



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 51/2020

Pohjanlahden siikakantojen vaelluserot ja ikäkohtaiset kokoerot

Siikakantojen ekologisten ominaisuuksien tutkimus
geneettisen kannantunnistuksen avulla

Tuomas Leinonen, Irma Kallio-Nyberg, Marja-Liisa Koljonen,
Lari Veneranta ja Erkki Jokikokko

Pohjanlahden siikakantojen vaelluserot ja ikäluokkien kokoerot

Siikakantojen ekologisten ominaisuuksien tutkimus
geneettisen kannantunnistuksen avulla

Tuomas Leinonen, Irma Kallio-Nyberg, Marja-Liisa Koljonen,
Lari Veneranta ja Erkki Jokikokko

Viittausohje:

Leinonen, T. Kallio-Nyberg, I., Koljonen, M.-L., Veneranta, L. & Jokikokko, E. 2020. Pohjanlahden siikakantojen vaelluserot ja ikäluokkien kokoerot : Siikakantojen ekologisten ominaisuuksien tutkimus geneettisen kannantunnistuksen avulla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 51/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 31 s.

Tuomas Leinonen, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3328-229X>



ISBN 978-952-380-009-0 (Painettu)

ISBN 978-952-380-010-6 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-010-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Tuomas Leinonen, Irma Kallio-Nyberg, Marja-Liisa Koljonen, Lari Veneranta ja Erkki Jokikokko

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2020

Julkaisuvuosi: 2020

Kannen kuva: Lauri Urho

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

Tiivistelmä

Tuomas Leinonen¹, Irma Kallio-Nyberg², Marja-Liisa Koljonen¹, Lari Veneranta² ja Erkki Jokikokko³

¹Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

²Luonnonvarakeskus, Wolffintie 35, 65200 Vaasa

³Luonnonvarakeskus, Laivurintie 6 94450 Keminmaa

Siikasaaliiden osuus ammatti- ja vapaa-ajankalastuksessa on merkittävä. Tulevaisuuden kalastusmahdollisuuksien turvaamisen kannalta siikakantojen hoito yhdessä kalastuksen säätelyn kanssa on välttämätöntä. Pohjanlahden siikasaalis koostuu useasta erillisestä rannikkoalueen siikakannasta. Suurin osa siikakannoista on jokiin lisääntymään vaeltavia vaellussiikoja ja pienempi osa meressä lisääntyviä merikutuisia siikoja eli karisiikoja. Pohjanlahden siikasaaliisiin vaikuttavat huomattavissa määrin laajamittaiset siikaistutukset. Uhanalaisuusarvioinnissa Pohjanlahden luonnonvarainen vaellussiikamuoto on todettu erittäin uhanalaiseksi (EN) ja merikutuinen siika vaarantuneeksi (VU).

Tämän hankkeen tarkoituksena oli muodostaa mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva niistä siikakantojen ekologisista eroista, jotka vaikuttavat siihen, miten kannanhoito ja kalastuksen vaikutukset kohdistuvat eri siikakantoihin. Yksittäisten siikakantojen osuus Pohjanlahden eri alueiden siikasaaliista on selvitetty aiemmin geneettisiin eroihin ja siivilähammaslukuun perustuvalla siikakantojen erottelumenetelmällä. Tässä työssä hyödynnettiin geneettistä kannantunnistusta ja selvitettiin eri siikakantojen pituus, paino, ikä, sukupuoli ja sukukypsyyssaste. Näin saatiin kuva niistä siikakantojen ekologisista erityispiirteistä, jotka vaikuttavat todennäköisyyteen tulla kalastetuksi ja jotka määrittelevät minkälaisia kalastuksen vaikutukset eri siikakantoihin ovat. Lisäksi selvitettiin osasta siikakantoja niiden vaelluskäyttäytymis- ja kasvueroja.

