaisen lisääntyminen on heikkoa.

**10) Kalajoen (valuma-alue 53)** vuoden 2015 näyte on jokisuusta pyydettyä karisiikaa (58 kpl). Vuoden 2012 näyte on joesta pyydettyä vaellussiikaa ja näytteen toimitti Alpo Huhmarniemi. Nykyisellään vaellussiian luontainen lisääntyminen on varsin heikkoa. Kalajoen suulta on hankittu mätiä siikakantojen hoitoa varten 1950-luvulta alkaen. Istutukset olivat suurimmillaan vuosina 1982–1986, jolloin käytettiin myös muiden jokien kantoja. Vuodesta 1987 lähtien on istutettu vain Kalajoesta pyydettyjen emojen jälkeläisiä (Huhmarniemi & Aronsuu 2001).

**11) Lestijoen (valuma-alue 51)** luonnonvaraisen vaellussiian 50 kalan näyte on joesta pyydettyistä kaloista vuodelta 2008. Tämä oli jo aiemmin analysoitu näyte. Siikakanta on tietävästi aiempina vuosikymmeninä, ennen istutuskompensaatiota, ollut erittäin heikko. Nykyisellään siikaistutukset perustuvat vuosittaiseen mädin hankintapyyntiin. Lestijoen on havaittu vaellussiian luontaista lisääntymistä.

**12) Perhonjoen (valuma-alue 49)** siikoja oli kaksi kokoluokkaa (alle 30 cm siiat (sh=27,6, sd 2,1) ja yli 30 cm siiat, (sh=28,7, sd 1,4)) vuosilta 2014 (31 kpl) ja 2015 (50 kpl) ja ne on kerätty meritaimenen ja vaellussiian nousun seurantaan liittyvän rysäpyynnin yhteydessä syksyllä. Siiat olivat taustaltaan joko istutettuja tai luonnonvaraisia vaellussiikoja, sillä niiden alkuperästä ei ole tietoa. Siivilähammastieto oli vain vuoden 2014 siikojen näytteissä. Lisäksi Perhonjoen siiaista on pieni näyte Vääräniemi Oy:n Outojoen kalanviljelylaitokselta vuodelta 2006 (27.10.2006) (14 kpl). Perhonjoen istutuksissa käytetään viljelyssä olevaa emokalastoa. Vaellussiian luontainen lisääntyminen on vähäistä.

**13) Larsmo, merikutuinen siika (valuma-alue 48).** Larsmon (Luodon) siika on suistosiiikka, joka kutee todennäköisesti Luodon makeavesialtaan vaikutuspiirissä olevissa salmissa ja saaren kärjissä tai sen kalaportaiden lähistöllä. Lähimmät joet, jotka laskevat makeavesialtaaseen ovat Purmonjoki, Ähtävänjoki ja Kruunupyynjoki. Näissä kaikissa joissa on ajoittaisia happamuusongelmia ja ne ovat alaosiiltaan voimakkaasti muokattuja. Näytteistä 30 kalaa oli pyydetty vuonna 2016 Larsmon Kackurströmenistä ja lisäksi saatiin 33 näytettä Taivalkosken Outojoen kalanviljelylaitokselta (Kalankasvatus Vääräniemi Oy). Vertailuaineistoksi otettiin myös laboratorioissa aikaisemmin tutkitut Larsmon alueen Luodonjärven (Öjasjön) siikanäytteet vuodelta 2010. Tuolloin tutkittiin 9 luonnonsiiikka Öjasjästä alueilta Fagnäsän ja Hästöfjärdin ulkopuolelta, sekä myös 2010 Taivalkosken Outojoen kalanviljelylaitokselta saatu 29 kalan näyte. Larsmon siian lisääntyminen onnistuu poikashavaintojen perusteella jossain määrin merialueella, tosin alueella esiintyy myös pienikokoisemmaksi jäävä merikutuinen siikakanta. Makeavesialtaaseen laskevista joista ei ole vahvistettuja poikashavaintoja.

**14) Lapuanjoen (valuma-alue 44)** siikanäyte on vaellussiika Vääräniemi Oy:n Outojoen kalanviljelylaitokselta. Näyte on otettu 27.10.2006. Lapuanjoessa on vähäisissä määrin vaellussiian lisääntymistä padon alapuolisella alueella. Istutustoiminta perustuu viljelyssä olevaan emokalakantaan.

**15) Vexala, merikutuinen siika (valuma-alueen 44 vaikutusalue).** Näytteet on kerätty kutuaikaan tehdystä verkkokalastuksesta Vexalan edustan merialueelta 2016. Vexalan merikutuinen karisiika lisääntyy rannikkoalueella ja kanta on elinvoimainen. Merikutuista siikkaa ei istuteta.

**16) Mikkelsaarten alueen merikutuinen siika (valuma-alueen 44 vaikutusalue).** Näytteet on ottanut Hannu Harjunpää syksyllä Mikkelsaarten tuntumasta vuosina 2001, 2002 ja 2003 kutupyynnistä. Ne oli pyydystetty loka-marraskuun vaihteessa kutuvalmiina, eli kyseessä on merikutuinen luonnonvarainen karisiika. Mikkelsaarten merikutuinen karisiika lisääntyy rannikkoalueella, mutta kalan tilaa ei nykyisten tiejen perusteella voi arvioida. Merikutuista siikkaa ei istuteta.

**17) Kyrönjoki (valuma-alue 42).** Kyrönjoen siiat on kerätty vuonna 2016 alimman kosken, Voitilan alaosassa toteutetussa emokalojen kiinniottoon suunnatussa rysäpyynnissä 24.10.–7.11.2018 (Jyrki Latvala). Kyrönjoen siian istutustoiminta perustuu viljelyä varten vuosittain tehtävään emokalapyyntiin. Luonnontuotanto on erittäin vähäistä.

**18) Maalahden merikutuisen siian istutuspoikaset (valuma-alueen 40 edusta).** Näyte, 50 kesänvanhaa siikkaa kerättiin syksyn 2017 istutuserästä, jonka toimitti Kalankasvatus Vääräniemi Oy. Lisäksi oli käytössä Maalahden merikutuisen siian emokalast. Näyte (30 koirassiikkaa) koekalastettiin kutuaikaan kutupaikalta verkolla Luonnonvarakeskuksen toimesta. Maalahden luonnonvarainen siikakanta on pieni ja kutualueet rajoittuvat Maalahdenjoen suualueelle (Hudd ym. 2012). Maalahden siian istutukset perustuvat emokalastolla tuotettaviin poikasiin ja kannalla tehdään istuksia koko Merenkurkun alueella. Luontainen poikastuotanto rajautuu pienimuotoisille alueille alkuperäisellä esiintymisalueella, sekä istutusten myötä syntyneillä uusilla kutualueilla.

**Taulukko 1.** Tutkitut Pohjanlahden sekä vertailualueiden siikanäytteet, valuma-alue, näytteenottovuosi, yksilömäärä, siikamuoto (VS = vaellussiika ja KS = merikutuinen siika), alkuperätieto, sekä tutkittujen kalojen määrän keskiarvo 16 tutkittua geenilokusta kohti.

	Va	Siikanäyte	Vuosi	N	Muoto	Kutup.	Alkup.	Mean N/Loci
1	67	1 Tornionjoki, Kukkolank. Kesäs. VS-TOK-15/Luon.	2013, 2014	89	VS, kesä	Jokik.	Luon.	88,9
2	67	2 Tornionjoki_2016_isot, kesäs.	2016	65	VS, kesä	Jokik.	Luon.	60,3
3	67	3 Tornionjoki_2016_pienet, kesäs.	2016	32	VS, kesä	Jokik.	Luon.	30,0
4	67	4 Tornionjoki_Kukkolank._2017_isot, kesäs.	2017	14	VS, kesä	Jokik.	Luon.	13,0
5	67	5 Tornionjoki_Kukkolank._2017_pienet, kesäs.	2017	13	VS, kesä	Jokik.	Luon.	12,0
6	65	1 Kemijoki, VS-KEM-14/Luon., syyss.	2000	52	VS	Jokik.	Luon.	52,0
7	65	2 Kemijoki, VS-KEK-08/Luon., kesäs.	2008	62	VS, kesä	Jokik.	Luon.	62,0
8	65	3 Kemijoki_2012, syyss.	2012	25	VS	Jokik.	Luon.	23,9
9	65	4 Kemijoki_2013, syyss.	2013	25	VS	Jokik.	Luon.	24,0
10	65	5 Kemijoki_kesäsiika_2000	2000	70	VS, kesä	Jokik.	Luon.	67,9
11	64	1 Simojoki_2002	2002	70	VS	Jokik.	Luon.	65,4
12	63	1 Kuivajoki, 2017	2017	81	VS	Jokik.	Luon.	80,0
13	62	1 Iijoki VS-IJO-01/Luonnosta	2001	30	VS	Jokik.	Luon.	29,8
14	62	2 Iijoki VS-IJO-94/1,3,4...2008	1994	30	VS	Jokik.	Luon.	30,0
15	62	3 Iijoki_2014, syksy	2014	25	VS	Jokik.	Luon.	17,9
16	62	4 Iijokisuu_2015, syksy	2015	25	VS	Jokik.	Luon.	6,0
18	60	2 Kiiminkijoki_2009	2009	41	VS	Jokik.	Luon.	39,9
19	59	1 Oulujoki, viljelty, Monta KVL	2017	60	VS	Jokik.	Vilj.	49,5
20	59	2 Oulujoki_2013_2014	2013	45	VS	Jokik.	Luon.	35,0
22	57	1 Siikajoki_2008	2008	50	VS	Jokik.	Luon.	13,0
23	54	1 Pyhäjokisuu_2012	2012	51	VS	Jokik.	Luon.	45,5
24	53	1 Kalajoki_2012	2012	50	VS	Jokik.	Luon.	34,7
25	53	2 Kalajoki_Perttu Koski_2015	2015	58	KS	Jokik.	Luon.	57,0
26	51	1 Lestijoki_2008	2008	50	VS	Jokik.	Luon.	37,3
27	49	1 Perhonjoki_VS-Kokkola, Outojoen_KVL	2006	14	VS	Jokik.	Vilj.	14,0
28	49	2 Perhonjoki_2015	2015	47	VS	Jokik.	Luon.	42,5
29	49	3 Perhonjoki_2016	2016	50	VS	Jokik.	Luon.	48,1
30	48	1 Larsmo Kackurströmmen (Kruunupyyinjoki)	2016	25	KS	Suistok.	Luon.	25,0
31	48	2 Larsmo (Kruunupyyinjoki)_KVL_2010	2010	29	KS	Suistok.	Vilj.	29,0
32	48	3 Larsmo (Kruunupyyinjoki)_KVL_2016	2016	33	KS	Suistok.	Vilj.	33,0
33	44	1 Lapuanjoki, Outojoen KVL (Nykarlebyälv)	2006	51	VS	Jokik.	Vilj.	51,0
34	44	1 Vexala (Lapuanjoki)	2016	50	KS	Merik.	Luon.	50,0
35	44	1 Mikkelsaaret	2001-2003	40	KS	Merik.	Luon.	42,0
36	42	1 Kyrönjoki_2016	2016	47	VS	Jokik.	Luon.	46,9
37	40	1 Maalahti suistosiiika (Maalahdenjoki)	2017	30	KS	Suistok.	Luon.	29,9
38	40	2 Maalahti_istutussiiat	2017	50	KS	Suistok.	Vilj.	50,0
39	37	1 Lapväärin Isojoki, Laukaan KVL	2002	18	VS	Jokik.	Vilj.	18,0
40	37	2 Lapväärin Isojoki, Outojoen KVL	2006	56	VS	Jokik.	Vilj.	56,0
41	36	1 Merikarvia_merikutuisen_luonn.poik_2016	2016	36	KS	Merik.	Luon.	36,0
42	35	1 Kokemäenjoki_Laukaa_emokalal_2002_2006	2002	120	VS	Jokik.	Vilj.	110,9
43	26	1 Halikonlahti (Halikonjoki)	2013-2015	43	KS	Merik.	Luon.	43,0
44	24	1 Kiskonjoki-Perniöjoki	2014	25	KS	Merik.	Luon.	25,0
45	23	1 Saaristosiiika, Outojoen KVL, Tammisaari	2006	54	KS	Merik.	Vilj.	53,9
46		1 Bromarv	2007	50	KS	Merik.	Vilj.	50,0
47		1 Mankinjoki	2014	180	VS	Jokik.	Luon.	195,9
48		1 Ahvenanmaa	2004	50	KS	Merik.	Vilj.	50,0
		YHTEENSÄ		2211				2075,2

**19) Isojoen (valuma-alue 37)** siikanäyte on Vääräniemi Oy:n Outojoen kalanviljelylaitokselta. Näyte on otettu 27.10.2006. Siiat olivat taustaltaan joko luonnonvaraisia tai viljeltyjä. Isojoen alaosalla on vähäistä vaellussiian luonnonlisääntymistä.

**20) Merikarvia, merikutuinen siika** (valuma-alueen 35 edusta). Näytteet on pyydystetty poikasuotalla keväällä 2016 ja poikaset olivat vastakuoriutuneita, luonnonlisääntymisestä peräisin olevia siianpoikasista Pooskerin saaristoalueelta. Alueelle on istutettu merikutuista vasta vuodesta 2017 alkaen ja aiemmin istutuksia on tehty mm. Kokemäenjoen vaellussiialla. Merikarvian merikutuisen siian kanta on taantunut ja poikastuotto on arvioitu varsin vähäiseksi ja kanta tarvitsee säilyäkseen tukitoimia (Veneranta ym. 2015)

**21) Kokemäenjoen (valuma-alue 34).** Vuoden 2002 näytteet on ottanut Hannu Harjunpää syksyllä Kokemäenjoesta kutupyynnin yhteydessä. Kysessä on vaellussiika, joka voi olla taustaltaan luonnonvaraista tai viljeltyä. Vuoden 2006 näyte on joesta pyydetyistä emokaloista Laukaan kalanviljelylaitokselta. Siiat olivat taustaltaan luonnonvaraisia tai viljeltyjä vaellussiikoja ja ne oli pyydetty kutuvaellukselta syys-lokakuussa. Kokemäenjoen siian istutukset toteutetaan nykyisellään Harjavallan voimalan yhteyteen vuonna 2018 valmistuneessa mätihaudomossa, josta vastakuoriutuneet poikaset päästään padon alapuoliselle vesialueelle. Istutusmäärät ovat joitakin miljoonia vastakuoriutuneita poikasista. Lisäksi jokeen istutetaan lammikkoviljelyssä olleita, emokalaston tuottoon perustuvia yksikesäisiä siianpoikasista. Luontaista poikastuotantoa Kokemäenjoessa on havaittu useilla paikoilla padon alapuolisella alueella, mutta Perämeren jokiin (Tornionjoki, Kemijoki) verrattuna selvästi vähemmän.

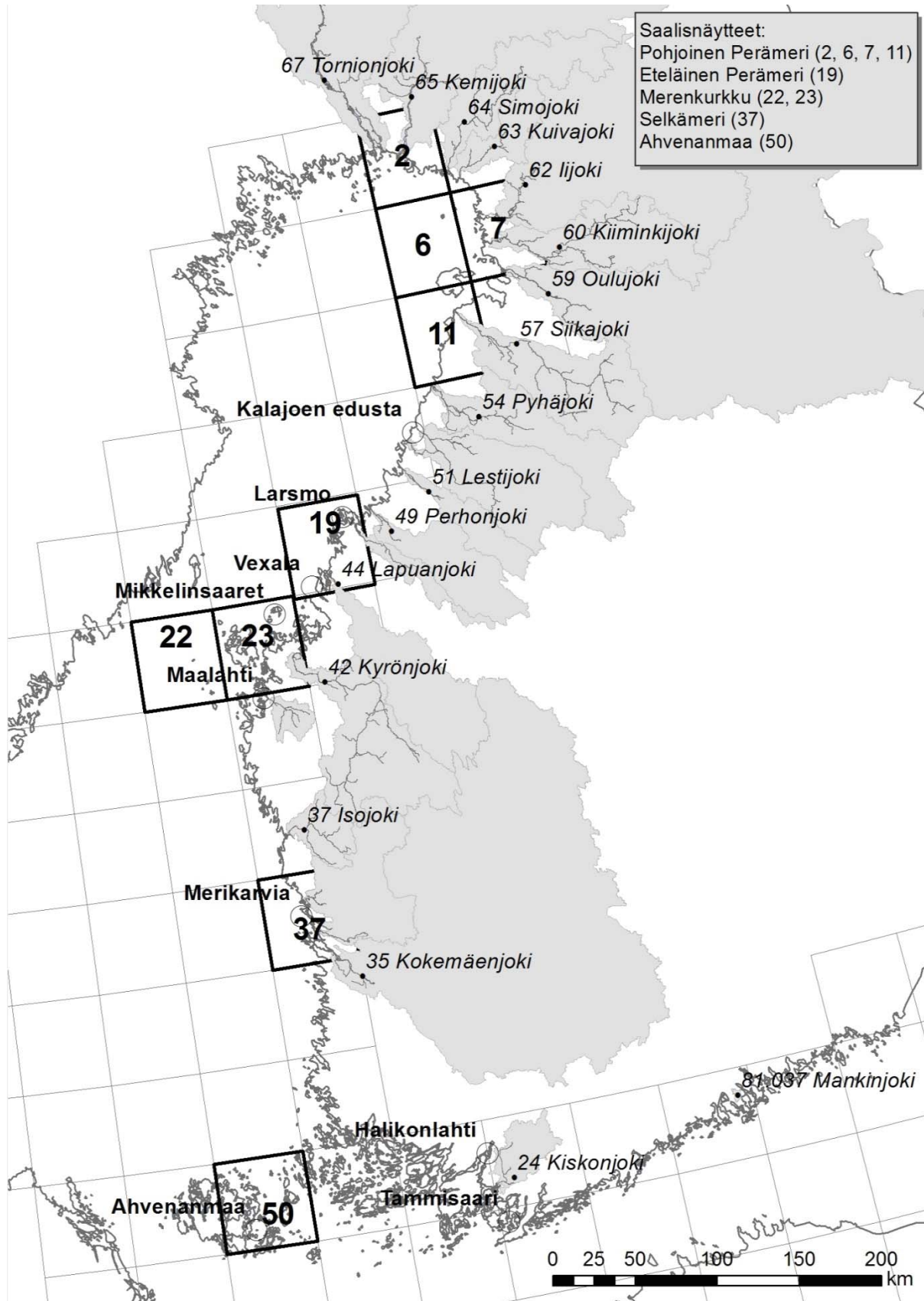
**22) Halikonlahdelta** Vilniemen edustalta (*Halikonjoki valuma-alue 26*) pyydetyistä merisiian kutukalapyynnistä vuosilta 2013, 2014 ja 2015 DNA-näytteet toimitti Mikael Himberg. Poikaskartotuksissa ei tältä alueelta ole tehty havaintoja siianpoikasista. Istuskantana on tiettävästi käytetty Saaristomeren merikutuisia kantoja ja yleisemmin myös Kokemäenjoen siikaa.

**23) Kiskonjoki (valuma-alue 24)** vaellussiian kutukalan vuoden 2014 näyte oli joesta pyydettyä siikaa. Näytteet toimitti Mikael Himberg. Kiskonjoessa on havaittu erittäin pieniä vaellussiian poikastiheyksiä. Aiemmasta istutushistoriasta ei ole tarkkaa tietoa, mutta oletettavasti siian tuki- ja kotiutusistutuksissa on käytetty Kokemäenjoen siikaa.

**24) Tammisaaren saariston (valuma-alueen 23 edusta)** siikanäyte on Vääräniemi Oy:n Outojoen kalanviljelylaitokselta. Näyte on otettu 27.10.2006. Luontainen merikutuisen siian poikastuotanto Tammisaaren saaristossa ja koko Saaristomeren alueella on todettu erittäin vähäiseksi ja paikalliset kannat ovat taantuneet voimakkaasti tai häviämisaarassa. Todennäköisesti siian istutustoiminta ylläpitää kalastettavaa kantaa.

Lisäksi vertailuaineistona käytettiin jo aiemmin analysoituja Suomenlahteen laskevan **25) Mankinjoen** (2014) luonnosta pyydettyjen vaellussiian emokalojen ja pienpoikasten sekä **26) Bromarvin** alueen viljellyn saaristosiiian (Tunturisiika Saaristosiiika Bromarv-kanta, 2007) näytteitä.

**27) Ahvenanmaan alueen viljellyn saaristosiiian näytteet.** Näytteet on ottanut Benny Holmström syksyllä vuonna 2004 merialueelta Ahvenanmaan koillisosasta (Tengsöda vik, Leskelä 2004). Kalat olivat kutevia ja värimerkattuja. RKTL (nykyinen Luke) on pyytänyt alueelta kutevaa saaristosiiikaa, lypsänyt, viljellyt ja värimerkinnyt poikaset. Kudulta on pyydetty näitä värimerkattuja kaloja takaisin lypsyä varten, eli kyseessä oli merikutuinen saaristosiiika eli karisiika, jolla on viljelyalkuperä. Luontaisesta poikastuotannosta alueella ei ole havaintotietoja.



**Kuva 1.** Rannikon joista ja merialueelta kerätyt ja analysoidut siikanäytteet, ks. lisäksi taulukko 1. Kanta-osuusarviointiin käytetyt merialueen siikasaalisnäytteet on kerätty tummennetulla merkityiltä tilastoruuduilta.

Suomessa käytetään siikojen taksoniassa Svärdsenin 1979 julkaisemaa siikamuotojen luokittelua. Tämä luokittelu perustuu siivilähammasmääriin ja kutukäyttämiseen ja se jakaa siiat varsin selkeisiin muotoihin tai pääekotyyppeihin (Taulukko 2). Lajina siika on kuitenkin plastinen ja siikamuotojen erottelu merististen ominaisuuksien tai siivilähampaiden määrän suhteen on hankalaa, koska eri muotojen välillä esiintyy runsaasti päällekkäisyyttä. Tässä työssä tutkitut siikamuodot olivat vaellussiika ja merikutuinen siika (karisiika), jonka siivilähammasmäärän vaihtelu oli kuitenkin hieman eri, kuin Svärdsenin ilmoittamat rajat. Lehtosen (2003) mukaan karisiialla on 24–28 ja vaellussiialla 28–32 siivilähammasta. Himberg ym. 2015 ilmoittavat rajoiksi vaellussiialle  $29,9 \pm 2,1$  (n=480) ja merikutuiselle siialle  $26,7 \pm 2,2$  (n=456) Tässä työssä analysoidujen ja käytettyjen siikanäytteiden siivilähammasmajaksumien keskiarvot on esitetty Liitetaulukossa 1.