Vaelluskäyttäytymisessä oli selkeitä eroja siikakantojen välillä sekä syönnösvaelluksen aikana että kutuvaellusaikana. Vaellussiikakantojen vaelluskäyttäytyminen erosi merikutuisten siikojen käyttäytymisestä selkeästi. Vaellusmatkojen pituudet vaihtelivat sekä siikakantojen välillä että siikakantojen sisällä. Vaelluserot vaihtelivat käytännössä aivan kutujokien edustalle jäävien siikojen olemattomasta vaelluksesta Tornionjoen vaellussiikojen 500–700 kilometrin vaelluksiin. Siikakantojen välillä oli myös eroja ikäkohtaisessa saaliskoossa, mikä viittaa eroihin kasvunopeuksissa. Kemi-Oulujoen pääosin viljelytaustaiset vaellussiikat olivat suurempia kuin Tornionjoen luonnonvaraiset vaellussiikat. Ahvenanmaan merialueen karisiikat olivat kooltaan lähes vaellussiikojen kokoisia, kun taas Merenkurkku-Kalajoen merialueen karisiikat olivat selkeästi pienimpiä. Siikojen vaelluskäyttäytyminen oli myös yhteydessä niiden ikään ja sukukypsyyssasteeseen. Saaliiksi saatujen siikojen ikä vaihteli sen mukaan, miltä merialueelta ne oli pyydytty – nuorimmat pyyntikokoiset vaellussiikat kalastettiin kauimpana kutujoilta.

Sekä vaelluskäyttäytyminen että kalojen kokoerot vaikuttavat suoraan todennäköisyyteen, jolla kalat tulevat kalastetuiksi eli siihen, ovatko kalat kalastusalueella kalastusaikaan ja voivatko ne ylipäättään tarttua pyydyksiin. Pohjanlahdella pyydykset ovat pääosin verkkoja, ja ne valikoivat saaliskalat koon perusteella. Kalojen ikäkohtaiset kokoerot ja niiden perustana olevat erot kasvunopeuksissa, samoin kuin ikä- ja sukukypsyyserot merkitsevät, että kalastuksen säätelyllä ja kalastuksella on erilaiset vaikutukset eri siikakantoihin. Kalastusta säädeltäessä ja kannanhoitotoimia suunniteltaessa, erityisesti hoitoyksiköitä määritettäessä, tulisi jatkossa ottaa huomioon myös erot siikakantojen ekologiassa. Näin voidaan turvata yksittäisten luonnonvaraisten siikakantojen elinvoimaisuus ja samalla myös parantaa siikaistutusten tehokkuutta.

Asiasanat: Siikakannat, kasvuerot, pyyntikoko, saaliskoostumus, vaelluskäyttäytyminen

Sisällys

1. Johdanto	5
2. Aineisto ja menetelmät	7
2.1. Siikasaaliiden kannanmääritys	7
2.2. Siikakantaryhmät	7
2.3. Tilastolliset menetelmät	8
3. Tulokset ja tulosten tarkastelu	10
3.1. Vaelluskäyttäytyminen	10
3.1.1. Syönnösvaellus	10
3.1.2. Kutuvaellus	11
3.1.3. Sukukypsyyden ja iän vaikutus vaellukseen	15
3.1.4. Sukupuolten väliset erot vaelluskäyttäytymisessä	19
3.2. Ikäkohtainen pyyntikoko	19
3.2.1. Pituus	19
3.2.2. Paino	23
3.3. Tulosten tarkastelu	26
3.4. Johtopäätökset ekologisten ominaisuuksien analyysistä	27
4. Kirjallisuus	29
Kiitokset	30
5. Liitteet	31

1. Johdanto

Pohjanlahden siikakannat ovat taloudellisesti merkittävä kalavara ammatti- ja vapaa-ajankalastukselle. Siikasaaliin taloudellinen arvo on viime vuosikymmenen aikana vaihdellut 1,7–2,7 miljoonan euron välillä (Luke 2019). Pohjanlahden siikasaaliit ovat kuitenkin pienentyneet viimeisten vuosikymmenien aikana. Siikasaaliit ovat kolmena viime vuotena olleet 400 tonnin luokkaa, kun ne vielä 1990-luvulla olivat järjestään yli 1 000 tonnia (SVT: Luonnonvarakeskus, Kaupallinen kalastus merellä 2019). Siikasaaliiden vähenemiseen on vaikuttanut erityisesti siikojen luontaisen lisääntymisen heikkeneminen lisääntymisjokien rakentamisen seurauksena (Lehtonen ja Himberg 2002). Merkittävää luontaista lisääntymistä on enää vesivoimatuotantoon valjastamattomassa Tornionjoessa (Jokikokko & Huhmarniemi 2014), vaikka vaellussiika pystyy jossain määrin lisääntymään myös jokien alimpien patojen ja meren välisellä alueella (Finnäs ym. 2020). Pohjanlahteen laskeviin jokiin lisääntymään vaeltavat vaellussiikat on luokiteltu uhanalaisuudeltaan erittäin uhanalaisiksi (EN) ja meressä lisääntyvät siikakannat vaarantuneiksi (VU) (Urho 2019). Siikasaaliiden pieneminen on osin myös seurausta kaupallisten kalastajien määrän vähenemisestä. Saaliiden pienentymiseen ja kalastuksen kannattavuuden heikentymiseen on saattanut vaikuttaa myös hyljekantojen kasvu ja niiden haitta pyynnille (Svels ym. 2019) Myös siikasaaliiden koostumus on muuttunut viimeisten vuosikymmenien aikana. Kun 1980-luvulla siikasaaliista noin puolet oli merikutuista siikaa (Lehtonen & Jokikokko 2002), on merikutuisen siian osuus saaliista nykyään enää noin kolmannes (Koljonen ym. 2019).

Siian luontaisen lisääntymisen vähenemistä kompensoidaan laajamittaisilla poikasistutuksilla. Suomen rannikolle istutetaan vuosittain noin 8 miljoonaa kesänvanhaa ja noin 33 miljoonaa vastakuoriutunutta poikasta (ICES 2018). Istutukset muodostavat merkittävän osan Pohjanlahden siikasaaliista (Koljonen ym. 2019) ja vaikuttavat siten osaltaan myös kalastuksen eri siikakantoihin kohdistamaan paineeseen.

Pohjanlahden siikakannat on perinteisesti jaettu virtavesiin kudulle nouseviin vaellussiikoihin ja meressä kuteviin karisiikoihin (esim. Svärdson 1979, Lehtonen 1981, Säisä ym. 2008, Veneranta ym. 2013). Vaellus- ja karisiikat eroavat toisistaan kutualueen lisäksi erityisesti vaelluskäyttäytymiseltään ja kasvunopeudeltaan: vaellussiikat ovat nopeakasvuisempia ja kasvavat suuremmiksi kuin karisiikat sekä tekevät pidempiä syönnösvaelluksia (Lehtonen 1981, Lehtonen & Himberg 1992, Hägerstrand ym. 2017, Kallio-Nyberg ym. 2019). Lisäksi tunnetaan merikutuisia siikakantoja, jotka tekevät vaellussiian kaltaisen syönnösvaelluksen ja kasvavat esimerkiksi Perämeren karisiikojen nopeammin ja suurikokoisemmiksi (Luke merkintätutkimus, julkaisematon). Erot vaelluskäyttäytymisessä eivät rajoitu pelkästään kahden siikamuodon välille – eroja on myös eri vaellussiikakantojen välillä kutunousun ajoittumisessa. Esimerkiksi Tornionjoen vaellussiikat alkavat nousta jokeen jo kesällä, kun taas useimpien muiden kantojen vaellussiikat nousevat jokeen kutemaan syksyllä (Lehtonen 1981). Vaelluskäyttäytymisen eroista johtuen kalastuksen vaikutukset eri siikakantoihin eroavat ajallisesti ja paikallisesti. Lisäksi vaellussiikojen ja merikutuisten siikojen koossa ja kasvussa on eroa, joka osaltaan näkyy kalastuksen merkityksessä kannan rakenteelle. Suurin osa Pohjanlahden siikasaaliista saadaan verkoilla (Aronsuu & Huhmarniemi 2004; Kallio-Nyberg ym. 2019; Kallio-Nyberg ym. 2020), jotka ovat erittäin selektiivisiä pyydyksiä (Heikinheimo ja Mikkola 2004). Kalastuksen vaikutukset eri siikakantoihin ovat erilaiset silloin, kun siikakannat eroavat kasvunopeudessa toisistaan. Nykyisellään valikoiva kalastus vaikuttaa suhteellisesti enemmän nopeakasvuisten vaellussiikojen pyyntikokoon kuin hidaskasvuisten karisiikojen ikäkohtaiseen pyyntikokoon (Kallio-Nyberg ym. 2019). Tietyn ikäisten kalojen kokoerot voivat heijastaa kanta-kohtaisia kasvueroja ja eroja sukukypsyydessä (esim. Enberg ym. 2012). Kalastuksen on havaittu vaikuttavan kalakantoihin valikoivasti siten, että kalat tulevat sukukypsiksi nuorempina ja pienempikokoisina (esim. Jennings ym. 1999, Hutchings 2000; Kallio-Nyberg ym. 2019). Mitä pienempiä kutukalat ovat kooltaan, suhteessa sitä vähemmän ne saavat poikasia. Siikakantojen elinvoimaisuuden säilymisen kannalta onkin tärkeä tunnistaa kanta-kohtaiset erityispiirteet sekä vaelluskäyttäytymisessä että ikäkohtaisessa pyyntikoossa.