**Taulukko 2.** Svärdsenin (1979) käyttämiä siikamuotojen nimiä ja niiden nykyisin Suomessa käytössä olevat taksoninimet, kutualueiden luonne ja elinalueet Suomessa. Sh = keskimääräinen siivilähammasluku (Kaukoranta ym. 1998).

Siikamuoto (Svärdsenin mukaan)	Suomalainen nimi, kutualueet, siivilähammasluku ja esiintyminen Suomessa
"Coregonus fera" (usein myös "C. pidschian") Large sparsely-rakered whitefish	<b>Pohjasiika, räpypys</b> - joki- ja karikutuinen, sh 18-22 - muutamissa Jäämereen laskevissa pohjoisissa järvissä
"Coregonus widegreni" tai "C. acronius widegreni" Lesser sparsely-rakered whitefish	<b>Karisiika, karisiikatyypinen sisävesisiika, lehtisiika</b> - merikutuinen, sh 25–31 - järvikutuinen, sh 23–24 - Itämeren rannikolla ja muutamissa itäisissä ja pohjoisissa järvissä
"Coregonus lavaretus s. str." River whitefish Migratory whitefish	<b>Vaellussiika</b> - jokikutuinen, sh 27–31 - meressä ja joissa, jotka laskevat Itämereen ja Oulujoen ja Vuoksen vesistöalueilla
"Coregonus wartmanni" Blue whitefish	<b>Tuppisiika, murokas, riika, reeska</b> - järvikutuinen, sh 29–37 - sisävesissä koko maassa
"Coregonus nilssonii" Southern densely-rakered whitefish	<b>Järvisiika</b> - järvikutuinen, sh 40–45 - sisävesissä Etelä- ja Keski-Suomessa
"Coregonus pallasi" (usein myös "C. muksun") Northern densely-rakered whitefish	<b>Planktonsiika</b> - jokikutuinen, sh 50–56 - sisävesissä Keski- ja Pohjois-Suomessa

Raportissa analysoidujen siikojen oletettiin olevan pääosin vaellussiikoja. Esimerkiksi Oulujoesta vuosina 1987–2014 pyydettyjen vaellussiikojen siivilähammasluvun keskiarvo on ollut  $28,5 (\pm \text{sd } 2,2; n=4170)$ , varsin suuresta aineistosta laskettuna (Alpo Huhmarniemen kirjallinen tieto, sähköposti 18.10.2016). Yli 10 vuoden aineisto syksyllä kudulle nousevien vaellussiikojen siivilähammasmajaksumista 1980-luvun alusta 1990-luvun puoliväliin osoitti, että keskimääräinen siivilähammasluku vaihteli vuosittain 27 ja 31 välillä eri joissa Kalajoelta Tornionjoelle. Vaihtelu oli satunnaista ilman merkittävää trendiä lukuun ottamatta lijokea, missä todettiin lievä nousu reilusta 28:sta yli 29:ään (Jokikokko & Huhmarniemi 1998).

Perhonjoesta saatiin syksyllä 2015 näytteeksi 47 pienikokoista, jokeen kutemaan noussutta siikaa. Näiden kalojen siivilähammasluvun keskiarvo on 28,3, joka vastaa yleensä vaellussiioilla tavattavaa

määrää. Perhonojoessa on myös nopeakasvuinen vaellussiika, jota pidetään joen normaalina vaellussiikakantana. Paikalliset kalastustoimijat pitivät pienikokoisen siian esiintymistä joessa uutena ilmiönä ja niiden osuuden sioista arveltiin lisääntyneen vuosi vuodelta. Vastaava ilmiö on todettu myös Tornionjoella, missä Kukkolankosken lipposaalessa on nykyisin paljon pientä siikaa.

Lehtosen (1981) mukaan vaellussiian siivilähammasluku oli Kokemäenjoessa  $29,8 \pm 2,2$  ( $n=200$ ), Oulujoessa  $28,6 \pm 2,2$  ( $n=75$ ) ja jonkin verran korkeampi Simojoessa  $30,1 \pm 1,8$  ( $n=31$ ). Himberg ja ym. (2015) mukaan siian siivilähammasluku oli Kokemäenjoessa  $30,0 \pm 2,1$  ( $n=65$ , vuosi 2011).

Merikutuisen siian siivilähammasluku oli Lehtosen (1981) mukaan sekä Kemijoen edustalla  $25,8 \pm 2,0$  ( $n=53$ ) että Hailuodon edustalla  $26,1 \pm 2,2$  ( $n=68$ ) selvästi alhaisempi kuin vaellussiialla.

### 2.3. Siikasaalisnäytteet

Siikasaaliiden alkuperäanalyysiä ja menetelmän testausta varten merialueelta pyydystettyjen siikojen suomusta koottiin 10 näytettä. Aineistossa oli vuosilta 2008 - 2014 yhteensä 1187 siian suomua viideltä merialueelta (Taulukko 3). Näytteet ovat Pohjanlahden kaupallisten kalastajien saaliista, josta on kerätty näytteitä vuodesta 1998 lähtien osana EU:n tiedonkeruun näytteenotto-ohjelmaa (Kallio-Nyberg ym. 2018). Analysoidut näytteet ovat pieni osa keräystä saalisotoksesta. Koko saalisotoksessa vuosilta 1998–2014 siivilähammasluku Pohjanlahdella oli  $29,6 (\pm 2,2)$  ( $n = 11653$ ) vaellussiioille ja  $26,9 (\pm 2,3)$ ,  $n = 4614$ ) karisiioille.

Tutkitut merialueet olivat Pohjoinen Perämeri, Eteläinen Perämeri, Merenkurkku, Selkämeri ja Ahvenanmeri. Pohjoiselta Perämereltä näytteitä oli kahdelta alueelta; Simojoen, Kemijoen ja Tornionjoen sekä Siikajoen, Oulujoen ja Iijoen edustalta. Näytteitä oli sekä vaellussiikasaaliista että merikutuisesta karisiikasaaliista ja ne analysoitiin erikseen, lukuun ottamatta Oulujoen ja Iijoen merialueen merikutuisen siian näytteitä, jotka alhaisen yksilömäärän vuoksi yhdistettiin analyysiä varten, sillä molemmissa oli vain alle 100 yksilöä (Taulukko 3, näytteet 1. ja 2.). Geneettisen analyysin saalisnäytteiden tavoitekoko oli noin 200–300 kalaa ja käytettävissä olevista siikanäytteistä useiden koko oli alle tavoitteen, mutta ne analysoitiin kuitenkin kaikki myös erikseen suuntaa antavien tulosten saamiseksi. Tarkoituksena oli testata kuinka pitkälle kantojen väliset erot mahdollistavat eri siikakantojen sekä siikakantaryhmien osuuksien arvioinnin saaliissa, tai jopa yksittäisten yksilöiden alkuperän tunnistuksen ja millaisia eroja testisaaliiden koostumuksessa oli mahdollista havaita.



**Taulukko 3.** Siikasaalisnäytteet merialueittain. Merialue, pyyntipaikan tarkennus, saalisvuosi, ICES-merialueruutu, siikamuoto, kappalemäärä ja analysoidun saaliin numero jatkossa on ilmoitettu.

	Merialue	Paikan tarkennus	Vuosi	Ruutu	Muoto	Kpl	Saaliin No.
1	Pohjoinen Perämeri	Simojoen, Kemijoen ja-Torniojoen edusta	2012	2	karis.	67	1
2	Pohjoinen Perämeri	Siikajoen, Oulujoen ja Iijoen edusta	2013	6,7,11	karis.	49	1
3	Pohjoinen Perämeri	Siikajoen, Oulujoen ja Iijoen edusta	2013, 2014	6,7,11	vaelluss.	202	2
	<i>Yhteensä</i>					318	
4	Eteläinen Perämeri	Lestijoen, Kalajoen ja Pyhäjoen edusta	2009, 2012	19	vaelluss.	207	3
	<i>Yhteensä</i>					207	
5	Merenkurkku	Lapuanjoen ja Perhonjoen edusta	2011, 2012	22, 23	karis.	62	4
6	Merenkurkku	Lapuanjoen ja Perhonjoen edusta	2009, 2010	22,23	vaelluss.	210	5
	<i>Yhteensä</i>					272	
7	Selkämeri	Merikarvianjoen edusta	2010, 201	37	karis.	22	6
8	Selkämeri	Merikarvianjoen edusta	2010, 2011	37	vaelluss.	143	7
	<i>Yhteensä</i>					165	
9	Ahvenanmeri	Ahvenanmaa	2010, 2012	50	karis.	148	8
10	Ahvenanmeri	Ahvenanmaa	2012	50	vaelluss.	77	9
	<i>Yhteensä</i>					225	
	Kaikki yhteensä					1187	

## 2.4. Laboratoriomenetelmät

Siikanäytteet kerättiin aiemmista somuarkistoista sekä tutkijoilta että Taivalkosken somuarkistosta. Näytteistä analysoitiin 16 DNA-mikrosatelliittigeenilokuksen muuntelu. Käytetyt laboratoriomenetelmät olivat samat, joita on aiemmin käytetty taimentutkimuksessa LUKE:n (aiemmin RCTL:n) ja Helsingin yliopiston maataloustieteen laitoksen genotyyppityslaboratorion töissä (Koljonen ym. 2014).

Siikakantojen mikrosatelliitti DNA-analyysissä käytettiin 16 geenilokuksen standardisettia, jolla on jo analysoitu suomalaisia siikakantoja sekä sisävesistä että merialueelta. Käytetyt lokukset olivat osittain samat kuin artikkelissa Säisä ym. 2008.

Tässä työssä määritetyt DNA-mikrosatelliittigeenilokukset olivat Bwf\_2, C2\_157, ClaTet1, ClaTet10, ClaTet13, ClaTet15, ClaTet18, ClaTet3, ClaTet6, COCL\_004, COCL\_008, COCL\_010, COCL\_018, COCL\_045, COCL\_049, COCL\_061 (Taulukko 4). Polymeerasiketjureaktiot (PCR) analysoitiin Abi-kapillaarielektroforeesilaitteella ja laitteistoon kuuluvalla GeneMapper-ohjelmistolla. Saalisnäytteet analysoitiin samalla tavalla kuin kantanäytteetkin.

DNA eristettiin Qiagen DNEasy Tissue-eristyskitillä. Analysoiduissa somunäytteissä esiintyi jonkin verran kontaminaatiota eri kalayksilöiden välillä, todennäköisesti osittain koska näytteitä ei varsinaisesti ollut kerätty DNA-analyysiä varten ja samalla puhdistamattomalla veitsellä peräkkäin otettuihin somunäytteisiin helposti siirtyä edellisen kalan DNA:ta. Osassa näytteistä DNA oli myös jo hajonnut mahdollisesti pitkän säilytyksen vuoksi. Näistä syistä otoskoot osassa näytteistä jäivät suunniteltua pienemmiksi.

**Taulukko 4.** Analysoidut siian DNA-mikrosatelliittilokukset ja niiden lähteet, ajolevynumero, väri ja DNA-monistusalueen konsentraatio.

	Geenilokus	Viite	Levynumero	Väri	DNA-alueen konsentraatio
1	Bwf2	Patton ym. 1997	MP 1	6-FAM	0,02 µM
2	C2_157	Turgeon ym. 1999	MP 1	VIC	0,05 µM
3	ClaTet1	Winkler & Weiss 2008	MP 2	PET	0,02 µM
4	ClaTet3	Winkler & Weiss 2008	MP 2	6-FAM	0,03 µM
5	ClaTet6	Winkler & Weiss 2008	MP 1	NED	0,03 µM
6	ClaTet10	Winkler & Weiss 2008	MP 3	6-FAM	0,03 µM
7	ClaTet13	Winkler & Weiss 2008	MP 2	VIC	0,03 µM
8	ClaTet15	Winkler & Weiss 2008	MP 2	NED	0,02 µM
9	ClaTet18	Winkler & Weiss 2008	MP 3	PET	0,03 µM
10	Cocl-Lav4	Rogers ym. 2004	MP 2	6-FAM	0,02 µM
11	Cocl-Lav8	Rogers ym. 2004	MP 3	NED	0,15 µM
12	Cocl-Lav10	Rogers ym. 2004	MP 1	PET	0,03 µM
13	Cocl-Lav18	Rogers ym. 2004	MP 3	VIC	0,02 µM
14	Cocl-Lav45	Rogers ym. 2004	MP 3	VIC	0,03 µM
15	Cocl-Lav49	Rogers ym. 2004	MP 1	PET	0,05 µM
16	Cocl-Lav61	Rogers ym. 2004	MP 1	6-FAM	0,10 µM

## 2.5. Tilastolliset menetelmät

### 2.5.1. Populaatiotutkimus

Perinnöllisen muuntelun määrä kuvattiin keskimääräisenä diversiteettinä (heterotsygotian määränä), havaittuina geenimuoto- eli alleelimäärinä populaatiossa, ja pienimmän otoskoon mukaan otoskokostandardoituina alleelimäärinä eli alleelirikkkautena. Tässä työssä pienin näyte oli Siikajoen kannan näyte, jossa oli vain 13 kalaa, lisäksi Perhonjoen viljelykannan näyte oli vain 14 kalaa. Populaatioiden yksilöiden välistä pariutumisen satunnaisuutta mitattiin Fis-indeksillä, joka antaa viitteitä populaatioiden sekoittumisesta tai parituvien yksilöiden sukulaisuuden lisääntymisestä.

Populaatioiden perinnöllistä laajuutta mitattiin niiden geneettisesti tehollisella populaatiokoolla ( $N_e$ ), tehollisen ja todellisen koon suhteella ( $N_e/N$ ) ja näytteessä esiintyneiden perheiden määrällä. Muuntelun mitat ja Fis-arvot laskettiin FSTAT-ohjelmalla (versio 2.9.3.2) (Goudet 1995, Goudet 2001) (<http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm>). Populaatioiden teholliset koot ( $N_e$ ) ja täyssisarperheiden määrä laskettiin COLONY-ohjelmalla (Wang 2004, Wang & Santure 2009), ja populaatioiden sisäiset sukulaisuudet COANCESTRY-ohjelmalla (Wang 2007).

Populaatioiden välisiä eroja mittaavat Fst-arvot laskettiin FSTAT-ohjelmalla, samoin populaatioiden välisten erojen merkittävyys alleelifrekvensseissä testattiin FSTAT-ohjelmalla, sillä se sisältää Bonferro-ni-korjauksen useille testeille. Populaatioiden väliset perinnölliset etäisyydet (Nein DA-etäisyys, Nei ym. 1983, Takezaki 1998) laskettiin Populations 1.2.32 -ohjelmalla (<http://www.bioinformatics.org/~tryphon/populations/>). Sukupuurakenne (NJ-tree, Saitou & Nei 1987) piirrettiin Treeview-ohjelmalla (<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html>) (Page 2000). Sukupuiden haarojen vakauden mittaamiseksi tehtiin puurakenteen analyysi 1000 bootstratp-toistolla.

## 2.5.2. Siikasaaliin kantakoostumusanalyysi

Eri siikakantaryhmien erottumistodennäköisyyttä pelkän geneettisen aineiston perusteella testattiin maksimitodennäköisyyteen perustuvalla laskennalla ja ONCOR -ohjelmalla ([www.montana.edu/kalinowski/Software/ONCOR.htm](http://www.montana.edu/kalinowski/Software/ONCOR.htm)) (Kalinowski ym. 2007, Anderson ym. 2008).

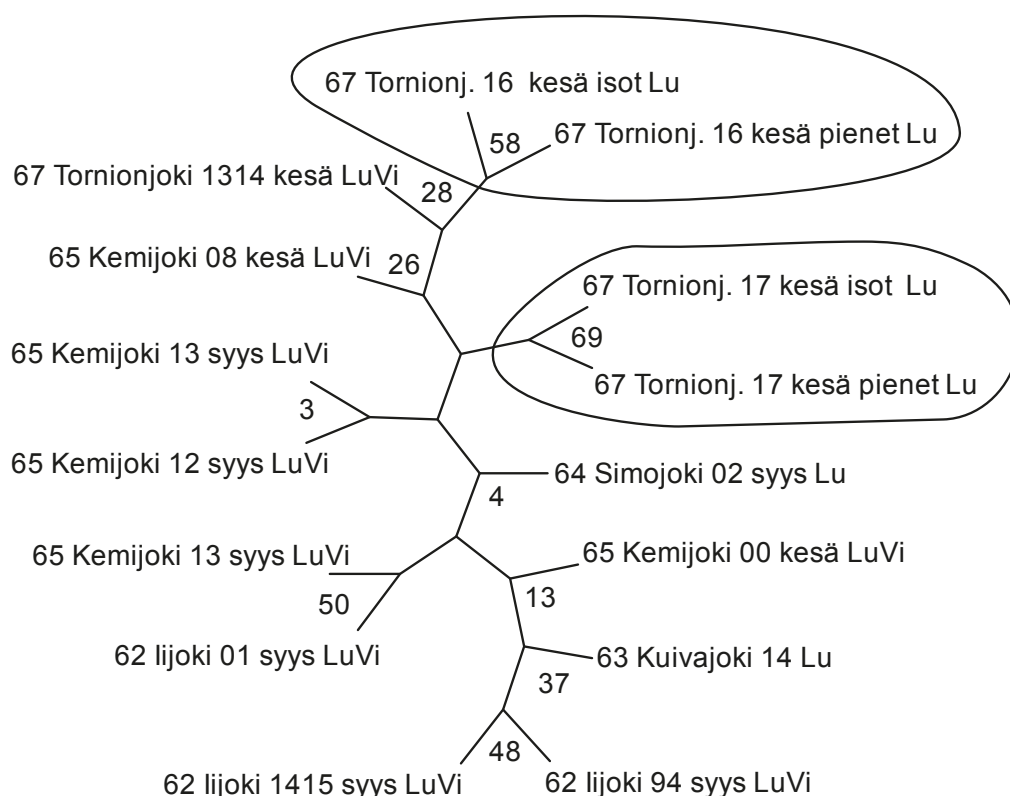
Varsinaiset siikasaaliiden kanta- ja kantaryhmäsosuuudet laskettiin probabilistisella Bayesilaisella estimointimenetelmällä ja BAYES-ohjelmalla (Pella & Masuda 2001). Kunkin saalisosuusestimaatin laskentaan tehtiin 8 000 laskennan ketju ja kolmen estimointiketjun viimeiset 1 000 estimaattia käytettiin osuusarvon määrittämiseen, yhteensä 3 000 arvoa. Estimointiketjujen konvergenssi testattiin siihen tarkoitettulla BAYES-ohjelmaan sisältyvällä laskennalla (Gelman & Rubin, 1992). Bayesilainen estimointi valittiin, koska se on aiemmissa tutkimuksissa osoittautunut antavan tarkemmin oikeita tuloksia kuin maksimitodennäköisyyteen perustuva laskenta testeissä, joissa on ollut tiedossa saaliiden todellinen alkuperä (Griffiths ym. 2010, Moran ym. 2014). Lisäksi BAYES-ohjelmassa on mahdollista liittää analyysiin geneettisen tiedon lisäksi muuta informaatiota, kuten siivilähammasjakaumia, toisin kuin ONCOR-ohjelmassa, joka on rakennettu vain geneettisen aineiston hyödyntämistä varten.

### 3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

#### 3.1. Siikakantakohtainen tarkastelu

Aineisto analysoitiin ensin kolmessa erässä yksittäisten näytteiden vertailun helpottamiseksi ja mahdollisista näytteiden yhdistämisistä varten tarvittavan tiedon saamiseksi. Ensimmäisessä erässä analysoitiin kaikki näytteet Tornionjoelta lijoelle asti. Näytteiden välisiä tilastollisia eroja testattaessa voitiin havaita, että Tornionjoen, Kemijoen ja Simojoen siikanäytteiden välillä on hyvin vähän eroja (Taulukko 5). Ainut näyte, joka hieman poikkesi muista, oli Kemijoen vuoden 2008 viljelty kesäsiikanäyte. Näiden siikakantojen näytteiden välillä ei ollut mitään muuta tilastollisesti merkitsevää eroa, ja tämäkin näyte erosi vain 5 % riskitasolla muutamasta muusta näytteestä (Simojoki 2002 Lu, Kemijoki 13 LuVi ja Tornionjoki 14 LuVi). Tämä Kemijoen 2008 kesäsiikanäyte on periaatteessa samaa emokalastoa kuin Kemijoen vuoden 2000 kesäsiikanäyte.

Kaikki Tornionjoen näytteet edustavat kesäsiikaa. Tornionjoesta pyydytetyt pienet ja isot siiat eivät poikenneet perinnöllisesti toisistaan. Näytteistä 4 on luonnosta pyydytty ja kummankin vuoden näytteet erikokoisista kaloista ryhmittivät tiukasti omiksi vuosiryhmikseen (Kuva 2). Tornionjoen luonnosta pyydytty emokalasto ryhmittyy edelleen samaan ryhmään, samoin Kemijoen 2008 luonnosta pyydytyn kesäsiian emokalastonäyte, mikä on ymmärrettävää, koska näiden alkuperä on sama.



**Kuva 2.** Yksittäisten siikanäytteiden ryhmittyminen perinnöllisen samankaltaisuuden perusteella. Näytteet Tornionjoelta lijoelle. Näytteiden nimikoodissa valuma-alue numero, vesistönnimi, näytteenottovuosi, nousu-ai-  
katarkenne ja alkuperä Lu = luonnonvarainen Vi = viljelty ja LuVi = luonnosta pyydytty viljelytaustainen kanta  
Numero sukupuunhaarassa on sen todennäköisyys prosentteina.

Kemijoen syysaikanäytteet vuosilta 2012 ja 2013 muodostavat oman haaransa sukupuussa ja Simojen syysaika ryhmittyy lähelle sitä.

Tornionjokeen istutettiin 30 vuoden ajan runsaasti, enemmän kuin miljoona yksikesäistä poikasta vuosittain (Jokikokko & Huhmarniemi 2014), mutta istutukset on lopetettu vuosituhannen vaihteen jälkeen. Eli osalla kaloista voi olla jotain kaukaista viljelytaustaa muutaman siikasukupolven takaa. Istukkaat olivat kuitenkin Tornionjokista alkuperää eli siksi kai istutuksilla ei ole todettu olleen vaikutusta siikakannan geneettiseen rakenteeseen (McCairns ym. 2012).