Vaellus- ja karisiitit eroavat myös siivilähampaiden lukumääriltään (Lehtonen 1981; Himberg ym. 2015; Koljonen ym. 2019). Siivilähampaiden lukumäärää onkin käytetty yleisesti siikamuotojen tunnistuksessa (esim. Himberg ym. 2015), mutta joskus on myös kalojen kasvunopeus huomioitava muotojen erottelussa siivilähammasmäärien lisäksi (Salojärvi ja Auvinen 1981). Siikakantojen säilyttämisen ja hoidon kannalta on kuitenkin tärkeää erottaa siikasaaliissa tarkemmin myös eri siikakantojen osuudet eri ajankohtina, ei ainoastaan vaellus- ja karisiitit. Geneettiset kannantunnistusmenetelmät ovat kehittyneet siinä määrin, että osa yksittäisistä siikakannoista voidaan tunnistaa siikasaaliista verrattain hyvällä tarkkuudella ja osa perinnöllisesti samankaltaisten siikojen pienempinä ryhminä (Koljonen ym. 2019).

Tämän hankkeen tehtävänä oli muodostaa mahdollisimman kokonaisvaltainen kuva siikakantojen välisestä vaelluskäyttäytymiseroista sekä eroista ikäkohtaisessa pyyntikoossa. Lisäksi tarkasteltiin sukukypsyysvaiheen vaikutusta siikojen vaelluskäyttäytymiseen. Nämä siikakantojen ekologiset erityispiirteet määrittelevät sen, minkälainen vaikutus erilaisilla pyyntirajoituksilla ja kalastuksella on eri siikakantoihin. Tässä työssä saalissiikojen alkuperä saatiin aiemmin julkaistun työn materiaalista, jossa siikojen alkuperä määritettiin käyttämällä yhdistettyä 16 DNA-mikrosatelliittilokuksen muuntelua ja siivilähammasmäärien jakaumia (Koljonen ym. 2019).

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Siikasaaliiden kannanmääritys

Tämän hankkeen aineiston muodostivat vuosina 2008-2014 Pohjanlahden merialueilta pyydystetyt siiat. Näytteitä oli yhteensä 1187 ja ne kerättiin kaupallisten kalastajien saaliista, josta näytteitä on kerätty vuodesta 1998 osana EU:n tiedonkeruun näytteenotto-ohjelmaa (Kallio-Nyberg ym. 2018). Siikojen alkuperä määritettiin osana 'Pohjanlahden siikakantojen perinnöllinen erilaistuminen ja merialueen siikasaaliiden alkuperä' -hanketta (Koljonen ym. 2019). Saalissiikojen perimää verrattiin aiemmin kerättyyn suomuaineistoon, joka käsittää 48 erillistä siikakantaa. Perimän vertailut perustuvat siikakantanäytteistä ja siikasaalinnäytteistä analysoituun 16 DNA-mikrosatelliittilokuksen muunteluun. Yksittäisten siikojen alkuperäkanta määritettiin probabilistisella Bayesilaisella estimointimenetelmällä (Koljonen ym. 2019). Tässä työssä huomioitiin vain ne yksilöt, joiden alkuperäkanta pystyttiin määrittämään vähintään todennäköisyydellä 0,5. Näin saalisaineiston kokonaisyksilömääräksi tuli 717 siikaa.

2.2. Siikakantaryhmät

Siikanäytteitä oli 25 eri siikakannasta (Kuva 1, Taulukko 1). Yksittäisten siikakantojen näytemäärät ja kuvaukset on annettu aiemmassa raportissa (Koljonen ym. 2019). Usean yksittäisen siikakannan yksilömäärät siikasaaliissa olivat kuitenkin liian pieniä tilastollisten analyysien tekoon, minkä vuoksi geneettisesti hyvin samankaltaiset siikakannat yhdistettiin kantaryhmiksi (Taulukko 1). Näin saatiin tarkasteltavaksi kuusi eri siikakantaryhmää, joista kaksi oli karisiikakantaryhmiä (Merenkurkku-Kalajoki ja Ahvenanmaa) ja neljä vaellussiikakantoja (Tornionjoki, Kemi-Oulujoki, Lapuanjoki ja Isojoki).

1) Tornionjoen kantaryhmän muodostivat Tornionjoen kesänousuiset vaellussiiat, joita saalisnäytteissä oli yhteensä 182 kpl. Tornionjoki on ainoa Pohjanlahteen laskevista siian kutuajoista, jota ei ole padottu ja jossa siika lisääntyy luontaisesti merkittävässä määrin (Jokikokko & Huhmarniemi 2014). Tornionjokeen on tehty aiemmin myös istutuksia Tornionjoen omilla kesä- ja syysiiikakannoilla. Tornionjoen kesänousuisten vaellussiikojen nousu alkaa heinäkuussa, päänousun ollessa elokuun jälkipuoliskolla, jatkuen aina kutuun asti (Lindroth 1957, Lind & Kaukoranta 1974, Lehtonen 1981).