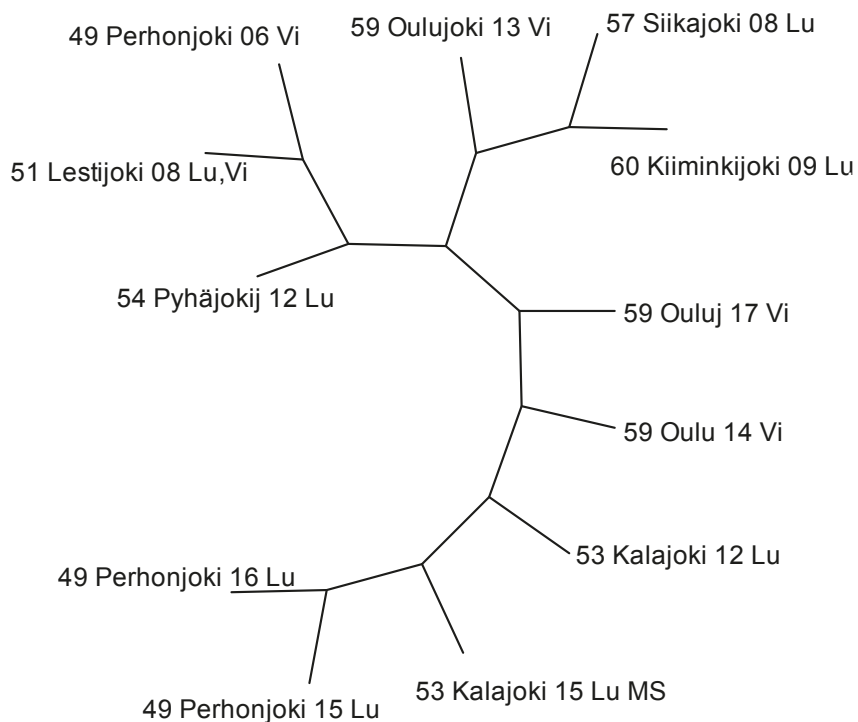
lijojen syysaika on kauimpana Tornionjoen näytteistä ja se erosikin jo tilastollisesti merkitsevästi erityisesti Tornionjoen kesäsiikanäytteistä, samoin kuin Kuivajoen siika, joka vaikutti olevan varsin samanlainen lijojen siian kanssa. Jatkossa samasta joesta peräisin olevat ja samaa kutuaikaa ja alkuperää edustavat näytteet yhdistettiin.

**Taulukko 5.** Perämeren siikakantojen välisten perinnöllisten erojen merkitsevyydet Tornionjoelta lijoelle. NS = ei tilastollisesti merkitsevää eroa, \* ero on merkitsevä P > 5 % riskitasolla, \*\* merkitsevä 1 % riskitasolla ja \*\*\* merkitsevä 0,1 % riskitasolla.

		Tor14LV	Tor16emot	Tor16poik	Tor17isot	Tor17pien	KemK00LV	KemK08LV	Kem12	Kem13	Kem13LV	Simo02	Kuiva14	Iijo94	Iijo01	Iijo14	Iijo15S
1	Tor13LV	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
2	Tor14LV		NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	***	***	***	NS	NS
3	Tor16emot			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	***	***	***	NS	NS
4	Tor16poik				NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	***	***	**	NS	NS
5	Tor17isot					NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
6	Tor17pien						NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
7	KemK00LV							NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS
8	KemK08LV								NS	NS	*	*	***	***	*	NS	NS
9	Kem12									NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
10	Kem13										NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
11	Kem13LV											NS	NS	**	NS	NS	NS
12	Simo02												NS	*	NS	NS	NS
13	Kuiva14													**	NS	NS	NS
14	Iijo94														*	NS	NS
15	Iijo01															NS	NS
16	Iijo14																NS

Toisessa erässä analysoitiin näytteet Kiiminkijoelta Perhonjoelle. Perhonjoelta luonnosta pyydetty näytteet vuosilta 2015 ja 2016 ryhmittivät yhteen (Kuva 3), eikä niiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (Taulukko 6). Samoin Kalajoen ja Oulujoen luonnosta pyydetty näyte (2014) ja Montan kalanviljelylaitoksen näyte vuodelta 2017 ryhmittivät lähelle toisiaan.

Kiiminkijoen ja Siikajoen näytteet yhdistyivät samaan ryhmään Oulujoen vuoden 2013 kanssa. Eritään lähelle ryhmittivät myös muut Oulujoen siikanäytteet, eikä näiden minkään välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (Kuva 3). Siikajoen näyte oli kuitenkin hyvin pieni, vain 13 kalaa. Kalajoen vuoden 2012 vaellussiian näyte ei eronnut Oulujoen ryhmästä, kuten ei myöskään Lesti- tai Pyhäjoen näyte.



**Kuva 3.** Siikanäytteiden väliset perinnölliset erot juurettoman sukupuun avulla kuvattuna. Näytteet Kiiminkijoen Perhonjoelle. Näytteiden nimikoodissa valuma-aluenumero, vesistön nimi, näytteenottovuosi, nousuaikataranne ja alkuperä Lu = luonnonvarainen ja Vi = viljelty.

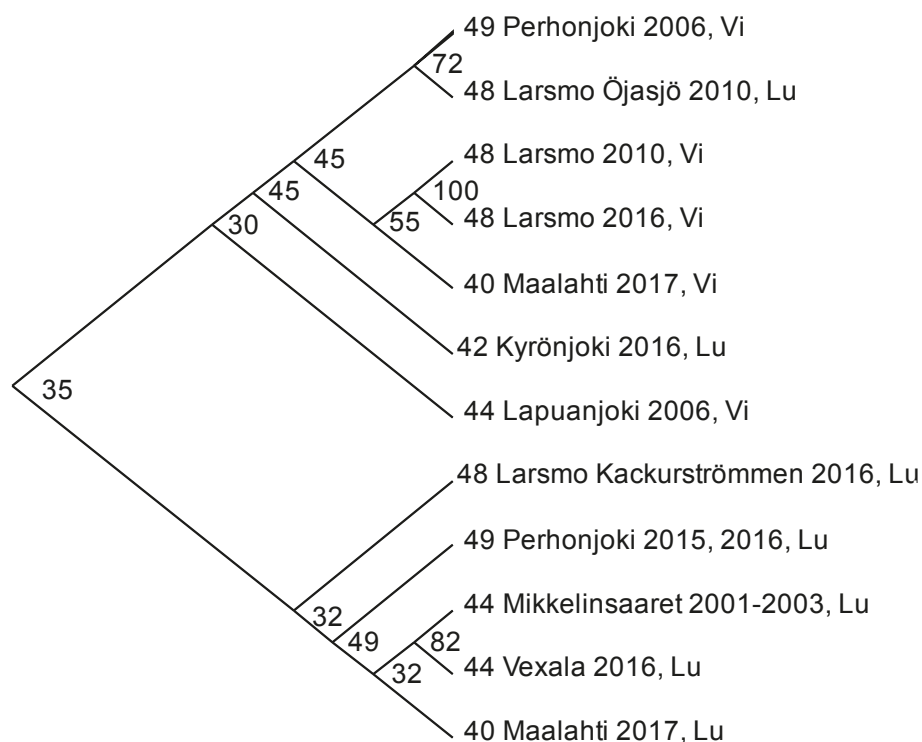
Kalajoen luonnonvaraisen merisiian näyte vuodelta 2015 (Kalajoki 15 Lu MS) erosi kuitenkin tilastollisesti erittäin merkitsevästi Kalajoen vaellussiikanäytteestä (Taulukko 6). Samoin Perhonjoen kannan pieni (14 kpl) näyte Vääräniemen kalanviljelylaitokselta erosi luonnosta pyydetyistä poikasista jonkin verran. Tämä oli kuitenkin varsin pieni näyte eikä sen alkuperää tiedetä tarkemmin. Tulosten perusteella yhdistettiin jatkossa Oulujoen näytteet ja Perhonjoen luonnonvaraiset näytteet vuosilta 2015 ja 2016.

Kokonaisuutena Perhonjoen näytteet ja Kalajoen merikutuisen karisiian näyte erosivat selkeästi muista siikanäytteistä, jotka olivat keskenään hyvin samanlaisia. Karisiikanäyte erosi kaikista muista paitsi Siikajoen näytteestä, mikä saattaa johtua hyvin Siikajoen näytteen liian pienestä koosta.

**Taulukko 6.** Siikanäytteiden välisten erojen tilastollinen merkitsevyys. Testien tulokset näytteille Kiiminkijoelta Perhonjoelle. NS = ei tilastollisesti merkitsevää eroa, \* ero on merkitsevä P > 5 % riskitasolla, \*\* merkitsevä 1 % riskitasolla ja \*\*\* merkitsevä 0,1 % riskitasolla.

Kiimink09	Ouluj17V	Ouluj13	Ouluj14	Siikaj08	Siikaj12	Pyhäj12	Kala12	Kala15	Lestij	Perho15	Perho16	Perho06V
Kiimink09	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	**	*	NS
Ouluj17V		NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	**	NS	*
Ouluj13			NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	*	NS	NS
Ouluj14				NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
Siikaj08					NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Siikaj12						NS	NA	**	NS	*	NS	NS
Pyhäj12							NS	**	NS	**	*	**
Kala12								**	NS	*	NS	NS
Kala15									**	**	**	**
Lestij										**	*	NS
Perho15											NS	**
Perho16												*

Kolmannessa suuremmissa erässä analysoitiin loput näytteet Larsmosta Ahvenanmaalle. Sitä ennen kuitenkin analysoitiin vielä pienempi erä näytteitä Perhonjoelta Maalahdenjoen edustalle saakka, koska Larsmon (Luodon) alueelta oli useita näytteitä käytettävissä aiempien selvitysten perusteella. Tässä analyysissä selkein jako muodostui viljeltyjen ja luonnonvaraisten kantojen välille (Kuva 4). Larsmon alueen viljelynäytteet vuosilta 2010 ja 2016 olivat identtiset (Lill ym. 2018). Pieni näyte, 9 kpl, Larsmon Öjasjöstä (Luodonjärvi) ryhmittyi lähelle viljeltyä Perhonjoen siikaa. Samaan ryhmään ryhmittyivät myös viljelty Maalahden ja Lapuanjoen alueen siika, sekä Kyröjoen suistosta pyydetty siika, jossa myös voi olla viljelytaustaista siikaa mukana.



**Kuva 4.** Merialueen siikanäytteiden perinnölliset etäisyydet sukupuun avulla kuvattuna. Näytteen nimen edessä on sen valuma-alueen vaikutuspiirin numero, luonnonvarainen = Lu ja viljelty näyte = Vi. Arvot puunhaaroissa kertovat haaraan kuuluvan ryhmän arvion luotettavuudesta prosentteina tuhannesta toistosta.

Luonnonvaraisten siikojen ryhmään kuuluivat hyvin samanlaiset Mikkelsaarten ja Vexalan siiat, sekä Perhonjoen, Larsmon Kackurströmmen ja Maalahden siiat. Larsmon viljelykantanäytteet yhdistettiin ja pieni Öjasjön näyte jätettiin pois jatkosta.

Kolmannessa erässä olivat näytteet kahdesta runsaasti istutetusta viljelystä vaellussiasta Isojoelta sekä Kokemäenjoelta ja molemmista kannoista oli näytteet sekä vuodelta 2002 että 2006. Koska osa Larsmon alueen näytteistä ryhmittyi varsin lähelle Perhonjoen näytteitä, myös ne pidettiin mukana tässä vertailussa. Kokemäenjoen siian näytteet olivat molemmat Luken Laukaan kalanviljelylaitokselta, eikä niiden välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ne ryhmittyivät myös sukupuussa vierekkäin, joten ne yhdistettiin analyyseissä. Isojoen vaellussiian näytteistä vuoden 2002 näyte oli Laukaalta ja vuoden 2006 näyte Outojoen kalanviljelylaitokselta (Taulukko 1). Niiden välillä ei kuitenkaan ollut eroa, joten näiden yhdistetty näyte edusti Isojoen siikaa jatkossa.

Kun kaikki näytteet Perhonjoelta Mankinjoelle analysoitiin, voitiin havaita neljä pääryhmää (kuva 5):

1) Luonnonvaraiset kannat Perhonjoelta Maalahden alueelle, jossa varsinkin Vexalan ja Mikkelsaarten merikutuisten karisiikojen näytteet muistuttivat toisiaan.

2) Viljeltyt kannat Perhonjoelta Isojoelle, jossa Perhonjoen ja Isojoen, sekä Larsmon ja Maalahden alueen viljelykannat muistuttivat eniten toisiaan. Myös Lapuanjoen viljelty siika muistutti näitä siikojaa, samoin kuin Kyröjoen luonnosta pyydetyt siiat, joiden joukossa voi myös olla osin istutusperäisiä siikojaa.

3) Eteläisten siikojen ryhmä, Kokemäenjoelta Mankinjoelle, jossa Bromarvin alueen viljelty siika muistutti Halikonlahden luonnonvaraista siikaa, ja Kiskonjoen luonnosta pyydetty siika Kokemäenjoen viljeltyä siikaa. Tammissaaren alueen viljelty saaristosiiika poikkesi hieman enemmän näistä.

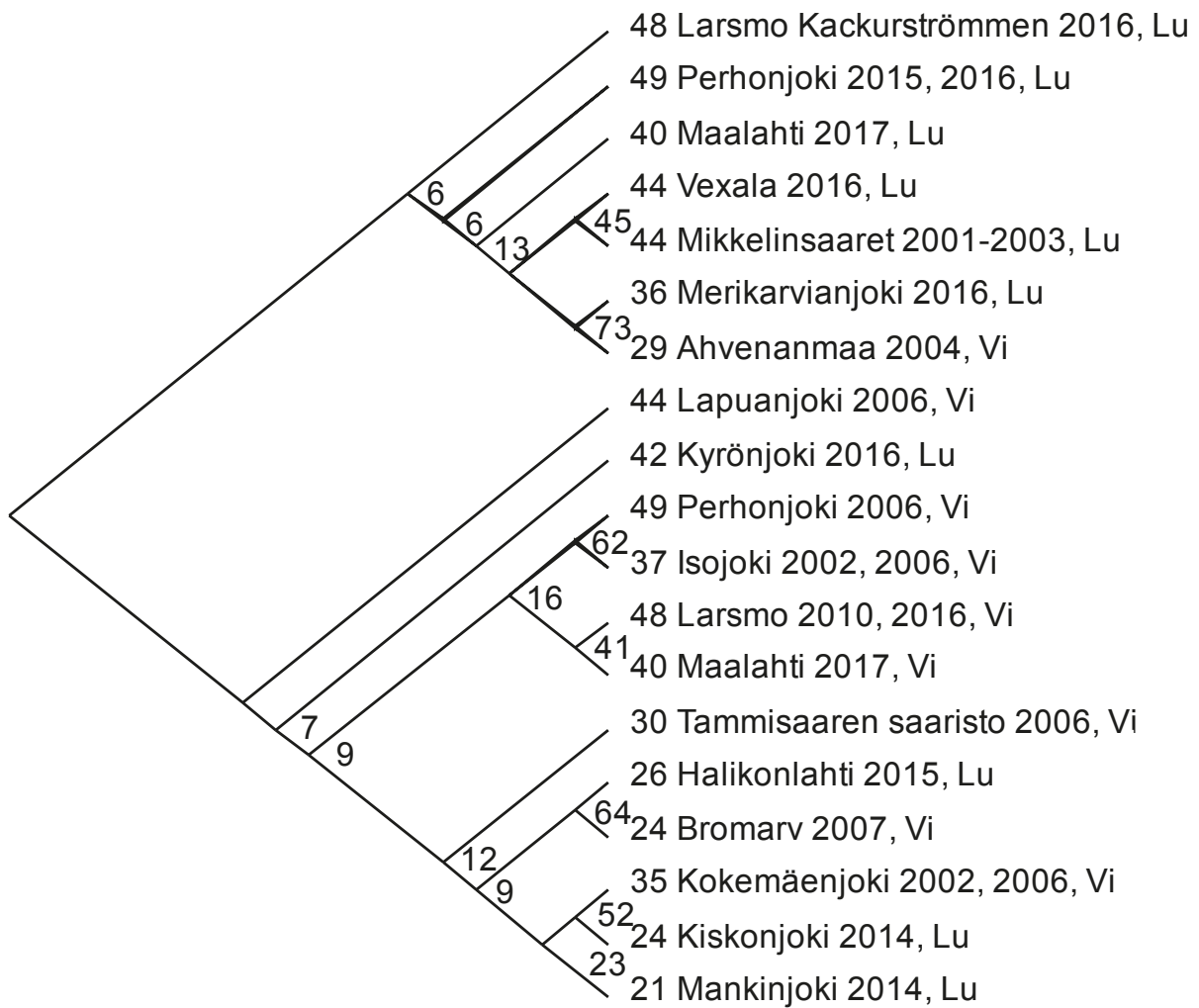
4) Ahvenanmaalla viljelty saaristosiiika muistutti eniten Merikarvian edustan siikaa, joka ryhmittyi luonnonvaraisten siikojen ryhmään, mutta hieman kauemmaksi niistä.

Tässä erässä analysoitujen siikanäytteiden väliset perinnölliset erot olivat erittäin paljon selvemmat kuin pohjoisemmilla siikakannoilla (Taulukko 6). Lähes kaikkien näytteiden väliset parittaiset erot olivat tilastollisesti merkitseviä ( $P < 0.01$ , \*\*). Perhonjoen siikakannan näytteistä ei kumpikaan, luonnonvarainen eikä viljelty, eronnut Maalahden luonnonvaraisesta siiasta, eikä Larsmon Kackurströmmen siiasta. Kackurströmmen siika ei muutenkaan eronnut useista alueen sioista (Lill ym. 2018). Maalahden siika oli aivan samanlainen myös Vexalan ja Mikkelsaarten siian kanssa, sekä Kyröjoen siian kanssa.

Vexalan ja Mikkelsaarten siikakannat sijaitsevat maantieteellisesti vain noin 25 km etäisyydellä toisistaan. Maalahden siian istutuspoikaset (Maalahti Vi) sen sijaan erosivat luonnonpoikasista (Maalahti Lu). Merikarvian edustan siika ei eronnut Mikkelsaarten ja Maalahden luonnonpoikasista. Tilastollisen eron löytymiseen vaikuttaa myös otoskoko siten, että pienillä näytteillä eron löytäminen epätodennäköisempää. Pienimpiä näytteitä olivat Perhonjoen viljelyn siian ( $N = 14$ ), Larsmon Kackurströmmen ( $N = 30$ ), Maalahden luonnonvaraisen siian ( $N = 30$ ) ja Merikarvianjoen siian näytteet ( $N = 36$ ).

Näytteiden merkitsevien erojen vuoksi ei tämän ryhmän näytteistä useampia näytteitä yhdistetty jatkossakaan.





**Kuva 5.** Siikanäytteiden väliset geneettiset erot kolmannen erän analyysissä, Perhonjoelta Mankinjoelle. Näytteen nimen edessä on sen valuma-alueen vaikutuspiirin numero, luonnonvarainen = Lu ja viljelty näyte = Vi. Arvot puunhaaroissa kertovat haaraan kuuluvan ryhmän arvion luotettavuudesta prosentteina tuhannesta toistosta.

**Taulukko 7.** Siikanäytteiden välisten perinnöllisten erojen merkitsevyys eteläisempien siikanäytteiden välillä (Perhonjoki – Ahvenanmaa). NS = ei tilastollisesti merkitsevää eroa, \* ero on merkitsevä P > 5 % riskitasolla, \*\* merkitsevä 1 % riskitasolla ja \*\*\* merkitsevä 0,1 % riskitasolla.

	Perhonjoki Vi	Larsmo Vi	LarsmoKackur Lu	Lapuanjoki Vi	Vexala Lu	Mikkelinsaaret Lu	Kyrönjoki	Maalahti Lu	Maalahti Vi	Isojoki Vi	Merikarvianjoki Lu	Kokemäenjoki Vi	Tammisaarens. Vi	Halikonlahti Lu	Kiskonjoki Lu	Bromarv Vi	Mankinjoki Lu	Ahvenanmaa Vi
Perhonj. Lu	**	**	NS	**	**	**	**	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Perhonj. Vi		**	NS	**	**	**	**	NS	**	*	**	**	*	**	**	**	**	**
Larsmo Vi			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Larskack. Lu				**	NS	NS	NS	NS	**	**	NS	**	**	**	*	**	**	**
Lapuanj. Vi					**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Vexala Lu						NS	**	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Mikkel. Lu							**	NS	**	**	NS	**	**	**	**	**	**	**
Kyrönjoki								NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Maalahti Lu									**	**	NS	**	**	**	**	**	**	**
Maalahti Vi										**	**	**	**	**	**	**	**	**
Isojoki Vi											**	**	**	**	**	**	**	**
Merik. Lu												**	**	**	**	**	**	**
Kokem. Vi													**	**	**	**	**	**
Tammis. Vi														**	**	**	**	**
Halikonl. Lu															NS	**	NS	**
Kiskonj. Lu.																**	**	**
Bromarv Vi																	**	**
Mankinj. Lu																		**

### 3.2. Siikakantojen geneettisen diversiteetin määrä

Kaikki tutkitut siikakannat olivat perinnöllisesti hyvin muuntelevia. Kaikkiaan erilaisia geenimuotoja esiintyi paljon ja populaatioiden sisäinen kokonaisdiversiteetti oli selvästi yli 0,5 ja keskimäärin 0,75 (0,71–0,78) ja kaiken kaikkiaan erilaisia geenimuotoja 16 geenilokuksessa löytyi tutkituissa siikakannoissa yhteensä 385 kappaletta (Taulukko 8). Erilaisten geenimuotojen määrä näytteissä vaihteli hyvin paljon välillä 129–278, mutta tämä vaihtelu johtuu osittain myös otoskoosta.

Otoskoon standardoitu alleelirikkaus laskettiin kahdella tavalla, koska pienimmät näytteet olivat niin pienet, että niiden perusteella laskettujen arvojen vaihtelu oli varsin vähäistä. Pienemmällä otoskoolalla (N= 13, Siikajoki) kokonaisalleelirikkaus vaihteli välillä 107,8–145,5 ja lokuskohtainen arvo välillä 6,7–9,1. Suuremmalla otoskoolalla (N = 25) kaikkien lokusten yhteenlaskettu alleelirikkaus vaihteli välillä 129,8 ja 189,1 ja lokuskohtainen arvo välillä 8,1–11,8.