2) Kemi-Oulujoen kantaryhmän muodostivat Kemijoen, Simojoen, Iijoen, Oulujoen ja Pyhäjoen kesä- ja syysnousuiset vaellussiiat. Saalisnäytteissä näitä siikoja oli 207 kpl. Luontainen lisääntyminen suhteessa istutusmääriin Kemi-Oulujoen kantaryhmän kaikissa joissa on vähäistä ja suurin osa kantaryhmän jokien siikakannoista on istutettua alkuperää. Kemijoen velvoiteistutuksiin käytetään 10-25 % laitosessa kasvatetuista Tornionjoen emokalastosta peräisin olevaa kesäsiikaa.

3) Merenkurkku-Kalajoen kantaryhmään kuuluivat Mikkelinosaarten rannikon merialueilla kutevat karisiiat sekä Vexalan ja Kalajoen edustalla kutevat karisiiat (Veneranta ym. 2013). Merikutuista siikaa ei istuteta näillä alueilla. Saalisnäytteissä Merenkurkku-Kalajoen kantaryhmän siikoja oli yhteensä 135 kpl.

4) Ahvenanmaan kantaryhmä koostui Ahvenanmaan alueen merikutuisesta saaristosiiasta, joka on viljeltyä alkuperää. Luontaisesta poikastuotannosta ei ole havaintotietoja. Saalisnäytteissä Ahvenanmaan kantaryhmän siikoja oli 80 kpl.

5) Lapuanjoen kantaryhmään kuului Lapuanjoen vaellussiiat, jotka ovat viljeltyä alkuperää. Luontainen lisääntyminen Lapuanjoessa on vähäistä. Lapuanjoen kantaryhmän siikoja oli saalisnäytteissä 23 kpl.

6) Isojoen kantaryhmä koostui Isojoen vaellussiioista. Isojoessa luontainen lisääntyminen on heikkoa ja viljeltyjen siikojen osuus on suuri (Aronsoo & Huhmarniemi 2004). Saalisnäytteissä Isojoen kantaryhmän yksilöitä oli 34 kpl.

Siikasaalisnäytteitä oli neljältä Pohjanlahden merialueelta: Perämereltä, Merenkurkusta, Selkämereltä ja Ahvenanmereltä eri tilastoruuduilta, jotka ovat kooltaan noin 50 x 50 km (Kuva 1). Siikasaaliit jaettiin maantieteellisen sijainnin lisäksi kalastusajankohdan mukaan kahteen ajanjaksoon – syönnösvaelluskauteen (tammi-kesäkuu) ja kutuvaelluskauteen (heinä–joulukuu). Suurin osa syönnösvaelluskauden vaellussiikasaaliista pyydettiin kesäkuussa, kutuvaelluskauden vaellussiikasaalis syyskuussa. Karisiikasaaliista suurin osa pyydettiin kutuvaelluskautena lokakuussa (Taulukko A1). Jokaisesta siikanäytteestä otettiin somu DNA-kartoitusta varten sekä mitattiin pituus ja paino. Lisäksi jokaisen siian ikä ja sukukypsyyssaste määritettiin. Siiat jaettiin sukukypsyyden perusteella yksilöihin, jotka eivät vielä olleet kuteneet ja joiden sukuruhasissa ei ollut merkkejä sukukypsyydestä (sukukypsymättömät) ja kuteneihin yksilöihin (sukukypsät), joihin laskettiin kaikki loput kalat, joiden sukukypsyyssaste vaihteli sukukypsistä, kutemaan valmiista kaloista, jo kuteneisiin ja lepotilassa oleviin kaloihin.