Kaikkein korkeimmat (All. Rikk./25 > 180) alleelirikkaudet ja siten siis näin mitattuna korkeimmat diversiteetit olivat Perämeren vaellussiioilla Tornionjoen ja Kemijoen näytteissä, Kalajoen ja Lestijoen vaellussiikanäytteessä, sekä Vexalan, Mikkelinsaarten ja Maalahden suistosiiikanäytteissä (Taulukko 8). Näillä kannoilla on kaikilla edelleen luonnonvaraista lisääntymistä.

Alleelirikkaudet olivat alhaisimmat Larsmon, Maalahden ja Bromarvin alueen viljelysiikojen näytteissä. Lisäksi Isojoen viljelykannan ja sitä eteläisempien kantojen alleelirikkaudet olivat alhaisempia, kuin Perämeren siikakantojen alleelirikkaudet. Myös viljelykantojen rikkaudet olivat alhaisempia kuin luonnonvaraisten siikojen.

Populaatioiden satunnaispariutumista mittaavissa Fis-arvoissa (Taulukko 8) oli varsin vähän poikkeamia ja useimmat selitti näytteiden tai vuosiluokkien yhdistäminen, tai viljelytausta, joka aiheuttaa helposti poikkeamia luonnonpopulaatioiden satunnaispariutumiseen.

**Taulukko 8.** Siikanäytteiden geneettisen diversiteetin määrä, keskimääräinen otoskoko tutkittua geenilokusta kohti, keskimääräinen diversiteetti (DIV), alleelien määrä näytteessä (N All), keskimääräinen alleelirikkauden määrä laskettuna 13 yksilölle ja 25 yksilölle yhteensä ja lokusta kohti, sekä näytteen satunnaispariutumisesta kertova Fis-arvo ja niiden poikkeaman merkitsevyydet. Korkeimmat alleelirikkaudet on merkitty vihreällä, alhaisimmat punaisella ja hyvin pienet otoskoot harmaalla.

	Siikanäyte	Mean N/L	DIVA	N All	All Rikk. 13 L	All Rikk. 25 L	All.Rikk. 13/L	All.Rikk. 25/L	Fis	P Fis<Exp,	P Fis>Exp,
1	Tor1314Ks Lu	88,9	0,76	253	140,8	182,4	8,8	11,4	0,030	0,0043**	0,996
2	Tor 16-17ks Lu	115,3	0,75	271	139,2	181,6	8,7	11,4	0,019	0,0271*	0,973
3	Kemi0008-kesä Lu	129,9	0,76	278	139,6	181,4	8,7	11,3	0,025	0,0046**	0,995
4	Kemi1213syys Lu	47,9	0,76	222	140,2	181,7	8,8	11,4	-0,006	0,626	0,377
5	Kemi13LuVI-syys Lu	52,0	0,76	227	138,8	180,6	8,7	11,3	0,013	0,218	0,811
6	Simojoki Lu	65,4	0,75	241	133,8	175,4	8,4	11,0	0,013	0,160	0,841
7	Kuivajoki Lu	80,0	0,75	239	134,7	174,6	8,4	10,9	0,020	0,060	0,949
8	Iijoki Lu	83,7	0,75	244	134,0	172,5	8,4	10,8	-0,005	0,656	0,344
9	Kiiminkjoki Lu 09	39,9	0,76	199	136,1	174,2	8,5	10,9	0,052	0,0016**	0,998
10	Oulujoki 17 Vi	49,5	0,75	222	137,7	179,7	8,6	11,2	0,009	0,263	0,737
11	Oulujoki 1314 Lu	35,0	0,76	197	135,8	175,9	8,5	11,0	0,014	0,246	0,792
12	<i>Siikajoki8 Lu</i>	<i>13,0</i>	<i>0,74</i>	<i>129</i>	<i>129,0</i>	<i>-</i>	<i>8,1</i>	<i>-</i>	<i>0,041</i>	<i>0,127</i>	<i>0,911</i>
13	Pyhäjoki Lu	45,5	0,75	210	138,8	178,5	8,7	11,2	0,001	0,462	0,540
14	Kalajoki 12 Lu	34,7	0,78	205	143,3	184,9	9,0	11,6	-0,004	0,576	0,427
15	Kalajoki Lu	57,0	0,76	220	137,6	175,6	8,6	11,0	-0,002	0,567	0,474
16	Lestijoki Lu	37,3	0,76	207	137,5	180,3	8,6	11,3	-0,013	0,766	0,236
17	Perhonjoki Lu	90,6	0,77	244	139,9	178,6	8,7	11,2	0,017	0,062	0,939
18	<i>Perhonjoki Vi</i>	<i>14,0</i>	<i>0,74</i>	<i>137</i>	<i>132,5</i>	<i>-</i>	<i>8,3</i>	<i>-</i>	<i>0,076</i>	<i>0,0116*</i>	<i>0,993</i>
19	Larsmo Vi	61,9	0,73	160	107,8	129,8	6,7	8,1	-0,039	0,993	0,0075**
20	LarsmoKackur Lu	25,0	0,76	174	134,6	174,0	8,4	10,9	0,011	0,326	0,726
21	Lapuanjoki Vi	51,0	0,72	182	123,4	152,7	7,7	9,5	0,028	0,0422*	0,967
22	Vexala Lu	50,0	0,77	230	143,3	186,8	9,0	11,7	0,006	0,355	0,685
23	Mikkeliinsaaret Lu	42,0	0,78	221	145,5	189,1	9,1	11,8	0,011	0,270	0,768
24	Kyrönjoki	46,9	0,77	200	134,8	169,4	8,4	10,6	0,038	0,0104**	0,990
25	Maalahti Lu	29,9	0,78	195	144,7	184,7	9,0	11,5	0,011	0,281	0,728
26	Maalahti Vi	50,0	0,73	161	112,3	137,2	7,0	8,6	0,005	0,405	0,635
27	Isojoki Vi	74,0	0,76	206	128,2	160,8	8,0	10,0	0,017	0,110	0,905
28	Merikarvianjoki Lu	36,0	0,77	196	137,6	176,0	8,6	11,0	0,065	0,0002***	1,000
29	Kokemäenjoki Vi	110,9	0,75	221	125,3	158,1	7,8	9,9	0,015	0,088	0,913
30	Tammisaarens. Vi	53,9	0,77	190	126,8	157,3	7,9	9,8	-0,004	0,594	0,409
31	Halikonlahti Lu	43,0	0,74	182	125,4	158,0	7,8	9,9	0,013	0,253	0,781
32	Kiskonjoki Lu	25,0	0,74	147	121,3	147,0	7,6	9,2	-0,014	0,762	0,289
33	Bromarv Vi	50,0	0,71	156	113,9	136,9	7,1	8,6	-0,004	0,605	0,436
34	Mankinjoki Lu	195,9	0,75	251	129,6	164,9	8,1	10,3	0,022	0,0031**	0,997
35	Ahvenanmaa Vi	50,0	0,76	167	119,5	144,3	7,5	9,0	0,012	0,241	0,790
	Keskiarvo	59,3	0,75	205,3	132,7	160,4	8,3	10,6			
	Kaikkiaan	2075,1		385	140,8	183,4	8,8	11,5			
	Min	13	0,71	129	107,8	129,8	6,7	8,1	-0,04		
	Max	195,9	0,78	278	145,5	189,1	9,1	11,8	0,1		

### 3.2.1. Populaatioiden tehollinen koko ja sukulaisuus

Populaatioiden sisäisestä diversiteetistä kertoo myös niiden geneettisesti tehollinen koko sekä sen suhde otoskokoon. Populaation geneettistä laajuutta kuvaa lisäksi alueella elävien perheiden arvioitu määrä, sekä populaation yksilöiden välinen keskimääräinen sukulaisuus (Taulukko 9).

Tehollisen koon arvio riippuu kuitenkin myös näytemäärästä. Jos näytteenotto on ollut kattavaa ja jos voidaan olettaa, että näytemäärät heijastavat myös luonnossa elävien populaatioiden kokoja, näytteiden teholliset koot kertovat myös näiden luonnossa elävien populaatioiden tehollisesta koosta. Yksittäisen säilytettävän populaation tehollisen koon suositellaan olevan ainakin 50 yksilöä, sillä pienissä populaatioissa perinnöllinen monimuotoisuus vähenee jo pelkän sattuman vaikutuksesta, ja populaation sisäinen sukulaisuus kasvaa.

$N_e/N$  on populaation tehollisen ja todellisen koon suhde. Jos populaation yksilöiden välinen sukulaisuus on suurta, eli se muodostuu suurista yksittäisistä perheistä, tämä suhdeluku on pieni. Luonnonvaraisissa populaatioissa tämän suhteen on arvioitu olevan noin 0,5 eli tehollinen koko on vain puolet populaation todellisesta koosta. Jos suhdeluku on selvästi alle arvon 0,5 sen katsotaan ilmentävän lisääntynyttä sukulaisuutta. Jos suhde toisaalta on paljon yli 0,5 tai jopa yli 1,0, sen katsotaan kertovan poikkeuksellisen tehostuneesta risteytymisestä, joko laitoksessa tai luonnossa. Korkea luku voi näin ollen olla myös seurausta populaatioiden sekoittumisesta. Tämä estimaatti saa enimmillään arvon 2 ja laitospopulaatiolla se voikin olla näin korkea.

Siikanäytteiden teholliset koot vaihtelivat välillä 24–231. Yli 200 yksilön teholliset koot olivat vain Tornionjoen ja Kemijoen kesäsiikakannoilla, joiden näytteissä oli yhdistetty kaksi vuosiluokkaa (Taulukko 9). Yli sadan yksilön teholliset koot olivat yleisempiä Perämeren kannoilla, kuin eteläisemmillä siikakannoilla. Tehollisen ja todellisen koon suhde on keskimäärin varsin korkea, ja useissa populaatioissa se ylitti yhdelle populaatiolle mahdollisen maksimiarvon 2. Tämä viittaa siihen, että näytteissä oli jälkeläisiä useammasta saman alueen populaatiosta tai ainakin selvästi eri vuosiluokista. Viljelypopulaatioissa  $N_e/N$  on usein korkea keinollisen hedelmöityksen ansiosta, koska se mahdollistaa tehokkaamman pariutumisen kuin luonnossa. Perhonjoen, Larsmon Kackurströmmen alueen ja Merikarvian alueen näytteissä on hyvin todennäköisesti eri alueiden siikaa samassa näytteessä. Selvästi alle yhden  $N_e/N$  jäi muutamissa viljelypopulaatioissa: Larsmo, Lapuanjoki, Isojoki ja Tammisaaren saariston siika. Näissä on viljelyn vaikutuksesta kohonnutta sukulaisuutta havaittavissa.

Näytteiden perusteella arvioidut perhemäärät seurasivat varsin hyvin näytemääriä useimmissa tapauksissa, joissa siis kaikki yksilöt olivat eri perheistä (Taulukko 9). Sukulaisuuden aste oli noussut selvästi yli suositusarvon 3 %, useissa eteläisemmissä viljelynäytteissä ja luonnonvaraisissa Halikonlahden, Kiskonjoen ja Mankinjoen näytteissä, ja se oli korkein 5,10 % Larsmon viljelykannassa. Tämä saattaa selittää poikkeavat tulokset ainakin Larsmon näytteen osalta myös jatkossa.

**Taulukko 9.** Populaatioiden geneettisesti tehollinen koko, perheiden lukumäärä ja sisarusten määrä ja sukulaisuusaste. Taulukossa N = otoskoko, Ne = tehollinen populaatiokoko ja 95 % CI sen luottamusväli sekä Ne/N = tehollisen ja todellisen otoskoon suhde. Lisäksi esitetään perheiden lukumäärä (kpl), sisarusten määrä näytteessä ja populaation yksilöiden parittaisten sukulaisuuksien keskiarvo eli populaation keskimääräinen sukulaisuus (%) sekä sukulaisuusmittareiden suositetut viitearvot. Pienet Ne/N arvot ja yli suositusarvon olevat sukulaisuudet on merkitty taustavärillä.

	Viitearvot		>50		$\geq 0,5$	>50		< 3%
	Siikanäyte	N	Ne	95% CI	Ne/N	Perheitä	Sisaruksia	Sukul. %
1	Tor1314Ks Lu	89	184	136-250	2,1	89	0	2,2
2	Tor 16-17ks Lu	116	210	162-274	1,8	116	0	2,4
3	Kemi0008-kesä Lu	130	231	182-298	1,8	124	6	2,4
4	Kemi1213syys Lu	48	105	70-168	2,2	48	0	2,0
5	Kemi13LuVI-syys Lu	52	136	94-215	2,6	52	0	1,9
6	Simojoki Lu	67	121	88-170	1,8	66	1	2,5
7	Kuivajoki Lu	80	133	99-181	1,7	78	2	2,4
8	Iijoki Lu	84	109	80-152	1,3	77	7	2,5
9	Kiiminkjoki Lu 09	40	84	56-139	2,1	38	2	2,3
10	Oulujoki 17 Vi	51	96	65-142	1,9	51	0	2,8
11	Oulujoki 1314 Lu	35	74	47-121	2,1	35	0	1,8
12	Siikajoki8 Lu	13	26	13-67	2,0	13	0	0,6
13	Pyhäjoki Lu	46	83	55-128	1,8	46	0	2,0
14	Kalajoki 12 Lu	35	85	55-143	2,4	34	1	1,9
15	Kalajoki Lu	57	120	85-177	2,1	57	0	2,2
16	Lestijoki Lu	38	78	50-129	2,1	37	1	1,9
17	Perhonjoki Lu	92	133	99-179	1,4	86	6	2,7
18	Perhonjoki Vi	14	46	22-210	3,3	11	3	1,7
19	Larsmo Vi	62	31	19-52	0,5	48	14	5,1
20	LarsmoKackur Lu	25	80	47-159	3,2	25	0	1,6
21	Lapuanjoki Vi	51	24	14-44	0,5	34	17	4,4
22	Vexala Lu	50	114	78-175	2,3	50	0	2,0
23	Mikkelinsaaret Lu	42	96	66-153	2,3	42	0	1,6
24	Kyrönjoki	47	120	78-184	2,6	47	0	2,3
25	Maalahti Lu	30	79	49-143	2,6	30	0	1,8
26	Maalahti Vi	50	49	32-76	1,0	45	5	3,5
27	Isojoki Vi	74	36	23-59	0,5	38	36	3,8
28	Merikarvianjoki Lu	36	101	64-183	2,8	36	0	2,0
29	Kokemäenjoki Vi	117	139	106-183	1,2	110	7	3,5
32	Tammisaarens. Vi	54	28	17-74	0,5	34	20	4,4
30	Halikonlahti Lu	43	63	42-95	1,5	43	0	2,6
31	Kiskonjoki Lu	25	55	31-115	2,2	19	6	3,8
33	Bromarvins. Vi	50	47	30-74	0,9	47	3	3,5
34	Mankinjoki, yht.	196	193	154-243	1,0	171	25	3,0
35	Mankinjoki, emot	164	154	120-202	0,9	138	26	3,1
36	Mankinjoki, poikaset	32	57	35-98	1,8	32	0	2,0
37	Ahvenanmaa Vi	50	82	56-125	1,6	48	2	2,8
	Keskiarvo	62	97		1,8	57	5	2,6
	Min	13	24		0,5	11	0	0,6
	Max	196	231		3,3	171	36	5,1

### 3.3. Siikakantojen välisen diversiteetin määrä

#### 3.3.1. Perinnöllisten erojen suuruudet ja merkitsevyydet

Siikakantojen välisen diversiteetin määrää mitattiin näytteiden välisten parittaisten Fst-arvojen avulla. Ne vaihtelivat välillä 0,00–0,048. Kolmen pohjoisimman joen Tornionjoen, Kemijoen ja Simojoen välillä kaikki arvot olivat alle 0,01 (Taulukko 10). Näiden jokien välillä ei missään näytteissä myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (Taulukko 11). Kaikkein eniten kaikista siikakannoista erosi Larsmon (Luodon) alueen viljelty siika (Taulukko 10). Siikakantojen perinnölliseen erilaistumiseen vaikuttivat sekä maantieteellinen etäisyys että lisääntymistapa. Näytteitä ei voinut aivan yksiselitteisesti jakaa luonnonvaraisesti lisääntyviin ja viljeltyihin, sillä myös osa luonnosta pyydetyistä sioista tiedettiin selvästi istutustaustaisiksi ja esimerkiksi velvoiteistutuksista tuotetuiksi.

Perämerellä siikakantojen välistä eroa oli havaittavissa vasta Kuivajoen ja Iijoen näytteiden ja Tornionjoen ja Kemijoen kesäsiikojen välillä. Näidenkään jokien näytteet eivät eronneet Kemijoen syysaikanäytteestä, eivätkä ne eronneet toisistaan. Tornionjoelta ei valitettavasti ollut syysaikanäytettä.

Muiden kuin kesäsiikojen välillä ei ollut selvää tilastollista eroa Perämeren alueella, ennen Kalajoen karisiikaa ja Perhonjoen vaellussiikaa (Taulukko 11.), jotka erosivat jo erittäin selvästi. Lestijoen vaellussiika erosi hieman Kuivajoen siiasta. Siikajoen pieni näyte ei eronnut juuri mistään muusta näytteestä todennäköisesti siksi, että otoskoko ei riittänyt luotettavaan erotteluun tämän kannan osalta. Perhonjoen luonnonvaraisen siian näyte oli myös pieni, mutta joitain eroja pystyttiin kuitenkin havaitsemaan sen ja muiden siikakantojen välillä.

Larsmon (Luodon) ja Lapuanjoen viljellyt siikat erosivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi kaikista Perämeren sioista, mutta myös luonnonvarainen Vexalan alueen siika erosi hyvin useista pohjoisemmista kannoista (Taulukko 11). On todennäköistä, että viljely on näissä tapauksissa lisännyt siikakantojen välisiä eroja, koska viljelyssä geenimuotojen osuudet ovat muuttuneet. Maalahden eteläpuolella kaikki siikakannat erosivat toisistaan, lukuun ottamatta Halikonlahden siikanäytettä, joka muistutti Kiskonjoen ja Mankinjoen siikaa. Isojoen ja Kokemäenjoen viljelykantojen näytteet erosivat merkitsevästi kaikista luonnonvaraisista sioista, samoin kuin Tammisaaren saariston viljelysiian näyte. Lievää perinnöllistä erilaistumista oli siten havaittavissa eri jokien siikakantojen lisäksi myös syys- ja kesäsiikojen välillä ja erityisesti vaeltavan ja merikutuisen siian välillä.

Siikakantojen perinnölliseen erilaistumiseen vaikuttivat sekä kantojen maantieteellinen etäisyys että ekotyypit, mutta myös mahdollinen viljelytausta. Kesäsiikat poikkesivat jonkin verran muista vaellussiioista. Merikutuiset siikat, muistuttivat keskimääräistä enemmän toisiaan, mutta erosivat selvästi vaellussiioista. Näytteitä ei voinut aivan yksiselitteisesti jakaa luonnonvaraisesti lisääntyviin ja viljeltyihin, sillä myös osalla luonnosta pyydetyistä sioista oli selvästi istutustaustaa. Osa istutussiioista oli huomattavan samanlaisia oman alueensa luonnonvaraisten siikojen kanssa, osa taas poikkesi niistä poikkeuksellisen paljon. Aivan omaa luokkaansa erikoisuudessa oli Larsmon (Luodon) viljelysiika, ja siinä havaittiin myös voimakas sukulaistuminen, mikä selittää osin sen erikoisuuden, sen tehollinen koko oli selvästi alle 50 ( $N_e = 31$ ), mutta ei kuitenkaan alle tämän arvon, mahdollisesti, koska analyysissä oli yhdistetty kaksi varsin etäistä vuosiluokkaa (2010 ja 2015), mikäli vuosiluokat olivat samankokoiset,  $N_e$  vuosiluokkaa kohti oli vain 15.







### 3.3.2. Sukupuuanalyysit

Sukupuuanalyyseistä saa hieman eri tuloksen eri menetelmillä, mutta pääpiirteittäin tulokset ovat hyvin loogisia ja vastasivat aiempia tietoja siikakantojemme historiasta. Siikakantojen väliset erot eivät yleensä ole kovin suuria ja tulosten perusteella perinnöllinen erilaistuminen on selvästi heikompa kuin esimerkiksi taimenkantojen välillä. Selviä tilastollisesti merkitseviä eroja kuitenkin löytyi sekä maantieteellisesti etäisempien siikakantojen, että erilaisten ekotyypin välillä. Sukupuuhaarojen todennäköisyydet jäivät usein alhaisiksi mahdollisesti kahdesta vastakkaisesta syystä, joko kannat olivat niin samanlaiset, että haaroille olisi ollut useita lähes samanlaisia vaihtoehtoja, tai kannat olivat niin erilaisia, että mikään vaihtoehto ei ollut kovin todennäköinen tai pysyvä. Kantarakenteessa ei siten voitu havaita kovin selviä yhtenäisiä ryhmiä ja osa kannoista ryhmittyi selvästi vain jatkumolle pienempien keskenään samanlaisten kantojen ryhmien väliin. Sukupuun kokonaisrakenne kuvastaa varsin todennäköisesti edelleen taustalla olevaa perinnöllistä rakennetta, jatkumoa pohjoisesta etelään ja siitä osin poikkeavaa merikutuisten siikojen ryhmittymää. Siikakantojen geneettinen rakenne on seurausta todennäköisesti osin edelleen alkuperäisten ja osin viljelyn ja istutusten muuttamien siikakantojen tilannetta.

Kuvassa 6 aivan identtisiä olivat Tornionjoen ja Kemijoen kesäsiikanäytteet, joiden bootstrap -arvot olivat yli 95 %. Samaan ryhmään asettuivat myös jokisuusta pyydetty Kemijoen syyssiika ja Simojoen vaellussiika. Viljelylaitoksen Kemijoen syyssiika poikkesi hieman näistä ja ryhmittyi Pyhäjoen siian kanssa samaan ryhmään. Keskenään samanlaisia olivat Kuivajoen ja Oulujoen ja toisaalta myös Kii-minkijoen ja Siikajoen siiat. Kemijoen ja Tornionjoen kesäsiian samankaltaisuus on ymmärrettävä tulos, koska käytännössä istutuksissa käytettävä Kemijoen kesäsiika on alkuperältään juuri Tornionjoen siikaa.

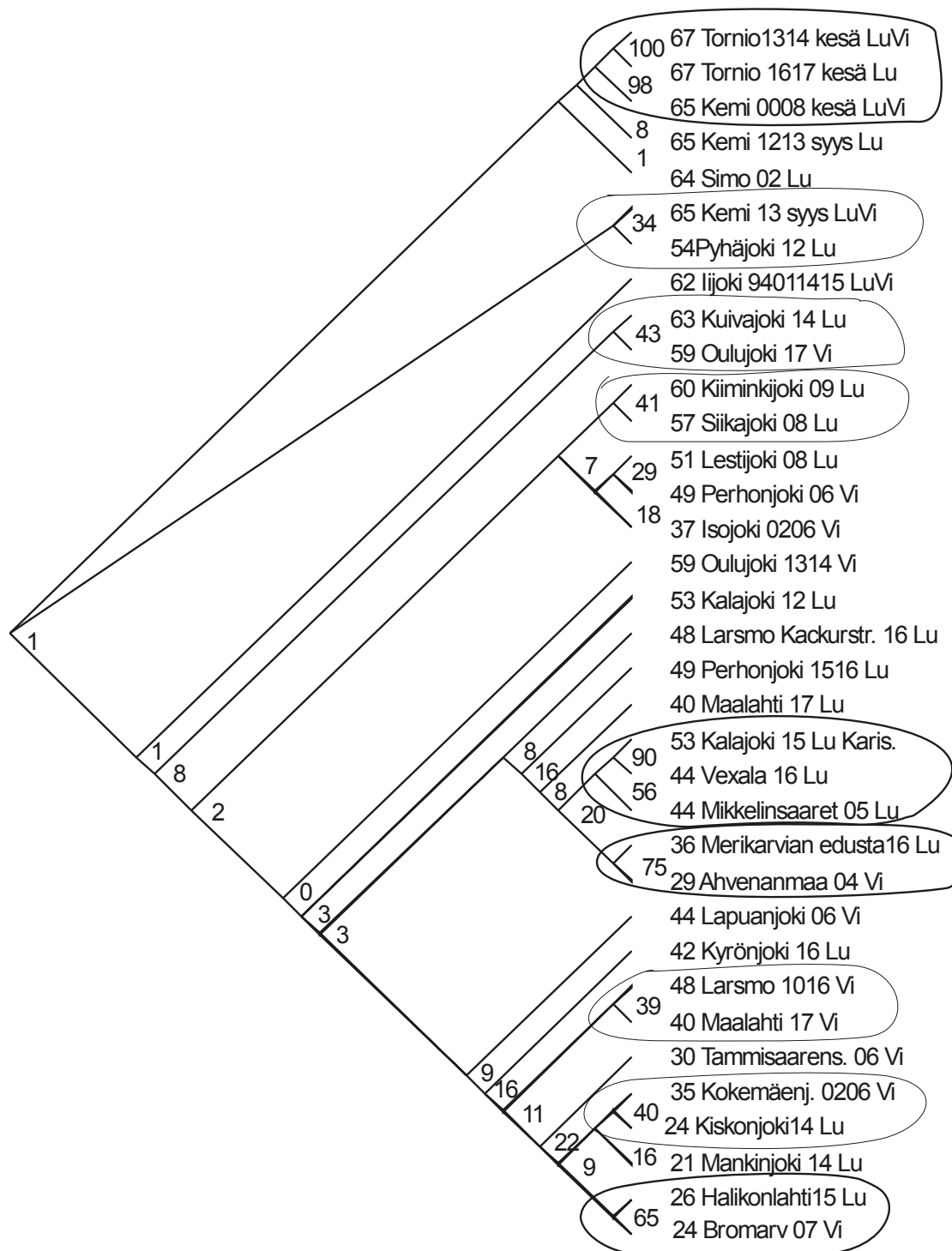
Kemijoen ja Simojoen syyssiikojen ryhmittymisen osittain edellisten kanssa saattaa jossain määrin olla seurausta toisaalta siitä, että Tornionjoen kesäsiikakin on nykyisin liki puoliksi syyssiikaa, koska näytteet on kerätty elo-syyskuussa, sillä varhaisemmin nousevaa kannan osaa ei enää ole joessa havaittu merkittävässä määrin. Toisaalta kesäsiian erottuminen edelleen on samasta syystä positiivista, sillä se ei ilmeisesti ole kokonaan kadonnut huolimatta myöhemmästä nousuajankohdasta. On oletettavaa, että ero olisi suurempi, jos näytteet olisi saatu otettua jo heinäkuun alussa nousevista yksilöistä, sillä siihen aikaan päänousu aikoinaan alkoi (Jokikokko ym. 2018).

Muita selviä kantaryhmittymiä olivat Vexalan, Mikkelinsaarten ja Kalajoen merikutuiset siiat. Tämä oli selvä luonnonvaraisten merikutuisten siikojen ryhmä. Ahvenanmaan viljelty saaristosiiika muistutti selvästi Merikarvian edustan saaristosiiikaa. Merikarvian edustan merikutuisen siian kannat ovat saataneet sekoitusta aiemmin, 1980-luvulla alueella toteutetun kasvatus- ja istutustoiminnan myötä. Tarkempaa tietoa, mitä eri kantoja alueelle on aikanaan istutettu, ei ole.

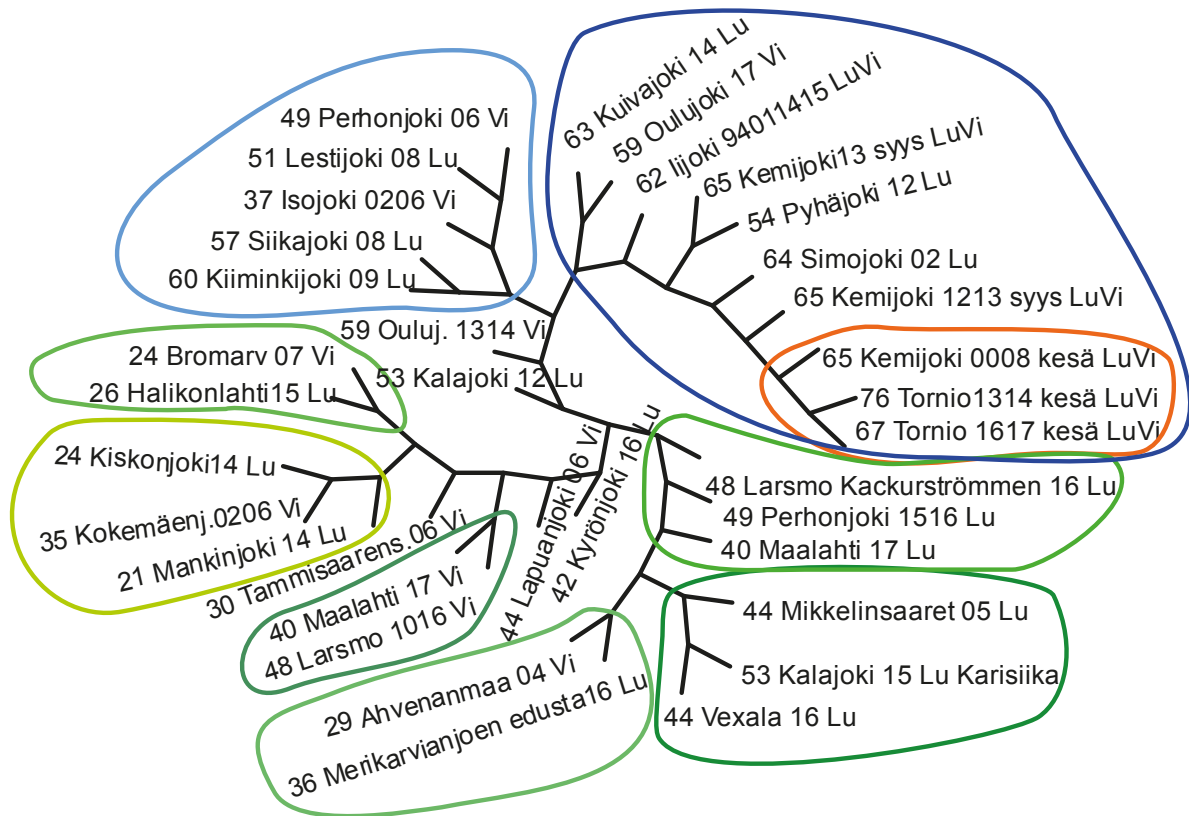
Larsmon ja Maalahden viljellyt siiat olivat samantyyppisiä. Halikonlahden siika ryhmittyi Bromarvin viljellyn saaristosiiian kanssa samaan ryhmään, myös Tammisaaren saariston siika oli samassa ryhmässä. Sekä Kiskonjoen, että Mankinjoen luonnosta pyydetty siikanäytteet muistuttivat jonkin verran Kokemäenjoen viljeltyä siikaa.

Sekä siian ekotyyppi, että maantieteellinen etäisyys vaikuttavat perinnölliseen erilaistumiseen, sillä molemmat aiheuttavat kutupaikkojen eriytymistä. Kalajoella on lyhyt maantieteellinen etäisyys siikamuotojen välillä ja silti lähialueen merikutuinen karisiika ja vaellussiika ovat hyvin erilaisia. Perämeren vaellussiikat ovat tulosten perusteella geneettisesti erittäin samankaltaisia. Siten nykyisellään ei voida tietää, paljonko Perämeren eri jokien vaellussiikakannat ovat aikoinaan, ennen jokien rakentamista ja laajamittaisia istutuksia, eronneet toisistaan. Toisaalta etelämpänä heikommat siikakannat ovat vähemmän yhteydessä keskenään ja eriytyvät osin myös pienten viljelypopulaatioiden vuoksi.

Vastaavasti istutuksissa yleisesti käytetyn Kokemäenjoen siikakannan vaikutus näkyy laajasti eteläisellä Pohjanlahdella ja ylipäättään niillä alueilla, missä sitä on käytetty istutuskantana.



**Kuva 6.** Siikakantanäytteiden väliset perinnölliset etäisyydet koko aineostosta juurellisen sukupuun avulla kuvattuna. Haarojen väliset numerot kuvaavat niiden todennäköisyyttä prosentteina 1000 bootsrap-toiston aineistossa. Sukupuunhaarat, jotka liittyvät toisiinsa yli 30 % todennäköisyydellä on ympyröity. Luvut vesistöalueiden edessä ovat niiden valuma-alue numerot.



**Kuva 7.** Siikakantanäytteiden välinen perinnöllinen rakenne juurettoman sukupuun avulla kuvattuna. Samankaltaisten siikakantojen ryhmittymiä on merkitty ympyröinnillä ja väreillä. Samankaltaiset siikakannat Perhonjoesta pohjoiseen on rajattu ohuella sinisellä viivalla. Tämän ryhmän sisällä oli edelleen useita pieniä alaryhmiä.

### 3.4. Tulosten merkitys siikakantojen hoidolle

Merialueen siikojen istutushistoria on pitkä ja vivahteikas. Istutustoiminta aloitettiin suuremmissa mitassa 1950 – luvun lopulla voimalaitosten rakentamisen ja jokien vaellussiikakantojen taantumisen vuoksi. Istutuksia ei ole kirjattu systemaattisesti, ja eri jokien siikakantoja on ilmeisesti viljelytoiminnassa ja istutuksissa sekoitettu keskenään. Geneettisen analyysin tulosten perusteella voidaan otaksua, että istutushistoria ja luontaisen lisääntymisen heikkeneminen näkyy myös tuloksissa.

Alkuperäinen siikakantojen monimuotoisuus sekä jokien välillä että jokikohtaisten kuturyhmien eroissa on pitkälti menetetty jokien rakentamisen ja voimakkaan istutustoiminnan myötä. Toisaalta on huomattava, että alkuperäisestä rannikkoalueen siikakantojen geneettisestä rakenteesta ei ole olemassa tietoa, eikä siitä enää voida tehdä vastaavaa analyysia, joten voidaan vain olettaa kantojen poikenneen toisistaan tämänhetkistä enemmän. Siikakantojen hoidon tavoitteena tulisi kuitenkin olla, että nyt olemassa olevat, ainutlaatuiset ja perinnöllisesti erilaistuneet siikakannat ja niiden jäljellä oleva perinnöllinen monimuotoisuus säilytettäisiin mahdollisimman hyvin. Nykyiset perinnöllisesti erilaistuneet luonnonkannat ja viljelykannat ovat molemmat arvokkaita ja säilyttämisen arvoisia.

Siikakantojen hoidon ja viljelyn kokonaiskuva voi olla vaikeasti hallittavissa, koska monet kannat ovat yksityisten viljelijöiden säilytyksessä ja istutustilanteessa vaikeasti tunnistettavissa. Nykyinenkin siikakantojen tilanne ei todennäköisesti ole kovin pysyvä, koska siikoja istutetaan edelleen runsaasti ja siioista osa päätyy muualle kuin istutusjokeensa tai merellä lähialueen jokeen kudulle. Lisäksi luontaisissakin siikakannoissa tapahtuu muutoksia, esimerkiksi Tornionjoen kesänousuinen siika on vähentynyt lipposaaliissa ja nousun ajankohta on nykyisin painottunut syksyyn (Jokikokko ym. 2014). Nousuaikaan vaikuttavia tekijöitä voivat olla muun muassa kalastuksen ajoittuminen ja sen teho sekä

lisääntymisalueiden toimivuus alkuperäisillä nousu- ja kutualueilla. Siten ihmisen toimet, vesistöjen rakentaminen, valikoiva kalastus ja ympäristön muutokset kuten lämpötilan nousu vaikuttavat valikoimalla myös luontaisten siikakantojen ominaisuuksiin (Manhard ym. 2017).

Tutkimusaineistossa selviä geneettisiä eroja havaittiin lähinnä luonnonvaraisten merikutuisen siikojen, karisiikojen kannoissa (Mikkelinsaaret, Kalajoki ja Vexala) verrattuna enemmän geneettisesti yhdenmukaisiin vaellussiikoihin. Merikutuisissa sioissa vaihtelua oli enemmän myös kantojen välillä, vaikka merialueelle on istutettu runsaasti esimerkiksi Kokemäenjoen siikakantaa sekä kesänvanhoina että vastakuoriutuneina poikasina, mikä osaltaan saattaa johtaa myös sekoittumiseen merikutuisiin siikakantoihin, mikäli ne lisääntyvät keskenään.

Geneettisiltä ominaisuuksiltaan Kemi- ja Tornionjoen siiat muistuttavat suuresti toisiaan. Tornionjoki tuottaa runsaasti luonnossa syntyneitä siianpoikasina, mutta silti siikasaaliit ovat heikentyneet ja vanhojen siikojen keskikoko laskenut huomattavasti viimeisten vuosikymmenien aikana (Kallio-Nyberg ym. 2019). Kemijoen siian lisääntyminen perustuu pitkälti istutuskiertoon, vaikka luontaista lisääntymistä on edelleen havaittavissa jonkin verran.

### 3.5. Siikakantojen hoitoyksiköt

Tulosten perusteella korkeimmat alleelirikaudet ja suurin geneettinen diversiteetti havaittiin siikakannoissa, joissa voidaan arvioida olevan edelleen huomattavasti luonnonlisääntymistä. Istutussiikojen geneettinen monimuotoisuus on keskimäärin alhaisempi kuin luonnossa lisääntyvien kantojen monimuotoisuus. Tämä on todennäköisimmin seurausta viljelyssä käytetyistä pienemmistä emomääristä. Geneettinen monimuotoisuus on heikentynyt erityisesti siikakannoilla, joiden viljely perustuu emokalaparven käyttöön. Geneettinen monimuotoisuus oli suurempi siikakannoilla, joissa istutus toiminta perustuu kudulle nousevien siikojen pyyntiin lypsyä varten ja siten usein myös suurempaan parimäärään kuin emokalastoissa on käytössä. Tällaisia kutupyynnillä ylläpidettyjä siikakantoja ovat mm. Kemijoen, Oulujoen ja Kokemäenjoen vaellussiikakannat.

Heikon luontaisen lisääntymisen vuoksi on mahdollista, että istutuskannat sekoittuvat vähitellen luonnossa edelleen lisääntyviin siikakantoihin, jolloin alkuperäisten siikakantojen perimä edelleen muuttuu. Toisaalta esimerkiksi värimerkintäselvitysten mukaan (Leskelä ym. 2009; Leskelä 2012) siiat eivät ole erityisen kutupaikkauskollisia, joten todennäköisesti joka tapauksessa jo luontaisesti osa kaloista päätyy muualle kuin syntymä- tai istutusalueelle kutemaan, ja geenivirta eri jokien siikakantojen välillä on ollutkin suurempaa kuin esim. taimen- tai lohikantojen välillä. Tällöin erityisesti pienissä tai heikosti tuottavissa joissa satunnaisvierailijoiden ja ns. eksykkien vaikutus siikakannan geneettisen rakenteeseen voi olla selvä ja kantojen välisiä eroja tasaava.

Koko rannikkoalueen paikallisten luonnonvaraisesti lisääntyvien siikakantojen perinnöllisten ominaisuuksien säilyttämiseksi, olisi emokalastoon perustuvien istutuskantojen alkuperä ja säilyneen geneettisen diversiteetin määrä hyvä tarkastaa ajoittain sekoittumisen välttämiseksi ja monimuotoisuuden säilymisen turvaamiseksi. Pääsääntöisesti tulisi kaikki merikutuiset siiat, sekä varsinaiset karisiiat, samoin kuin suistosiiat pitää istutuksissa omina alueellisina siikakantoinaan ja alueelle istutettava siikakanta tulisi valita istutusvesistön (joki, meri) ja maantieteellisen sijainnin perusteella, ottaen huomioon tässä raportissa esitetty siikakantojen nykyinen erilaistumisen aste.

Siikakantojen hoidon suunnittelua tukevat samanlaisten siikakantojen muodostavat hoitoyksiköt. Samaan hoitoyksikköön kuuluvia siikakantoja voidaan hoitaa ja säädellä osittain yhtenä pysyvänä kokonaisuutena ja yksiköiden sisältämien siikakantojen pitäminen erillään ei ole välttämätöntä. Geneettinen monimuotoisuus pyritään turvaamaan näiden yksiköiden sisällä ja välillä. Hoitoyksiköitä

voidaan tarkastella uudelleen, mikäli uutta tietoa kertyy tai tarvetta ilmenee. Niitä voidaan kuitenkin pitää kalakantojen hoidon yksikköinä toistaiseksi.

### 3.5.1. Pohjoinen Perämeri

Perämerellä istutuksissa käytetyt syys- ja kesäsiikakannat tulisi pyrkiä pitämään erillisinä istutuskantoina myös jatkossa. Erityisesti Tornion- ja Kemijoen kesäsiika tulisi pitää omana kantanaan. Tiittävästi Oulujoen siikaa on käytetty useissa Perämereen laskevissa joissa istutusten aloituskantana 1950-luvulla, vaikkakin kirjallisia tietoja on niukasti saatavilla. Sen geneettinen vaikutus ei kuitenkaan nykyisellään näy Kemijoen siikakannassa.

Kuivajoessa, Iijossa, Kemijoessa, Pyhäjoessa ja Simojoessa näkyy selvästi Kemijoen syysiiikakannan vaikutus, ja näiden jokien alueella voidaan istutuskantana käyttää Kemijoen syysiiikaa, mikäli paikallinen emokalapyynti ei ole mahdollista. Kemijoen syysiiian vuotuiset istutusmäärät ovat suuria, ja mahdollisesti jo pelkästään se riittää lisäämään Kemijoen syysiiian geneettistä vaikutusta myös muissa lähialueen siikakannoissa – varsinkin kun luontainen lisääntyminen on normaalitilaan verraattuna nykyisellään erittäin heikkoa. Iijoen siikakanta vaikuttaa näytteiden perusteella muuttuvan samankaltaiseksi kuin Kemijoen vaellussiika. Vielä vuosien 1994 ja 2001 Iijoen siian näytteissä oli havaittavissa eroa muihin lähialueen kantoihin verrattuna, mutta tuoreemmat näytteet vuosilta 2014 ja 2015 osoittavat, että ero Kemi- ja Tornionjoen siikakantoihin ei ole enää tilastollisesti merkitsevä.

Oulujoessa on oma siian istutuskanta ja muita siikakantoja ei juuri istutuksissa ole käytetty, joten se todennäköisesti selittää Oulujoen kannan ryhmittymistä muista erilleen. Siten Oulujoen istutuksissa tulisi jatkossakin käyttää nykyistä viljelykantaa ja pyrkiä turvaamaan sen monimuotoisuuden säilyminen.

Kiiminkijoen siika kuuluu samaan ryhmään kuin Siikajoen ja Lestijoen siiat. Kiiminkijoen siian viljelyjoen omalla kannalla on jatkuvaa, kun taas Siikajoen ja Lestijoen siikakannat ovat olleet aiemmin erittäin heikot. Siikajoen osalta on tosin huomattava, että tutkimusnäyte oli kooltaan varsin pieni, ja siten määrittäminen on lähinnä suuntaa-antava. Istutushistoria ja toisaalta siikojen hakeutuminen kudulle maantieteellisesti läheisiin naapurijokiin selittänee osin myös jokien siikakantojen samankaltaisuuden. Näissä viljelykantana jatkossa olisi järkevää käyttää joko Kiiminkijoen siikaa tai kustakin joesta pyydettäviä omia kantoja. Kalajoen siika poikkeaa hieman muista Perämeren joista, joten jatkossakin Kalajoella tulisi istutusmateriaalina käyttää joen omaa siikakantaa.

Pohjoisella Perämerellä merikutuisen siian istutuksiin ei ole tarvetta, koska luonnonlisääntyminen on edelleen toimivaa (Veneranta ym. 2013) ja karisiika luontaisesti jää tällä alueella pienikokoiseksi. Merenkurkun ja Maalahden merikutuiset suistosiiat ovat todennäköisesti elintavoiltaan lähempänä vaellussiikaa, ja käynnissä olevan merkintätutkimuksen (Luke, julkaisematon merkintäaineisto 2019) perusteella Maalahden istutettujen siikojen on havaittu vaeltavan eteläiselle Selkämerelle syönnötämään. Tämä selittänee niiden suuremman koon sukukypsinä ja myös niiden paremman kasvun verrattuna varsinaisiin karisiikoihin.