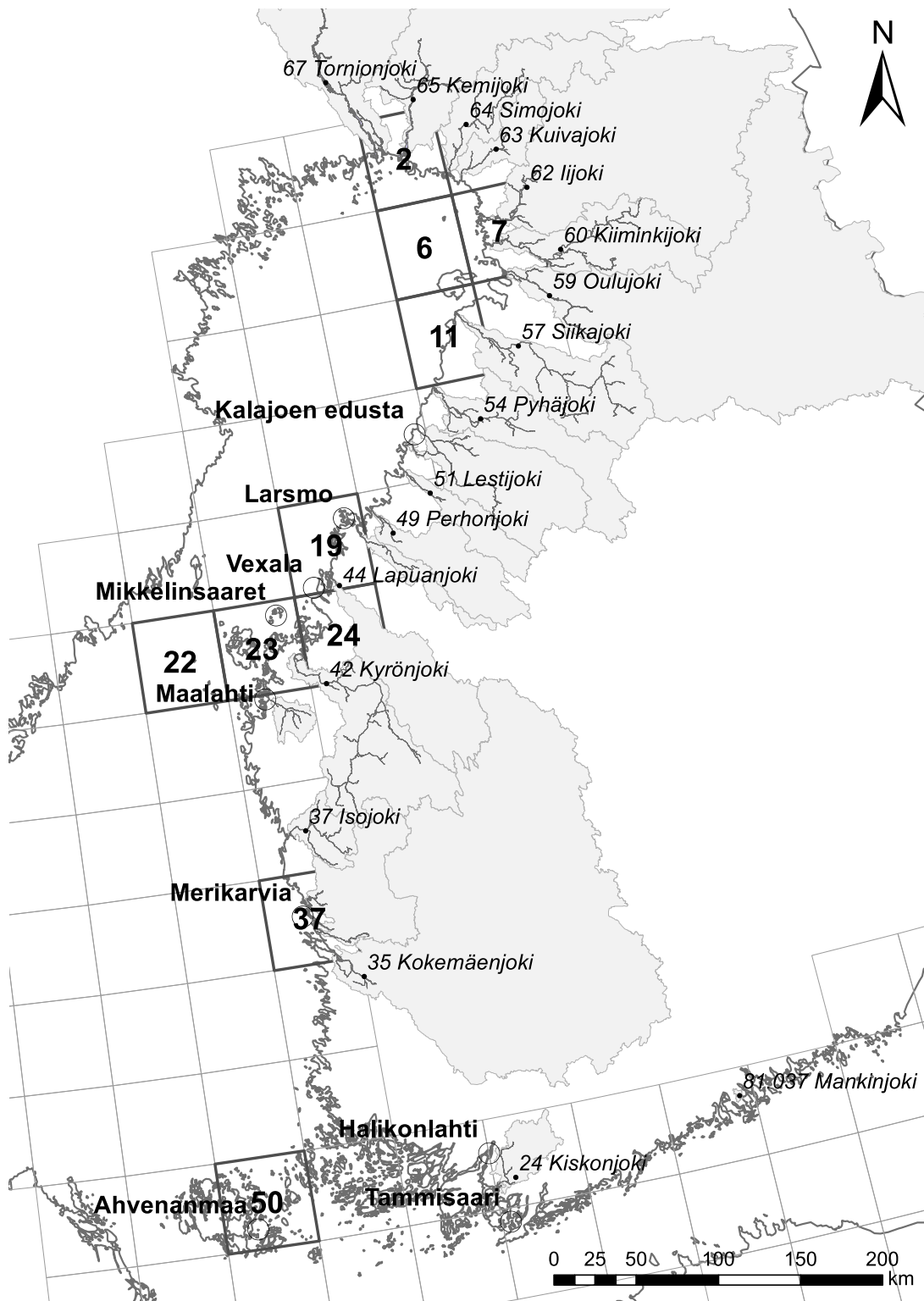
Taulukko 1. Pohjanlahden siikasaalisnäytteet jaettuna kannan ja kantaryhmän mukaan. Kantatodennäköisyyksien keskiarvo kertoo millä keskiarvoisella todennäköisyydellä kanta on määrätynyt (\pm keskihajonta).

Kantaryhmä	Siikakanta	Muoto	Luonnonvarainen / viljelty	Näytemäärä	Kantatodennäköisyyksien keskiarvo
Tornionjoki	Tornionjoki	Vaellussiika	Luonnonvarainen	182	0,77 \pm 0,15
Kemi-Oulujoki	Iijoki	Vaellussiika	Viljelty	38	0,74 \pm 0,13
	Kemijoki-Simojoki	Vaellussiika	Viljelty	152	0,68 \pm 0,13
	Oulujoki	Vaellussiika	Viljelty	2	0,57 \pm 0,01
	Pyhajoki	Vaellussiika	Luonnonvarainen	14	0,68 \pm 0,13
Isojoki	Isojoki	Vaellussiika	Viljelty	25	0,93 \pm 0,12
Lapuanjoki	Lapuanjoki	Vaellussiika	Viljelty	23	0,91 \pm 0,13
Merenkurkku-Kalajoki	Kalajoki	Karisiika	Luonnonvarainen	93	0,76 \pm 0,15
	Mikkelinsaaret	Karisiika	Luonnonvarainen	16	0,75 \pm 0,14
	Vexala	Karisiika	Luonnonvarainen	26	0,71 \pm 0,13
Ahvenanmaa	Ahvenanmaa	Karisiika	Viljelty	80	0,95 \pm 0,11