### 3.5.2. Eteläinen Perämeri ja Merenkurkku

Perhonjoen luonnonvarainen vaellussiika osoittautui hyvin samankaltaiseksi kuin Larsmon ja Maalahden merikutuiset suistosiiat. Larsmon saariston ja Perhonjoen välinen etäisyys on lyhyt, ja se selittänee ainakin osin niiden suuren samankaltaisuuden. Kyrönjoen, Lapuanjoen ja Perhonjoen vaellussiikaistutuksissa suositellaan käytettäväksi Perhonjoen vaellussiikasta erikseen perustettavaa emokalastoa. Lapuanjoen siikakannan näyte oli vuodelta 2006, joten uuden näytteen tutkiminen ja viljelytaustan selvitys saattaa tuoda vielä lisäselvennystä sen osalta. Luonnosta kerättyjen näytteiden perus-

teella sekä Maalahden että Larsmon merikutuiset siiat ovat geneettisesti samankaltaisia, ja siten istutuksissa voidaan käyttää jompaakumpaa kantaa. Molempien merikutuisten kantojen emokalastot pitäisi uusia kutuaikaan toteutettavalla pyynnillä. Nykyiset viljelyssä olevat Merenkurkun alueen kannot (Perhonjoki, Larsmon, ja Maalahden merikutuinen) sekä Isojoen kanta ovat keskenään hyvin samankaltaisia, mutta poikkeavat luonnonkannoista. Viljelyssä olevat Merenkurkun alueen siikakannat ovat mahdollisesti sekoittuneet viljelytoiminnan seurauksena.

### 3.5.3. Selkämeri

Selkämereen laskevissa joissa voidaan istutuskantana käyttää Kokemäenjoen siikaa, koska alkuperäiset siikakannat ovat ympäristön muutosten myötä kadonneet ja istutustoiminnan vaikutus näkyy kaikissa alueen siikakannoissa. Nykyinen Isojoen viljelyssä olevan siikakannan näyte muistuttaa hieman yllättäen Perämeren vaellussiikakantoja, siten sen tausta ja viljelyhistoria pitäisi selvittää ja ottaa myös tuorempi näyte nykyisestä viljelykannasta, ennen jatkotoimia.

Selkämerellä olevat alkuperäiset paikalliset merikutuiset siikakannat ovat erittäin heikossa tilassa ja niistä uusien emokalastojen perustaminen on todennäköisesti hankalaa. Merikarvian merikutuisen siian luonnonvarainen näyte kyllä ryhmittyi erilleen muiden merikutuisten siikojen ryhmästä, mutta koepyyntien (Veneranta 2015) perusteella kannan luontainen lisääntyminen on varsin heikkoa. Merikarvian edustalla on viljelty luonnonravintolammikossa Kokemäenjoen siikaa, joka on vapautettu saaristoalueelle syönnökselle. On mahdollista, että nykyinen Merikarvian edustan merikutuinen siikakanta on joka tapauksessa muuttunut näiden ja muidenkin istutusten vaikutuksesta. Monin paikoin merialueella Selkämerellä, Saaristomerellä ja Suomenlahdella tehdyissä istutuksissa on aiemmin käytetty Kokemäenjoen vaellussiikaa merikutuisten siikamuotojen heikon saatavuuden tai tiedonpuutteen vuoksi. Merialueen tuki- ja kotiutusistutuksissa voitaneen jatkossa Selkämeren alueella käyttää maantieteellisesti ja ekotyypiltään alueelle soveltuvaa Maalahden siikakantaa, jonka käyttö merialueen istutuskantana on kalataloudellisesti perustellumpaa kuin varsinaisten karisiikojen. Nykyisellään käytössä oleva siiankalastuksen säätely, jossa pienin sallittu silmäväli Merenkurkun eteläpuolisella alueella on 43 mm, estää pienikokoisemmiksi jäävien merikutuisten siikojen pyynnin.

### 3.5.4. Saaristomeri ja Ahvenanmaa

Saaristomereen laskevista joista alkuperäiset siikakannat ovat hävinneet, ja istutuksissa on tiettävästi käytetty usein Kokemäenjoen kantaa olevia siikoja. Kiskonjoen kanta, Tammisaaren ja Halikonlahden merikutuinen sekä Kokemäenjoen siiat ryhmittyivät samaan ryhmään. Kiskonjoessa on tiettävästi käytetty Kokemäenjoen vaellussiikaa (M. Himberg, suullinen kommentti) istutuskalana. Tutkimusaineiston ulkopuolelta myös Aurajoessa on käytetty istutuskantana Kokemäenjoen siikaa. Varsinkin aiempina vuosikymmeninä, 1970- ja 1980-luvulla istutuskannat ovat olleet vaihtelevia ja istutusten raportointi kirjavaa.

Nykyisellään Saaristomereltä tutkitut alueen joki- ja merikutuiset siikakannat ovat todennäköisesti Kokemäenjoen kannalla tehtyjen istutusten vaikutuksesta muuttuneet. Saaristomerellä on kasvatettu siikoja kasseissa yksikesäisiksi ja vapautettu luontoon jatkokasvua varten. Kasvatuksessa on pyritty käyttämään merikutuisena pidettyjä kantoja, mutta jos niitä ei ole saatu, on kasvatusta tehty Kokemäenjoen siikakannan kaloilla. Lisäksi vaellussiikaa on istutettu suoraan mereen yksikesäisenä. Saaristomerellä ei näytteiden perusteella enää ole varsinaista erillistä merikutuisen siian kantaa. Näin ollen Saaristomeren alkuperäistä merikutuista siikaa voi olla vaikea enää pelastaa. Poikaskartoituksissa merikutuisen siian poikasalueet ovat olleet erittäin pienimuotoisia ja poikasmäärät vähäisiä. Siten uusien paikallisten emokalastojen perustamiseen ei liene mahdollisuutta. Jos halutaan hyödyntää merialueen kutualueita, tai palauttaa alueelle merikutuista siikaa, tulisi istutussiian olla myös merikutuista, joko Ahvenanmaan saaristosiiikaa tai pohjoisempaa merikutuista siikaa esimerkiksi Maalahden

suistosiiikkaa, koska alueella ei enää ole paikallisia, geneettisesti eriytyneitä ja siten suojelua tarvitsevia siikakantoja. Yksinomaan kalastusaaliiksi Kokemäenjoen siika todennäköisesti käy jatkossakin.

Saaristomeren ja Ahvenanmaan näytteistä ainoastaan Ahvenanmaan viljelty merikutuisen siian näyte ryhmittyi selkeästi erikseen merikutuiseksi kannaksi. Siten lienee perusteltua käyttää Ahvenanmaan merikutuisen siian istutuksissa nykyistä merikutuista viljelykanta huolimatta siitä, että kanta voi sekoittua muiden istutusten ja esimerkiksi ruokakalakasvatuksen yhteydessä karkaavien, alkujaan Kokemäenjoen kanta olevien siikojen kanssa.

### 3.6. Siikasaalisanalyysi geneettisen tiedon perusteella

#### 3.6.1. Siikakantaryhmien muodostaminen

Siikasaalishäynteitä oli kaikkiaan 1187 kappaletta koko merialueelta ja vertailukantahäynteitä oli kaikkiaan 27 aiempien häynteiden yhdistämisten jälkeen. Näissä häynteissä oli kuitenkin edelleen toisaalta selvästi liian pieniä, alle 50 yksilön, häynteitä luotettavaksi vertailukantahäynteeksi ja toisaalta osa häynteistä oli niin samanlaisia, ettei ollut oletettavaa, että niiden osuudet on mahdollista erikseen selvittää saalishäynteestä, joten vertailuaineiston häynteitä karsittiin ja yhdistettiin edelleen.

Siikakantojen väliset erot ovat selvästi pienempiä kuin esimerkiksi lohi-, tai taimenkantojen väliset erot, joten saman tason erottelutarkkuuteen ei ole oletettavaa päästä. Tämä johtuu todennäköisesti jo evolutiivisista syistä, koska siikojen kutupaikkauskollisuus merkintöjen perusteella (Leskelä 2012) ei ilmeisesti ole yhtä suuri kuin lohella ja taimenella, ja toisaalta siikakantoja on hyvin paljon jo sekoitettu erilaisilla siikaistutuksilla. Tässä työssä oli kuitenkin tavoitteena selvittää, mille tarkkuudelle erottelussa on mahdollista päästä pelkillä geneettisillä markkereilla. Lisäksi kokeiltiin, voidaanko tarkkuutta parantaa jos alkuperäanalyysiin lisätään tieto siivilähammasmääristä yhdeksi muuttujaksi.

Koko saalishäynte analysoitiin ensin yhtenä häyntenä kaikilla vertailukannoilla, ja tällöin ei lainkaan kaloja löytynyt alkuperältään neljästä kannasta; Larsmon, Maalahden viljelystä, Kiskonjoen sekä Bromarvin viljelystä. Näitä kantoja ei siis todennäköisesti ollut minkään osa-alueen saalishäynteessä. Larsmon, Maalahden ja Bromarvin viljeltyt siikat olivat kaikki niin selvästi muista poikkeavia, että niiden erottumiskyky oli varsin hyvä simulaatioiden perusteella ja otoskootkin suhteellisen hyvät. Kiskonjoen siikanäyte oli liian pieni, vain 25 kalaa, eikä se myöskään erottunut muista kannoista riittävästi.

Koska oli epätodennäköistä, että yksittäiset siikakannat erottuisivat ainakaan kaikissa, varsin pienissä saalishäynteissä, ne yhdistettiin 14 samanlaisten siikakantojen ryhmäksi. Näiden ryhmien tunnistaminen on näin helpompaa, koska näin saatiin myös vertailuhäynteiden otoskokoja suurennettua ja samalla vähennettyä virhettä väärästä luokitukselta hyvin samanlaisten ja saman alueen siikakantojen välillä (Tauluko 12). Saalishäynteistä voitiin laskea sekä yksittäisten kantojen osuusarviot että myös näiden määriteltyjen ryhmien osuusarviot. Ryhmien perustamisessa hyödynnettiin simulaatiota, jolla selvitettiin analyysitarkkuutta.

Vertailukantojen tunnistusanalyysissä (self assignment), jossa kukin vertailukanta pyrittiin analysoimaan takaisin omaan häynteeseensä näyte kerrallaan, voitiin havaita, että alle 50 kalan vertailuhäynteet olivat säännöllisesti liian pieniä riittääkseen kantojen tunnistukseen. Hyvin huonosti muista erottuivat Simojoki (N= 63), Siikajoki (N= 13), Kalajoki (N= 34), Lestijoki (N= 35), Perhonjoki\_Vi (N = 14), Larsmo\_Kack\_LU (N= 25), MaalahtiSuisto\_Lu (N= 29), Merikarvia\_Merikutuinen\_Vi (N = 36). Näistä vain Simojoen kannan näyte oli yli 50 yksilöä ja sekin oli vain 63 yksilöä.

Suurin osa Simojoen väärin luokitelluista yksilöistä (17,5 %) oli virheellisesti luokiteltu Kemijoen siiksi ja koska ne myös sukupuussa aiemmin oli havaittu hyvin samanlaisiksi saman alueen siioksi Simojoen kannan kanssa, näytteet yhdistettiin Kemijoen vaellussiian syysiiikanäytteeseen ja analysoitiin yhteisenä Kemijoki-Simojoki näytteenä (Taulukko 12). Siikajoen näyte jätettiin kokonaan pois.

Kalajoen ja Lestijoen siikakannat ryhmiteltiin Perämeren syysiiikaryhmään, vaikka samankaltaisuutta myös Perämeren kesäsiikaan selvästi oli. Perhonjoen viljelty siikakanta jätettiin analyysistä pois. Se luokiteltiin usein virheellisesti myös Isojoen siiksi tämän hyvin pienen näytteen perusteella. Luonnonvarainen Larsmon näyte samoin kuin viljeltykin jätettiin pois, koska tätä kantaa ei ollut havaittu saaliissa lainkaan.

Maalahden luonnonvarainen siika muistutti eniten Perhonjoen siikaa luokitteluanalyysissä, mutta koska tarkoituksena oli myös tunnistaa merikutuinen ja jokikutuinen siika erikseen näitä näytteitä ei yhdistetty analyysin tässä vaiheessa. Merikarvian viljelty siika ei muistuttanut selkeästi mitään muuta siikaa, joten se pidettiin erillään, vaikka olikin hyvin pieni näyte. Merikarvian viljelty kannan näyte on alkuperältään Maalahden merikutuista siikaa, mutta samankaltaisuutta myös Perhonjoen siian kanssa ilmeni. Kaikkia näytteitä ei voitu yhdistää muihin näytteisiin, koska se olisi saattanut väristää myös näiden tunnistamista. Mikäli siikakantoja halutaan tunnistaa saaliissa, täytyy otoskokoja ensin suurentaa riittävän edustaviksi, selvästi vähintään yli 60 yksilön vertailunäytteiksi.

Maalahden pieni suistosiiikanäyte (n=29) muistutti eniten Perhonjoen luonnonvaraisen siian näytettä luokitteluanalyysissä. Se yhdistettiin tähän ryhmäanalyysissä virheen välttämiseksi, vaikka se onkin periaatteessa merikutuinen siika. Tammisaaren alueen viljelystä saaristosiiasta 15,1 % luokiteltiin Kokemäenjoen siiksi ja samoin Mankinjoen siikasta 17,4 % Kokemäenjoen siiksi.

Halikonjoen näyte muistutti Bromarvin alueen viljeltyä saaristosiiikaa, mutta pidettiin omana ryhmänä. Samoin Mikkelin saarten karisiika muistutti Kalajoen karisiikaa, mutta pidettiin silti tässä yhteydessä omana ryhmänä Vexalan siian kanssa läheisemmän sukulaisuuden vuoksi.

Kun saman alueen ja saman ekotyypin toisiaan vastaavat siikakannat yhdistettiin, jäi jäljelle 14 siikakantaryhmää (Taulukko 12). Luonnonvaraiset ja viljeltyt siikat poikkesivat hyvin usein merkittävästi toisistaan, joten nekin pyrittiin pitämään erillään. Tällä perusteella muodostuneet siikakantaryhmät olivat hyvin erikokoisia, mikä edelleen aiheuttaa hyvin epätasaisen analyysitarkkuuden. Suurimmassa kantaryhmässä oli yli 500 kalan näyte ja pienimmässä, Merikarvian alueen viljellyn merikutuisen siian näytteessä oli vain 36 kalaa. Kunkin ryhmän erottumistodennäköisyys riippuu sekä sen suhteellisesta erilaisuudesta verrattuna muihin, mutta myös niiden otoskoosta. Pienet viljelykannat poikkesivat hyvin paljon osin sattuman vaikutuksesta.



**Taulukko 12.** Siikasaaliista geneettisillä merkeillä analysoidut siikaryhmät. Siikaryhmän tyyppinimi, näytemäärä ja ryhmään sijoitetut siikakantanäytteet on ilmoitettu. Lyhenteiden merkitykset: VS = vaellussiika, MS = merikutuinen siika, PEM = Perämeri, MER = Merenkurkku, SEM = Selkämeri, SAAR = Saaristomeri ja SUL = Suomenlah-ti.

Siikaryhmä	N	Näytteet
1 VS_PEM_Kesä	325	1 Tor_Kemi_kesä
2 VS_PEM_Pohj.	557	2 Kemij_Simo, Kuivaj_Lu, Iijoki_Vi, Kiiminkij_Lu, Oulujoki_Vi, Pyhäjoki_Lu, Kalaj_Lu, Lestij_Lu
3 MS_PEM	57	3 Kalaj_Karis_Lu
4 VS_MER_Lu	162	4 Perhonj_Lu, Kyrönj_Lu, Maalahti_LU
5 VS_MER_Vi	51	5 Lapuanjoki_Vi
6 MS_MER_Lu	92	6 Vexala_Karis_Lu, Mikkelines_Karis_Lu,
7 MS_MER_Vi	50	7 Maalahti_Karis_Vi
8 VS_SEM_Isoj_Vi	74	8 Isojoki_Vi
9 MS_SEM_Merik_Vi	36	9 Merikarvia_Karis_Vi
10 VS_SEM_Kokem_Vi	103	10 Kokemäenj_Vi
11 MS_SAAR_Vi	103	11 Tammisaari_Karis_Vi, Bromarv_Karis_Vi
12 MS_SAAR_Lu	43	12 Halikonj_Karis_Lu
13 VS_SUL_Lu	195	13 Mankinj_Lu
14 MS_SAAR_Ahv	50	14 Ahvenanmaa_Karis_Vi
Yhteensä	1898	

Seuraavaksi simulaatioiden avulla selvitettiin, millä todennäköisyydellä kunkin siikakantanäytteen osuus tulee arvioitua oikein, eli kuinka suuri osuus kunkin siikakannan näytteestä estimoitui oikein sen kannan siikaryhmään näillä näytteillä ja niissä olleilla yksilöillä. Kunkin siikakannan edustavuus ja näytekoko vaikuttavat tällöin olennaisesti kannan erottumistodennäköisyyteen, kuten myös se, kuinka paljon se todellisuudessa eroaa muista siikakannoista ja muiden siikaryhmien kannoista. Analyysin erottelukyky harvoin riittää 100 prosentin erotteluun, mutta usein riittävän hyviä, suuntaa antavia arvioita saaliiden kantakoostumuksista saadaan saaliisiin pääosin kuuluvista kannoista jo esimerkiksi yli 75 % todennäköisyyksillä.

Kaikkein epävarmimmiksi jäivät arviot pienten alle 100 yksilön näytteistä (Taulukko 13.) Varsin luotettavasti yhtenäisenä erillisenä kantana erottuivat Isojoen ja Kokemäenjoen viljelysiiat, sekä aivan erityisen hyvin Ahvenanmaan alueen viljelty merikutuinen saaristosiika (97 %), vaikka näyte oli vain 50 kalaa. Viljelysiiat erottuivat usein varsin hyvin luonnonkannoista, todennäköisesti osin, koska ne eivät ehkä sekoitu yhtä hyvin lähialueen kantoihin ja osin myös, koska ne perustajaotoksen vuoksi voivat erota paikallisesta kannasta. Ne voivat olla suhteellisen pieniä ja viljely voi myös lisätä niiden erilaistumista. Tämän vuoksi luonnonvaraisia ja viljeltyjä ei voitu yhdistää, vaikka ne periaatteessa edustivatkin saman alueen siikaa.

**Taulukko 13.** Taulukko 1. Maksimitodennäköisyyteen perustuvalla laskennalla, ONCOR-ohjelmalla, arvioidut todennäköisyydet, joilla tutkitut siikakantanäytteet ryhmittyvät saalisanalyysissä oikeaan ryhmään. Yli 75 % todennäköisyydellä sekasaaliista erottuvat ryhmät on merkitty tummennetulla taustalla ja hyvin epävarmat ryhmät kursivoilla.

	Näyte	N	Ryhmä	% Oikein	St Dev	95 % a	95 % y
1	Tor_Kemi_kesä	325	VS_PEM_KESA	80	2	76	84
2	Kemij_Simo	161	VS_PEM_Pohj	67	2	63	72
3	Kuivajoki_Lu	80	VS_PEM_Pohj	81	2	77	85
4	Iijoki_Vi	82	VS_PEM_Pohj	87	2	83	90
5	Kiiminkij_Lu	38	VS_PEM_Pohj	72	2	68	77
6	Oulujoki_Vi	84	VS_PEM_Pohj	77	2	73	80
7	Pyhäjoki_Lu	43	VS_PEM_Pohj	68	2	64	73
8	Kalajoki_Lu	34	VS_PEM_Pohj	50	3	44	54
9	Lestijoki_Lu	35	VS_PEM_Pohj	71	2	67	75
10	Kalaj_Kari_Lu	57	MS_PEM	41	2	38	45
11	Perhonj_Lu	87	VS_MER_Lu	61	2	57	65
12	Lapuanjoki_Vi	51	VS_MER_Vi	89	1	87	91
13	VexalaKaris_Lu	50	MS_MER_Lu	21	2	17	24
14	MikkeliKa_Lu	42	MS_MER_Lu	26	2	23	30
15	Kyronj_Lu	46	VS_MER_Lu	30	2	26	34
16	MaalahtiS_Lu	29	VS_MER_Lu	42	2	38	46
17	MaalahtiK_Vi	50	MS_MER_Vi	90	1	88	93
18	Isojoki_Vi	74	VS_SEM_Isoj_Vi	84	1	81	87
19	MerikKAR_Vi	36	MS_SEM_Merik_Vi	30	2	26	34
20	Kokemaen_Vi	103	VS_SEM_Kokem_Vi	75	2	72	79
21	TammisKARIS_Vi	53	MS_SAAR_Vi	76	2	73	79
22	HalikonKARI_Lu	43	MS_SAAR_Lu	28	2	24	31
23	BromarvKA_Vi	50	MS_SAAR_Vi	94	1	92	96
24	Mankinj_Lu	195	VS_SUL_Lu	86	2	83	89
25	AhvenanKARI_Vi	50	MS_SAAR_Ahv_Vi	97	1	96	98

### 3.6.2. Siikakantaryhmien esiintyminen siikasaaliissa

Siikakantaryhmien osuudet vaihtelivat varsin paljon tutkituissa yhdeksässä siikanäytteessä (Taulukko 14). Saaliiden kantakoostumukset olivat niin erilaiset, ettei saalisnäytteitä voinut enempää yhdistää, vaikka osa näytteistä jäi näin ollen hyvin pieniksi. Alle sadan siian näytteitä olivat Merenkurkun merisiikanäyte (Saalis 4, N = 62), Selkämeren merisiikanäyte (Saalis 6, N = 22) ja Ahvenanmeren vaellussiikanäyte (Saalis 9, N = 77), joiden koostumusarviot ovat jo siten epävarmimpia.

Pohjoisen Perämeren siikanäytteiden koostumukset erosivat hyvin selvästi. Merisiikanäytteessä pääosa koostui sekä Perämeren omasta merisiistä (58,6 %), että myös Merenkurkun alueen merisiistä (5,9 %). Vaellussiikanäytteessä pääosa (66,6 %) saaliista koostui Tornionjoen ja Kemijoen kesäsiistä ja noin kolmannes Perämeren vaellussiistä (29,9 %). Eteläisemmällä Perämerellä pääosa tutkitusta vaellussiikasaaliista oli peräisin Perämeren syssiistä (Taulukko 14).

Merenkurkun merisiikanäytteessä oli arviolta noin kolmannes luonnonvaraista paikallista merisiikaa (32,6 %), ja samoin noin kolmannes (36,2 %) Perämeren merisiikaa. Merenkurkun vaellussiikanäyte koostui pääosin Perämeren siioista (50,6 %), mutta siinä oli myös hieman oman alueen vaellussiikaa (4,6 %) ja myös jo viljeltyä Isojoen vaellussiikaa eteläisempää Saaristomeren viljeltyä siikaa.

Selkämeren hyvin pienessä (N = 22) merisiikanäytteessä oli ainakin Merenkurkun vaellussiikaa, ja mahdollisesti myös muita siikoja, mutta niiden esiintyminen oli epävarmaa. Selkämeren vaellussiikanäyte koostui pääosin Perämeren vaellussiikasta (50,9 %), mutta siinä oli selvät osuudet myös viljeltyä Merenkurkun siikaa ja Isojoen siikaa, sekä Saaristomeren viljeltyä siikaa.

Ahvenanmereltä saatu merisiikanäyte oli hyvin suurelta osin peräisin omista istutuksista (75,7 %) ja se poikkesi siinä selvästi kaikista muista saalisnäytteistä. Vaellussiikanäyte sen sijaan oli pääosin Perämeren vaellussiikaa (56,9 %). Siitä löytyi myös suurin osuus (6,4 %), Kokemäenjoen viljeltyä vaellussiikaa.

Tämän tyyppinen tulos oli mahdollista saada pelkkään geneettiseen tietoon perustuvalla analyysillä. Osuusestimaattien 95 % todennäköisyysvälit olivat joissain tapauksissa varsin suuret ja varmaksi esiintymiseksi on tässä tapauksessa hyväksytty vain arviot, joissa 95 %:n todennäköisyysvälin alaraja ylitti arvon nolla. Näin ollen hyvin pienten kantaryhmäosuuksien arviot jäivät väistämättä epävarmoiksi. Taulukossa vain alarajan ylittävät arvot on merkitty harmaalla taustalla.

### 3.6.3. Siikakantojen osuudet saaliissa

Myös yksittäisten siikakantojen osuudet saalisnäytteissä estimoitiin BAYES-ohjelmalla. Pienemmät kantaosuudet ja varsinkin pienissä näytteissä jäivät osittain epävarmoiksi jo pienten otoskokojen vuoksi, mutta osa yksittäisten kantojen osuusestimaateista jäi epävarmoiksi myös joidenkin kantojen liian suuren geneettisen samankaltaisuuden vuoksi (Taulukko 15.). Merisiikanäytteet osoittautuivat usein koostuvan hyvin selvästi vain merisiikakannoista, joten erottelu näytti toimivan tässä suhteessa hyvin jopa ilman siivilähammastietoa.

Perämeren merisiikanäyte oli peräisin Kalajoen, Vexalan ja Maalahden merisiikakannoista, tai niiden kaltaisista muista siikakannoista, joita ei ollut vertailuaineistossa. Perämeren vaellussiikanäytteessä oli enimmäkseen kesäsiikaa, mutta 17,9 % syyssiikaa ja erikseen tunnistettuna 5,3 % Oulujoen viljeltyä vaellussiikaa. Eteläisemmällä Perämerellä ei kesäsiikaa enää ollut ja viljeltyjä lijoen ja Oulujoen siikoja oli enemmän kuten myös Pyhäjoen luonnonvaraista siikaa.

Merenkurkun merisiikanäyte oli pääosin Kalajoen luonnonvaraista merisiikaa, mutta myös Mikkeliinsaarten siikaa oli noin viidennes (Taulukko 15). Tämän alueen vaellussiika sen sijaan oli selvästi enimmäkseen Perämeren vaellussiikoja (77 %), sekä kesäsiikaa, että syyssiikaa, mutta aineiston perusteella saalisnäytteestä 17 % oli lijoen istutettua siikaa ja 6 % Isojoen istutettua siikaa.

Selkämeren merisiikanäyte oli erittäin pieni, N = 22, ja siinä oli varmuudella ainakin Maalahden luonnonvaraista siikaa. Selkämeren vaellussiikanäytteessä oli Perämeren siikojen lisäksi Lapuanjoen viljeltyä siikaa, Isojoen viljeltyä siikaa ja jopa Saaristomeren alueen viljelyn siian tyyppistä siikaa.

Ahvenanmeren merisiika oli hyvin selvästi lähes yksinomaan alueelle suoritetuista istutuksista peräisin tai paikallista luonnonvaraista merisiikaa, jota paikoitellen alueella pitäisi edelleen esiintyä. Noin 5 % oli Mankinjoen tai jonkun muun Suomenlahden alueen siikaa, joka puolestaan on todennäköisesti alun perin Kokemäenjoen siikakantaa. Suomenahella vaellussiikaistutuksia tehdään nykyisin pääosin Kymijoen kannan siialla. Ahvenanmaan vaellussiikanäyte oli kooltaan liian pieni hyvin sekoittuneessa näytteessä olevien yksittäisten kantojen osuuksien analysoimiseksi. Siinä vaikutti useita siikakantoja, mutta suurimmasta osasta estimaatti jäi epävarmaksi, eikä 95 % luottamusväli ylittänyt nollaa kuin Kokemäenjoen viljellyn siian osalta. Toisaalta merkintätutkimusten perusteella (Leskelä 2012) tiedetään, että Kokemäenjoen vaellussiikan pääasiallinen syönnösalue on juuri Ahvenanmaan ympäristössä.

**Taulukko 14.** Siikakantaryhmien osuudet saalisnäytteissä BAYES-ohjelmalla laskettuna. Siikakantaryhmien osuudet saalisnäytteissä on ilmoitettu prosentteina. Yli 5 % osuudet ovat harmaalla taustaväriellä ja kunkin saaliin runsain kantaryhmä on merkitty lihavoituna. Saalisnäytteistä on ilmoitettu otoskoko, siikatyyppi (vaellussiika/merissiika), saaliin merialue ja pyyntiruutu.

	SAALIS 1		SAALIS 2		SAALIS 3		SAALIS 4		SAALIS 5		SAALIS 6		SAALIS 7		SAALIS 8		SAALIS 9									
	N	116	202	207	62	210	22	143	148	77																
Merialue/siikat.	PPem	MS	PPem	VS	EPem	VS	Merk	MS	Merk	VS	Sem	MS	Sem	VS	Ahvm	MS	Ahvm	VS								
Merialue	MED	97,50 %	MED	2,50 %	MED	97,50 %	MED	2,50 %	MED	97,50 %	MED	2,50 %	MED	97,50 %	MED	2,50 %	MED	97,50 %								
1 VS_Pem_Kesä	0	0	66,6	56,1	76,1	0	3,0	6,5	0,6	18,6	18,4	10,6	28,3	22,9	0	48,1	10,5	3,8	20,2	0,2	0	10,8	14,1	0	27,8	
2 VS_Pem_Pohj.	0,3	0	4,6	29,9	20,4	40,4	93,2	86,8	97,4	15,0	4,4	29,9	61,4	1,3	0	27,2	50,9	38,4	63,2	11,8	4,2	20,2	56,9	36,0	75,1	
3 MS_Pem	58,6	45,6	71,7	0,71	0	4,5	0,3	0	2,9	36,1	22,0	51,9	0	0	0,9	0	7,5	0	4,1	0	0	1,5	4,7	0	13,4	
4 VS_Mer_Lu	5,9	1,1	13,7	0,01	0	2,4	0,0	4,5	5,4	0,9	16,4	4,6	0,0	12,7	23,1	2,3	53,0	3,4	0	12,6	0,1	0	8,7	5,4	0	17,2
5 VS_Mer_Vi	0	0	0,4	0	0	0,3	1,0	0,1	3,5	0	0	0,7	0,7	0	4,4	0	2,9	13,6	8,2	20,7	0	0	1,6	0	2,5	
6 MS_Mer_Lu	33,5	21,5	45,9	0,37	0	5,0	0	1,8	32,6	16,8	50,5	5,3	1,6	10,8	4,6	0	27,6	0	2,9	0,9	0	6,5	0,0	0	10,6	
7 MS_Mer_Vi	0	0	0,4	0	0	0,6	0	0	0,2	0	1,2	0	0	2,8	0	2,0	0	0	0,4	0	0	1,2	0	0	5,8	
8 VS_Sem_Isoj_Vi	0	0	0,7	0	0	0,4	0,4	0	4,5	0	5,9	6,3	3,2	11,3	6,1	0	23,7	7,9	3,5	14,2	0	0	0,9	0	7,6	
9 MS_Sem_Mer_Vi	0	0	1,2	0	0	3,3	0	0	0,4	0	1,0	0	0	0,9	22,6	0	52,6	0	8,3	0	0	6,7	0	0	1,7	
10 VS_Sem_Kok_Vi	0	0	0,6	0	0	0,7	0	1,7	0	0	1,6	0	0	2,2	0	2,6	0	0	0,8	0	0	2,9	6,4	0,0	17,9	
11 MS_Saar_Vi	0	0	1,1	0	0	1,5	2,4	0,6	6,0	0	2,3	7,8	4,2	12,8	7,0	0	25,8	8,8	4,3	15,3	0	0	1,3	1,5	0	8,8
12 MS_Saar_Lu	0	0	0,4	0	0	1,2	0	0	2,4	0	1,6	2,4	0	6,9	0	2,1	0,0	0	5,2	0	0	1,6	0	0	2,3	
13 VS_Sul_Lu	0	0	0,9	0	0	0,6	0	0	0,7	0	1,0	1,0	0	5,7	0	2,9	0	0	0,6	4,9	1,3	10,8	1,1	0	13,5	
14 MS_Saar_Ahv_Vi	0	0	1,4	0	0	0,3	0	0	0,5	0	1,2	0	0	0,3	0	2,8	0	0	1,6	75,7	67,6	83,0	1,4	0	6,6	

**Taulukko 15.** Siikakantaosuusestimaatit pelkän geneettisen tiedon perusteella eri alueiden saalisnäytteistä erikseen.

Näyte	SAALIS 1		SAALIS 2		SAALIS 3		SAALIS 4		SAALIS 5		SAALIS 6		SAALIS 7		SAALIS 8		SAALIS 9											
	116	MS	202	VS	207	VS	62	MS	210	Merk	22	Sem	MS	143	Sem	VS	148	Ahvm	MS	77	Ahvm	VS						
	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%	MED	97,5%					
TokeKesä	0	0	0,6	66,6	56,1	76,1	0	0	3,0	6,5	0,6	18,6	18,4	10,6	28,3	22,9	0	48,1	10,5	3,8	20,2	0,2	0	10,8	14,1	0	27,8	
Kemi_Simo	0	0	1,6	17,9	9,4	28,4	32,8	21,0	45,3	0	0	6,0	23,1	12,0	33,9	0	0	2,9	24,6	13,6	36,5	0	0	5,6	18,0	0	39,6	
Kuivaj_Lu	0	0	1,6	0	0	5,1	0	1,3	9,6	0	24,2	4,1	0	12,6	0	0	7,1	0	0	3,8	0	0	0	1,3	9,6	0	22,9	
Iijoki_Vi	0	0	1,9	0	0	6,7	14,0	5,7	24,7	0	5,1	17,2	9,4	25,8	0	0	3,0	15,6	7,9	24,9	2,7	0	0	9,6	0	0	10,0	
Kiimi_Lu	0	0	0,8	0,0	0	6,1	0	1,6	0	0	1,5	0	0	7,5	0	0	14,8	3,7	0	10,2	0	0	0	1,2	0	0	4,5	
Ouluj_Vi	0	0	0,5	5,3	0,0	13,0	18,7	9,4	28,6	0,1	0	19,7	0	0	7,6	0	2,2	0,7	0	15,1	6,4	0	0	14,0	19,2	0	40,2	
Pyhäj_Lu	0	0	0,8	0	0	2,6	11,2	1,2	21,0	0	4,6	0,6	0	13,2	0	0	4,4	0,0	0	10,8	0	0	0	6,5	7,6	0	21,7	
Kalaj_Lu	0	0	1,7	0,8	0	7,6	15,2	6,4	25,4	0	1,9	0	0	0,8	0	0	4,5	0	0	0,6	0	0	0	2,1	0	0	3,1	
Lestij_Lu	0	0	0,6	0,1	0	9,2	0	1,6	0	0	2,8	0	0	6,8	0	0	15,2	0	0	3,7	0	0	0	3,4	0	0	2,1	
Kalaj_MS_Lu	58,6	45,6	71,7	0,7	0	4,5	0,3	0	2,9	36,1	22,0	51,9	0	0	0,9	0	7,5	0	0	4,1	0	0	0	1,5	4,7	0	13,4	
Perhon_Lu	0	0	2,1	0	0	1,5	0	0	4,5	4,7	0,7	13,4	3,0	0	8,7	0	7,6	3,0	0	11,7	0	0	0	8,5	0	0	2,4	
Lapuan_Vi	0	0	0,4	0	0	0,3	1,0	0,1	3,5	0	0,7	0,7	0	4,4	0	0	2,9	13,6	8,2	20,7	0	0	0	1,6	0	0	2,5	
VexalaMS_Lu	32,8	21,1	45,1	0,2	0	5,0	0	0	0,5	8,2	0	20,9	5,3	1,6	10,6	4,3	0	26,9	0	0	2,3	0	0	0	0,8	0	0	1,2
MikkelMS_Lu	0	0	7,9	0	0	0,6	0	0	1,6	23,8	11,1	38,7	0	0	0,5	0	3,8	0	0	1,7	0,8	0	0	6,3	0	0	10,2	
Kyronj_Lu	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	2,0	0	5,4	0	0	6,0	0	0	0,7	0	0	0	3,0	0	0	7,1	
MaalahMS_Lu	5,7	1,0	13,2	0	0	1,6	0	0	1,5	0	0	9,1	0,5	0	5,5	22,2	1,2	51,4	0	0	4,3	0	0	0,9	4,2	0	15,7	
MaalahMS_Vi	0	0	0,4	0	0	0,6	0	0	0,2	0	1,2	0	0	2,8	0	0	2,0	0	0	0,4	0	0	0	1,2	0	0	5,8	
Isojoki_Vi	0	0	0,7	0	0	0,4	0,4	0	4,5	0	5,9	6,3	3,2	11,3	6,1	0	23,7	7,9	3,5	14,2	0	0	0	0,9	0	0	7,6	
MerikMS_Vi	0	0	1,2	0	0	3,3	0	0	0,4	0	1,0	0	0	0,9	22,6	0	52,6	0	0	8,3	0	0	0	6,7	0	0	1,7	
Kokemäe_Vi	0	0	0,6	0	0	0,7	0	0	1,7	0	0	1,6	0	0	2,2	0	2,6	0	0	0,8	0	0	0	2,9	6,4	0,0	17,9	
TammisMS_Vi	0	0	0,8	0	0	1,5	2,4	0,5	5,9	0	1,6	7,8	4,2	12,7	6,9	0	25,5	8,5	4,1	14,7	0	0	0	0,8	1,2	0	8,4	
HalikoMS_Lu	0	0	0,4	0	0	1,2	0	0	2,4	0	1,6	2,4	0	6,9	0	0	2,1	0,0	0	5,2	0	0	0	1,6	0	0	2,3	
BromaMS_Vi	0	0	0,5	0	0	0,3	0	0	0,4	0	1,0	0	0	0,4	0	1,7	0	0	3,1	0	0	0	0	0,7	0	0	2,8	
Mankinj_Lu	0	0	0,9	0	0	0,6	0	0	0,7	0	1,0	1,0	0	5,7	0	2,9	0	0	0,6	4,9	1,3	10,8	1,1	0	1,1	0	13,5	
AhvmMS_Vi	0	0	1,4	0	0	0,3	0	0	0,5	0	1,2	0	0	0,3	0	2,8	0	0	1,6	75,7	67,6	83,0	1,4	0	1,4	0	6,6	

### 3.6.4. Siivilähammastiedon lisääminen kantaerotteluanalyysiin

Siivilähammastiedon lisäämisen vaikutusta saalisosuuksien arviointiin testattiin analysoimalla yhdistetty 933 yksilön saalisnäyte sekä pelkän DNA-tiedon avulla, että yhdistetyn DNA-siivilähammasjakaumatiedon avulla. Perämeren vaellussiikanäyte jätettiin tästä yhdistelmänäytteestä pois, koska Perämeren siikojen osuus oli kokonaisnäytteessä niin suuri, että muiden kantojen osuudet jäivät suhteessa hyvin pieniksi, jos kaikki yhdeksän näytettä olisi yhdistetty tähän testinäytteeseen. Aivan kaikista vertailunäytteistä ei ollut siivilähammasjakaumatietoja juuri samoista kaloista, mutta useimmiten saman kannan toisesta näytteestä kuitenkin. Kokemäenjoen vaellussiikakannan siivilähammasjakauman perustana oli keskiarvo 29,2 Lehtosen (1981) mukaan. Mikkelinosaarten merisiian siivilähammasjakauman keskiarvo oli Böhling ym. (1991) mukaan 27, mikä on edelleen hyvin lähellä nyt laskettua 26,6, samoin kuin Larsmon 26,4. Myös julkaisussa Lehtonen ym. (1986) on esitetty Pohjanlahden siikakantojen siivilähammasjakaumia. Muutamissa tapauksissa siivilähammastietona jouduttiin käyttämään tunnetun samanlaisen naapurikannan siivilähammasjakaumaa. Näytteet, joissa on käytetty läheisen kannan jakaumaa, on merkitty kursivilla liitetaulukossa 1.

Kyrönjoen vaellussiikojen siivilähampaiden lukumäärä vaihteli 24–39 välillä. Siivilähampaiden lukumäärän keskiarvo oli 30 ja moodi 31. Valtaosalla vaellussiioista oli siivilähampaita 29–32. Kyrönjoen suulla saalissiikojen siivilähampaiden lukumäärän keskiarvo ja moodi olivat 29. Puolet saaliista katsotaan olleen vaellussiikoja ja puolet karisiikoja (Sivil 2007).

Siivilähammastiedon lisääminen ei juuri vaikuttanut estimaattien mediaaneihin, eli tulos oli hyvin samanlainen kummallakin tavalla laskettuna. Osuusestimaatien luottamusväli pieneni kuitenkin hieman siivilähammastiedon lisäämisellä. Jotkut yksittäiset siikakannat erottuivat paremmin siivilähammastiedon lisäyksen avulla. Esimerkiksi Kuivajoen ja Mikkelinosaarten siikakannoista saatiin arvio varsin pienestäkin saalisosuudesta siivilähammastiedon kanssa laskettaessa, vaikka ilman sitä ei luotettavaa osuusairvioita saatu. Toisaalta siivilähammastiedon lisääminen mahdollisesti hieman vaikeutti Kokemäenjoen siian erottumista, mahdollisesti epävarman tiedon vuoksi (Taulukko 16). Siivilähammastiedoissa oli kuitenkin selvästi enemmän epävarmuutta kuin geneettisessä tiedossa, sekä kantojen suuren samankaltaisuuden vuoksi, että osittain tiedon keruun vuoksi. Kokemäenjoen siian näytteen siivilähammasjakauma oli eri lähteestä kuin geneettinen näyte ja se on siten myös mahdollinen virhelähde.

**Taulukko 16.** Siikasaaliin kantakoostumusanalyysin vertailu pelkän geneettisen aineiston perusteella ja yhdistetyn geneettisen aineiston ja siivilähammasjakaumatiedon kanssa. MED= estimaattien mediaani ( 3000 estimaattia), Estimaattien 95 % todennäköisyys väli, kummallakin tavalla laskettuna, estimaattien mediaanien välinen ero ja todennäköisyys välien välinen ero. Saalisnäyte oli 933 kalaa.

Siivilähampailla ja geeneillä					Geeneillä					
Kanta	Med	2,5 %	97,5 %	PI-väli	Med	2,5 %	97,5 %	PI-väli	Med ero	Väli ero
ToKeKesa	9,6	6,4	13,3	6,9	10,03	6,5	14,07	7,57	-0,47	-0,67
Kemi_Simo	19,8	13,1	25,8	12,7	19,55	13,86	25,4	11,54	0,23	1,13
Kuivaj_Lu	2,4	0,3	5,0	4,7	1,98	0	4,75	4,75	0,39	-0,07
Iijoki_Vi	7,9	5,2	11,5	6,4	7,76	4,84	11,69	6,85	0,16	-0,47
Kiimi_Lu	0,4	0,0	3,4	3,4	1,3	0	3,65	3,65	-0,94	-0,27
Ouluj_Vi	4,7	0,0	11,6	11,6	6,55	2,57	11,37	8,8	-1,81	<b>2,77</b>
Pyhaj_Lu	6,0	2,6	10,7	8,0	6,38	2,49	10,56	8,07	-0,34	-0,03
Kalaj_Lu	0,0	0,0	3,5	3,5	0	0	1,91	1,91	0	1,54
Lestij_Lu	0,0	0,0	1,8	1,8	0	0	0,97	0,97	0	0,86
Kalaj_MS_Lu	10,8	8,0	13,8	5,9	9,75	6,86	13,27	6,41	1,08	-0,55
Perho_Lu	2,3	0,8	4,4	3,7	2,11	0,69	4,41	3,72	0,2	-0,07
Lapuan_Vi	3,0	1,9	4,4	2,5	3,04	1,88	4,49	2,61	-0,02	-0,13
VexalaMS_Lu	6,1	3,1	9,9	6,8	6,16	3,71	9,41	5,7	-0,1	1,08
MikkelMS_Lu	3,7	1,4	6,6	5,1	2,48	0	5,71	5,71	1,23	-0,59
Kyronj_Lu	0,0	0,0	0,5	0,5	0	0	0,54	0,54	0	-0,05
MaalahMS_Lu	2,1	0,4	4,5	4,1	2,5	0,77	5,95	5,18	-0,45	-1,12
MaalahMS_Vi	0,0	0,0	0,8	0,8	0	0	0,85	0,85	0	-0,08
Isojoki_Vi	3,8	2,5	5,4	3,0	3,74	2,43	5,45	3,02	0,03	-0,06
MerikMS_Vi	0,0	0,0	0,2	0,2	0	0	0,81	0,81	0	-0,58
Kokemae_Vi	1,1	0,0	2,6	2,6	1,45	0,36	2,78	2,42	-0,4	0,13
TammisMS_Vi	3,9	2,6	5,5	3,0	4	2,68	5,71	3,03	-0,11	-0,08
HalikMS_Lu	0,9	0,0	2,4	2,4	0,5	0	1,97	1,97	0,38	0,46
BromarvKA_Vi	0,0	0,0	0,2	0,2	0	0	0,27	0,27	0	-0,09
Mankinj_Lu	0,4	0,0	2,4	2,4	0	0	1,68	1,68	0,41	0,71
AhvmMS_Vi	8,6	6,8	10,8	3,9	8,96	7,08	11,03	3,95	-0,33	<b>-0,02</b>
				4,2					-0,03	0,15

Myös siikakantaryhmien tunnistuksessa siivilähammastiedon lisääminen paransi hieman luotettavuutta, näin suuressa näytteessä kuitenkin varsin vähän, erityisesti suhteessa siivilähammastiedon keräämisen vaikeuteen ja työläyteen, tiedon lisäarvo voi jäädä vähäiseksi. Hyvin samanlaiset estimaatit saatiin kummallakin tavalla (Taulukko 17). Pienten osuuksien arvionti on aina väistämättä haastavaa, koska tällöin saalisnäyteyksilöitä per siikakanta on niin vähän. Pienemmissä saalisnäytteissä ero voi olla merkitsevämpi.