2.3. Tilastolliset menetelmät

Siikakantaryhmien vaelluskäyttäytymistä tutkittiin vertaamalla kunkin kantaryhmän yksilöiden määrää eri tilastoruuduista saaduissa siikasaaliissa. Analyysissä eri meriruuduilta saadut saaliit yhdistettiin merialueittain. Tutkitut alueet olivat Perämeri (ruudut 2, 6, 7, 11 ja 19), Merenkurkku (ruudut 22 ja 23), Selkämeri (ruutu 37) ja Ahvenanmeri (ruutu 50) (Kuva 1). Siikakantaryhmien maantieteellistä jakautumista eri merialueille verrattiin tilastollisesti eri vuodenaikoina (syönnösvaellusaika ja kutuvaellusaika). Niissä kantaryhmissä, joissa näytemäärät olivat tarpeeksi suuret, verrattiin myös eroja vaelluskäyttäytymisessä eri ikäryhmissä sekä sukupuolten ja sukukypsyyssuokkien välillä. Ikäluokkaan 1 kuuluu istutusvuoden jälkeen tammi- joulukuussa pyydetty kala ja ikäluokkaa 2 kuuluu sitä seuraavana kalenterivuonna pyydetty kala. Eri ryhmien yksilöiden esiintymistä eri merialueilla verrattiin Pearson- χ^2 -testillä. Kahden suurimman vaellussiikakantaryhmän, Tornionjoen kesäsiian ja Kemi-Oulujoen kesä- ja syys-siian, jakautumista verrattiin myös yksittäisten tilastoruutujen osalta.

Kaikista saalissioista mitattiin paino ja pituus. Painon ja pituuden erojen tilastollinen merkitsevyys eri kantaryhmien sekä eri ikäluokkien ja sukupuolten välillä laskettiin käyttämällä Kruskal-Wallis-testiä. Kaikki tilastolliset analyysit laskettiin SAS-ohjelmistolla (SAS Institute 2012).



Kuva 1. Rannikon joista ja merialueilta kerätyt siikakantojen vertailunäytteet. Ekologisten ominaisuuksien kartoitukseen käytetyt saalishäytteet on pyydetty numeroiduilta tilastoruuduilta. Näytteenottoruudet jaettiin neljään merialueeseen: Perämeri (ruudut 2, 6, 7, 11), Merenkurkku (ruudut 19, 22, 23, 24), Selkämeri (ruutu 37) ja Ahvenanmeri (ruutu 50).

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1. Vaelluskäyttäytyminen

Kaikkien siikakantaryhmien vaelluskäyttäytyminen erosi vuodenaikojen välillä (Kuva 2, Taulukko 2).

Taulukko 2. Siikakantaryhmien saalisosuudet Pohjanlahden kolmella merialueella kantaryhmä- ja kausikohtaisina prosenttiosuuksina (suluissa yksilömäärät) ja jokaisen kantaryhmän kausittaisten saalisjakaumien vertailun χ^2 -testisuure ja p-arvo. Kantaryhmien ja vuodenaikojen suurin prosenttiosuus tummennettuna.

Kantaryhmä	Kuukaudet	Merialue			n	χ^2	p (χ^2)
		Perämeri % (n)	Merenkurkku % (n)	Selkämeri % (n)			
Tornionjoki	Tammi-kesäkuu	44,6 (33)	27,0 (20)	28,4 (21)	74	14,5	<0,001
	Heinä-joulukuu	60,2 (65)	32,4 (35)	7,4 (8)	108		
Kemi-Oulujoki	Tammi-kesäkuu	10,0 (7)	22,9 (16)	67,1 (47)	70	74,9	<0,001
	Heinä-joulukuu	24,1 (33)	66,4 (91)	9,5 (13)	137		
Mikkelinsaaret	Tammi-kesäkuu	12,5 (2)	12,5 (2)	75 (12)	16	*	<0,001
	Heinä-joulukuu	58,8 (70)	33,6 (40)	7,6 (9)	119		
Ahvenanmaa	Tammi-kesäkuu	0 (0)	0 (0)	100 (2)	2	-	-
	Heinä-joulukuu	0 (0)	0 (0)	100 (78)	78		
Isojoki	Tammi-kesäkuu	0 (0)	18,2 (2)	81,8 (9)	11	*	<0,001
	Heinä-joulukuu	0 (0)	92,9 (13)	7,1 (1)	14		
Lapuanjoki	Tammi-kesäkuu	0 (0)	0 (0)	100 (15)	15	*	<0,001
	Heinä-joulukuu	0 (0)	62,5 (5)	37,5 (3)	8		
*Käytetty Fisherin eksaktia testiä							