**Taulukko 17.** Siikasaaliin kantaryhmäkoostumusanalyysin vertailu pelkän geneettisen aineiston perusteella ja yhdistetyn geneettisen aineiston ja siivilähammasjakaumatiedon kanssa. MED = estimaattien mediaani (3000 estimaattia), estimaattien 95 % probability intervalli (todennäköisyysväli), kummallakin tavalla laskettuna, estimaattien mediaanien välinen ero ja todennäköisyysvälien välinen ero. Saalisnäyte oli 933 kalaa.

Siivilähampailla ja geeneillä					Geeneillä					
Kantaryhmä	Med	2,5 %	97,5 %	PI-väli	Med	2,5 %	97,5 %	PI-väli	Med ero	Väli ero
1 VS_PEM_Kesä	9,6	6,4	13,3	6,9	10,0	6,5	14,1	7,6	-0,5	0,7
2 VS_PEM_Pohj.	42,8	37,5	47,9	10,3	44,1	38,8	49,5	10,7	-1,3	0,3
3 MS_PEM	10,8	8,0	13,8	5,9	9,8	6,9	13,3	6,4	1,1	0,6
4 VS_MER_Lu	4,4	2,2	7,5	5,3	4,9	2,4	8,7	6,3	-0,4	1,1
5 VS_MER_Vi	3,0	1,9	4,4	2,5	3,0	1,9	4,5	2,6	0,0	0,1
6 MS_MER_Lu	9,9	6,7	13,6	6,9	8,6	4,5	12,7	8,3	1,3	1,4
7 MS_MER_Vi	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,9	0,9	0,0	0,1
8 VS_SEM_Isoj,_Vi	3,8	2,5	5,4	3,0	3,7	2,4	5,5	3,0	0,0	0,1
9 MS_SEM_Merik,_Vi	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,6
10 VS_SEM_Kokem,_Vi	1,1	0,0	2,6	2,6	1,5	0,4	2,8	2,4	-0,4	-0,1
11 MS_SAAR_Vi	3,9	2,6	5,6	3,0	4,0	2,7	5,8	3,1	-0,1	0,1
12 MS_SAAR_Lu	0,9	0,0	2,4	2,4	0,5	0,0	2,0	2,0	0,4	-0,5
13 VS_SUL_Lu	0,4	0,0	2,4	2,4	0,0	0,0	1,7	1,7	0,4	-0,7
14 MS_SAAR_Ahv_Vi	8,6	6,8	10,8	3,9	9,0	7,1	11,0	4,0	-0,3	0,0
				4,0				4,3	0,0	0,3

### 3.7. Johtopäätökset saalisosuusanalyysistä

Kaiken kaikkiaan geneettinen kannantunnistusmenetelmä toimi ja se mahdollistaa jatkossakin siikasaaliiden alkuperän analysoinnin ainakin kantaryhmätasolla. Kaikkia yksittäisten jokien kantoja ei niiden nykyisen suuren geneettisen samankaltaisuuden vuoksi voitu tunnistaa riittävällä luotettavuudella. Geneettisen tiedon perusteella näistä testisaaliista tunnistettiin 14 geneettisesti erilaista ryhmää ja jo niiden erottaminen saalista on paljon enemmän kuin aiemmin pelkän siivilähammastiedon perusteella tehty karkea tunnistus kahteen ryhmään. Ryhmäjakoa voi muuttaa kulloisenkin tarpeen mukaan, ja tässä käytetty 14 ryhmää ei ole ainut ryhmittely. Useampaankin ryhmään on mahdollista päästä jos geneettisen vertailuaineiston laatu on parempi, ja kaikkien vertailukantojen näytemäärät tasaisesti vähän korkeammat. Vertailuaineisto ei myöskään ollut aivan kattava, vaikka se sisälsikin tärkeimmät merialueen siikakannat. Sen täydentäminen voi hyvin vähentää arvioinnin epävarmuutta, sillä nyt saaliissa saattoi olla siikayksilöitä, jotka eivät olleet peräisin mistään vertailukannan näytteestä.

Siivilähammastiedon lisääminen ei kovin paljoa parantanut arvioinnin tarkkuutta ja luotettavuutta ainakaan suuressa näytteessä, mutta pienemmissä näytteissä, joissa merisiika ja vaellussiika ovat molemmat edustettuina samassa näytteessä, se varmasti parantaa tilannetta. Meidän testisaaliimme olivat pääosin kaikki joko vaellussiikaa tai merisiikaa. Tarkempien ja uudempien siivilähammastietojen käyttäminen kaikkien vertailukantojen tiedoissa todennäköisesti myös parantaisi tarkkuutta jonkin verran. Nyt joissain tapauksissa osin mahdollisesti vanhentuneet jakaumat alensivat tarkkuutta, mikä näkyi kohonneena epävarmuutena osuusarviossa. Huomattavaa on, että Bayesilaisessa osuusarviossa on aina mukana myös luotettavuusarvio, eli 95 % todennäköisyysväli, mikä selkiyttää epävarmuuden arviointia.

Tutkittujen testisaaliiden kantakoostumus vaihteli hyvin paljon ja osin yllättävästikin, joten analyysi tuotti konkreettista, uutta ja hyödyllistä tietoa siikasaaliiden alkuperärakenteista. Tässä hankkeessa



rakennetun vertailuaineiston perusteella on mahdollista tutkia edelleen siianpyynnin kohdistumista eri alueen siikakantoihin ja sen ajallista vaihtelua.

## Kiitokset

Hanke on saanut avustusta kalastonhoitomaksuvaroista Varsinais-Suomen ja Lapin ELY-keskukselta. Osa tutkimuksesta on toteutettu Kesäsiika takaisin -hankkeessa, jota rahoittaa Interreg Pohjoinen Euroopan aluekehitysrahasto sekä Lapin liitto. Esitämme suuret kiitokset myös kaikille hankkeessa avustaneille ja hankkeeseen näytteitään ja tietojaan antaneille henkilöille.

## 4. Kirjallisuus

- Anderson, E. C., Waples, R. S. and Kalinowski, S. T. 2008. An improved method for estimating the accuracy of genetic stock identification. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 1475–1486.
- Aronsoo, K. & Huhmarniemi, A. 2004. Changes in the Euroocean whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) population of the Kalajoki – potential consequences of the alterations of fishing patterns in the Gulf of Bothnia. *Ann. Zool. Fennici* 41: 195–204.
- Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H. och Parmanne R. 1991. Fiskevården I havsområdet utanför Jakobstad. RKTAL Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar. 82 s.
- Gelman, A. and Rubin, D. B. 1992. Inference from iterative simulation using multiple sequences. – *Statistical Science* 7: 457–511.
- Griffiths, A.M., Machado-Schiaffino, G., Dillane, E., Coughlan, J., Horreo, J. L., Bowkett, A. E., Minting, P., Toms, S., Roche, W., Gargan, P., McGinnity, P., Cross, T., Bright, D., Garcia-Vazquez, E., Stevens, J. R. 2010. Genetic stock identification of Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations in the southern part of the European range. *BMC Genetics* 2010: 11–31.
- Goudet, J. 1995. FSTAT (Version 1.2): A computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity* 86, 485–486.
- Goudet, J. 2001. FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3).
- 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 seaspawning whitefish, *Coregonus lavaretus* (Actinopterygii: Salmoniformes: Salmonidae) in the Gulf of Bothnia, Baltic Sea. *Acta Ichthyol. Piscat.* 45(2), 125–131.
- Huhmarniemi, A. & Aronsoo, K. 2001. Kalajoen vaellussiika Lisääntymisongelmia ja istukkaiden liikapyyntiä. Kalatutkimuksia Fiskundersökningar 180. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Hägerstrand H, Heimbrand Y, Numers M, Lill J.-O, Jokikokko E, Huhmarniemi A. 2016 Whole otolith elemental analysis reveals feeding migration patterns causing growth rate differences in anadromous whitefish from the Baltic Sea. *Ecology of Freshwater Fish*, published online 13 June 2016/DOI: 10.1111/eff.12289
- Häkli, K., Østbye, K., Kahilainen, K.K., Amundsen, P.-A., Præbel, K. 2018. Diversifying selection drives parallel evolution of gill raker number and body size along the speciation continuum of European whitefish. *Ecology and Evolution* DOI: 10.1002/ece3.3876.
- 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.
- Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 1998. Stocking practices of anadromous whitefish, *Coregonus lavaretus lavaretus*, in Bothnian Bay, Finland; evidence from gillraker numbers. *Ach. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 50: 507–515.
- Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2014. The large-scale stocking of young anadromous whitefish (*Coregonus lavaretus*) and corresponding catches of returning spawners in the River Tornionjoki, northern Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology* 21: 250–258.
- Jokikokko E, Hägerstrand H, Lill J.-O. 2018. Short feeding migration associated with a lower mean size of whitefish in the River Tornionjoki, northern Baltic Sea. *Fisheries Management and Ecology*, doi.org/10.1111/fme.12290
- Jutila, E., Koljonen, M.-L. ja Koskiniemi, J. 2015. Taimenen perinnöllinen erilaistuminen ja hoidon järjestäminen Isojoen vesistöissä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 52/2015. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 24 s.
- Kalinowski, S. T., Manlove, K. R. and Taper, M. L. 2007. A computer program for genetic stock identification. Manual. Department of Ecology, 310 Lewis Hall, Montana State University. 22 pp. [http://www.montana.edu/kalinowski/ONCOR/ONCOR\\_Manual\\_21Oct2007.pdf](http://www.montana.edu/kalinowski/ONCOR/ONCOR_Manual_21Oct2007.pdf)

- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M.-L. 1988: A stock register for Finnish whitefish. *Finnish Fisheries Research* 9: 49–60.
- Kallio-Nyberg, I. & Koljonen, M.-L. 1990: Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar No 4. 54 s.
- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Saloniemi, I. & Salminen, M. 2018. Anadromous trout threatened by whitefish fisheries in the northern Baltic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 34: 1145–1152. DOI: 10.1111/jai.13771
- 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. *J. Appl. Ichthyol.* 35, xx-xx Doi: 10.1111/jai.13898.
- Kaukoranta, M., Koljonen, M.-L., Koskiniemi, J. ja Pennanen, J. T. 1998. Kala-atlas. Nahkiainen, pikkunahkiainen, lohi, taimen, nieriä, siika, muikku, harjus, tOutoin, vimpa, rantaneula ja kivisimppu – esiintymät ja kantojen tila. Kalatutkimuksia 150. 57 pp.
- Koljonen, M.-L. 2006. Annual changes in the proportions of wild and hatchery Atlantic salmon (*Salmo salar*) caught in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1274–1285.
- Koljonen, M.-L., Gross, R. & Koskiniemi, J. 2014. Wild Estonian and Russian sea trout (*Salmo trutta*) in Finnish coastal sea trout catches: results of genetic mixed stock analysis. *Hereditas* 151: 277–195 DOI 10.1111/hrd2.00070
- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. *Finnish Fish. Res.* 3: 31–83.
- Lehtonen, H. 2003: Suuri kalakirja – ahvenesta vimpaan. WSOY.
- Lehtonen, H. & Himberg, M. K.-J. 1992. Baltic Sea migration patterns of anadromous, *Coregonus lavaretus* (L.) s. str., and sea-spawning European whitefish, *C. l. widegreni* Malmgren. *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 39 (3–4): 463–472.
- Lehtonen, H. & Jokikokko, E. 2002. Responses of anadromous European whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) to fishing in the Gulf of Bothnia. *Archiv für Hydrobiologie Special Issues: Advances in Limnology* 57: 669–676.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2002. Sea migration patterns of stocked anadromous European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) fingerlings. *Archiv für Hydrobiologie Special Issues: Advances in Limnology* 57: 119–128.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2009. Perämeren vaellussiikaistutusten tulokset. Riista- ja kalatalous- selvityksiä. 7/2009. ISSN 1796-8895
- 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. *Ann. Zool. Fennici* 41: 171–179.
- Lill, J.-O., Finnäs, V., Slotte, J., Jokikokko, E., Heimbrand, Y., Hägerstrand, H. 2018. Provenance of whitefish in the Gulf of Bothnia determined by elemental analysis of otolith cores. *Nuclear Instruments and Methods B* DOI: 10.1016/j.nimb.2017.09.029
- Manhard, C. V., Joyce, J. E. & Gharrett, A. J. 2017. Evolution of phenology in a salmonid population: a potential adaptive response to climate change. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 74: 1519–1527. dx.doi.org/10.1139/cjfas-2017-0028
- McCairns, R.J.S., Kuparinen, A., Panda, B., Jokikokko, E., Merilä, J. 2012. Effective size and genetic composition of two exploited, migratory whitefish (*Coregonus lavaretus lavaretus*) populations. *Conserv Genet*, DOI 10.1007/s10592-012-0394-2.
- Nei, M., Tajima, F. & Tatenno, Y. 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. - *Journal of Molecular Evolution* 19: 153–170.
- Ozerov, M. Yu.; Himberg, M.; Aykanat, T.; Sendek, D. S.; Hägerstrand, H.; Verliin, A.; Krause, T.; Olsson, J.; Primmer, C. R., Vasemägi, A. (2015). Generation of a neutral FST baseline for testing local adaptation on gill-raker number within and between European whitefish ecotypes in the Baltic Sea basin. *Journal of Evolutionary Biology*, 28 (5), 1170–1183. DOI: 10.1111/jeb.12645.

- Ozerov, M. Yu., Himberg, M., Debes, P. V., Hägerstrand, H., and Vasemägi, A. Combining genetic markers with an adaptive meristic trait improves performance of mixed-stock analysis in Baltic whitefish. – ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsw122.
- Page, R.D.M. 2000. TreeView program. version 1.6.1. Available at <http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/treeview.html>
- Palm, S., Romakkaniemi, A., Dannewitz, J., Jokikokko, E., Kagervall, A., Pakarinen, T., Hasselborg, T. (2017). Torneälvens bestånd av lax, havsöring och vandringsik – gemensamt svensk-finskt biologiskt underlag för bedömning av lämpliga fiskeregler under 2017. 40 p. Swedish University of Agricultural Sciences, SLU ID: SLU.aqua.2017.5.5-44
- Patton, J. C., Gallaway, B. J., Fechhelm, R. G. ym. 1997. Genetic variation of microsatellite and mitochondrial DNA markers in broad whitefish (*Coregonus nasus*) in the Colville and Sagavanirktok rivers in northern Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1548–1556.
- Pella, J. J. and Masuda, M. 2001. Bayesian methods for analysis of stock mixtures from genetic characters. – Fishery Bulletin 99: 151–167.
- Rogers, S.M., Marchand M.-H. & Bernatchez L. 2004. Isolation, characterization and cross-salmonid amplification of 31 microsatellite loci in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*). Mol. Ecol. Notes 4: 89–92.
- Saitou, N. and Nei, M. 1987. The neighbour joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular and Biological Evolution 4: 406–425.
- Säisä M. 2005. Pohjanlahden siikakantojen monimuotoisuus mikrosatelliitti-DNA – menetelmän avulla tarkasteltuna. RKTTL Raportti 2005. 8.5.2005
- Säisä M., Rönn, J., Aho, T., Björklund, M., Pasanen, P., Koljonen, M-L. 2008. Genetic differentiation among European whitefish ecotypes based on microsatellite data. Hereditas 145: 69–83.
- Svärdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Stockholm. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. 57. pp 1–95.
- Sivil, M. 2007. Kyrönjoen vaellussiikakannan vahvistaminen : Vuosien 2001–2005 seuranta. Länsi-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 02 /2007. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 57 s.
- Takezaki, N. 1998. NJBAFD: Neighbor-joining tree construction from allele frequency data. National Institute of Genetics, Misima, Sizuoka-ken, Japan. Available at <http://homes.bio.psu.edu/people/Faculty/Nei/Lab/software.htm>.
- Turgeon, J., Estoup, A. and Bernatchez, L. 1999. Species flock in the North American Great Lakes: molecular ecology of Lake Nipigon Ciscoes (Teleostei: Coregonidae: Coregonus). Evolution 53: 1857–1871.
- Urho, L., Koljonen, M-L., Saura, A., Savikko, A., Veneranta, L. & Janatuinen, A.. 2019. Kalat. Julk.: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus- Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Helsinki s. 549–555.
- Wang, J. 2004. Sibship reconstruction from genetic data with typing errors. Genetics 166: 1963–1979.
- Wang, J. & Santure, AW. 2009. Parentage and sibship inference from multi-locus genotype data under polygamy. Genetics 181: 1579–1594.
- Wang, J. 2007. Triadic IBD coefficients and applications to estimating pairwise relatedness. Genet. Res. 89: 135–153.
- 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.
- Winkler, K.A. & Weiss, S. 2008. Eighteen new tetranucleotide microsatellite DNA markers for *Coregonus lavaretus* cloned from an alpine lake population. Molecular Ecology Resources 8, 1055–1058.

Liite 1. Siikasaalisanalyysin vertailunäytteiden siivilähammasjakaumien keskiarvot.

Siikanäyte	Vuosi	N	Muoto	Kutup.	Alk.	Ka N/Loci	Sh Ka
1 Tornionjoki, Kukk. Kesäs. VS-TOK-15/Lu	2013, 2014	89	VS, kesä	Jokik.	Lu	88,9	30,3
2 Tornionjoki_2016_isot, kesäs.	2016	65	VS, kesä	Jokik.	Lu	60,3	30,6
3 Tornionjoki_2016_pienet, kesäs.	2016	32	VS, kesä	Jokik.	Lu	30,0	30,7
4 Tornionjoki_Kukk._2017_isot, kesäs.	2017	14	VS, kesä	Jokik.	Lu	13,0	30,8
5 Tornionjoki_Kukk._2017_pienet, kesäs.	2017	13	VS, kesä	Jokik.	Lu	12,0	29,8
1 Kemijoki, VS-KEM-14/Luon., syyss.	2000	52	VS, syys	Jokik.	Lu	52,0	28,1
2 Kemijoki, VS-KEK-08/Luon., kesäs.	2008	62	VS, kesä	Jokik.	Lu	62,0	29,8
3 Kemijoki_2012, syyss.	2012	25	VS, syys	Jokik.	Lu	23,9	27,1
4 Kemijoki_2013, syyss.	2013	25	VS, syys	Jokik.	Lu	24,0	29,2
5 Kemijoki_kesäsiika_2000	2000	70	VS, kesä	Jokik.	Lu	67,9	29,7
1 Simojoki_2002	2002	70	VS, kesä	Jokik.	Lu	65,4	28,7
1 Kuivajoki, 2017	2017	81	VS, kesä	Jokik.	Lu	80,0	29,1
1 Iijoki VS-IJO-01/Luonnosta	2001	30	VS, syys	Jokik.	Lu	29,8	29,0
2 Iijoki VS-IJO-94/1,3,4...2008	1994	30	VS, syys	Jokik.	Lu	30,0	29,4
3 Iijoki_2014, syMSy	2014	25	VS, syys	Jokik.	Lu	17,9	29,0
4 Iijokisuu_2015, syMSy	2015	25	VS, syys	Jokik.	Lu	6,0	29,1
2 Kiiminkijoki_2009	2009	41	VS, syys	Jokik.	Lu	39,9	28,5
1 Oulujoki, viljelty, Monta KVL	2017	60	VS	Jokik.	Vi	49,5	29,3
2 Oulujoki_2013_2014	2013	45	VS	Jokik.	Lu	35,0	29,3
1 Siikajoki_2008	2008	50	VS	Jokik.	Lu	13,0	-
1 Pyhäjokisuu_2012	2012	51	VS	Jokik.	Lu	45,5	28,0
1 Kalajoki_2012	2012	50	VS	Jokik.	Lu	34,7	29,0
2 Kalajoki_Perttu Koski_2015	2015	58	MS	Jokik.	Lu	57,0	25,1
1 Lestijoki_2008	2008	50	VS	Jokik.	Lu	37,3	28,2
1 Perhonjoki_VS-Kokkola, Outojoen_KVL	2006	14	VS	Jokik.	Vi	14,0	29,0
2 Perhonjoki_2015	2015	47	VS	Jokik.	Lu	42,5	28,1
3 Perhonjoki_2016	2016	50	VS	Jokik.	Lu	48,1	28,7
1 Larsmo Kackurströmmen (Kruunupyyinjoki)	2016	25	MS	Suistok.	Lu	25,0	28,5
2 Larsmo (Kruunupyyinjoki)_KVL_2010	2010	29	MS	Suistok.	Vi	29,0	28,3
3 Larsmo (Kruunupyyinjoki)_KVL_2016	2016	33	MS	Suistok.	Vi	33,0	28,4
1 Lapuanjoki, Outojoen KVL (Nykarlebyälv)	2006	51	VS	Jokik.	Vi	51,0	28,1
1 Vexala (Lapuanjoki)	2016	50	MS	Merik.	Lu	50,0	26,5
1 Mikkelsaaret	2001-2003	40	MS	Merik.	Lu	42,0	26,6
1 Kyrönjoki_2016	2016	47	VS	Jokik.	Lu	46,9	28,1
1 Maalahti suistosiiika (Maalahdenjoki)	2017	30	MS	Suistok.	Lu	29,9	28,2
2 Maalahti_istutussiiat	2017	50	MS	Suistok.	Vi	50,0	28,2
1 Lapväärin Isojoki, Laukaan KVL	2002	18	VS	Jokik.	Vi	18,0	30,1
2 Lapväärin Isojoki, Outojoen KVL	2006	56	VS	Jokik.	Vi	56,0	30,1
1 Merikarvia_merik._luonn.poik_2016	2016	36	MS	Merik.	Lu	36,0	29,6
1 Kokemäenj._Laukaa_emot_2002_2006	2002	120	VS	Jokik.	Vi	110,9	29,9
1 Halikonlahti (Halikonjoki)	2013-2015	43	MS	Merik.	Lu	43,0	29,6
1 Kiskonjoki-Perniönjoki	2014	25	MS	Merik.	Lu	25,0	29,9
1 Saaristosiiika, Outojoen KVL, Tammisaari	2006	54	MS	Merik.	Vi	53,9	29,6
1 Bromarv	2007	50	MS	Merik.	Vi	50,0	29,6
1 Mankinjoki	2014	180	VS	Jokik.	Lu	195,9	29,9
1 Ahvenanmaa	2004	50	MS	Merik.	Vi	50,0	25,3
YHTEENSÄ		2211				2075,2	



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000