3.1.1. Syönnösvaellus

Saalisnäytteiden perusteella syönnösaikana, tammi-kesäkuussa, Tornionjoen kesänousuisista vaellussioista lähes puolet pysyi Perämerellä, lähellä rannikkoa (Taulukko 3). Lähes yhtä suuri osuus Tornionjoen kantaryhmän sioista vaelsi syönnökselle Merenkurkkuun ja Selkämerelle (Kuva 2). Myös Ahvenanmereltä tavattiin hieman syönnösvaelluksella olevia Tornionjoen vaellussiiikoja (Kuva 2). Kemi-Oulujoen vaellussioista suurin osa vaelsi syönnökselle Selkämerelle, neljänneksen kantaryhmän sioista jäädessä Merenkurkkuun ja pienen osan Perämerelle (Kuva 2, Taulukot 2 ja 3). Kemi-Oulujoen kantaryhmän siikoja oli myös Ahvenanmeren siikasaaliissa enemmän kuin Tornionjoen siikoja (Kuva 2, Taulukko 3). Isojoen vaellussioista suurin osa pyydettiin syönnösaikana Selkämereltä. Lapuanjoen kantaryhmän vaellussiiikoja päättyi siikasaaliisiin ainoastaan Selkämerellä (Kuva 3).

Merikutuisia siikoja oli syönnösajan saaliissa melko vähän – niitä kalastetaankin pääasiassa syksyllä mädin vuoksi. Suurin osa syönnösajan Merenkurkku-Kalajoen siikasaaliista pyydettiin Selkämereltä (Kuva 2). Perämereltä, Merenkurkusta ja Ahvenanmereltä saatiin kustakin ainoastaan kaksi yksilöä syönnösaikana. Niin ikään Ahvenanmaan merisiikoja päättyi syönnösajan saaliiseen ainoastaan kaksi yksilöä, molemmat Ahvenanmereltä (Kuva 2).

Siikamuotojen välisten erojen lisäksi vaelluskäyttäytymisessä oli selkeitä eroja myös eri siikamuotojen sisällä ja eri kutukantojen välillä. Siikakantojen väliset erot vaelluskäyttäytymisessä syönnösaikana merkitsevät, että kalastuksen vaikutukset eri siikakantoihin vaihtelevat merialueittain. Pohjoisessa, Perämerellä, alkuvuoden kalastuksessa suurin paine kohdistuu kannoista pohjoisimpaan, Tornionjoen vaellussiiikakantaan (70 % kaikista Perämerellä alkuvuonna pyydetyistä sioista). Merenkurkun siikasaaliissa sekä kesänousuiset Tornionjoen (50 % Merenkurkun siikasaaliista) että syysnousuiset Kemi-Oulujoen siikakantaryhmät ovat lähes yhtä lailla edustettuina (40 % Merenkurkun siikasaaliista).

Selkämerellä kalastuksen paine kohdistuu saalisosuuksien perusteella selkeämmin Kemi-Oulujoen kantaryhmään (44 % Selkämeren siikasaaliista) kuin Tornionjoen siikaan (20 % Selkämeren siikasaaliista). Myös Merenkurkku-Kalajoen karisiikakantaan alkuvuoden kalastus vaikuttaa enemmän Selkämerellä (75 % Merenkurkku-Kalajoen kantaryhmän siioista) kuin Merenkurkussa (12,5 % Merenkurkku-Kalajoen kantaryhmän siioista). Samoin muista syysnousuisista vaellussiikakannoista, Isojoen ja Lapuanjoen kantaryhmien alkuvuoden saaliista suurin osa saaliista tulee Selkämereltä (Isojoki: 82 %, Lapuanjoki: 100 %).

3.1.2. Kutuvaellus

Kutuvaelluksen aikaan, heinä-joulukuussa, Tornionjoen kesänousuisista vaellussiioista yli puolet (60 %) päätyi saaliiksi Perämerellä lähellä kutujokeaan, ja kolmannes Merenkurkussa (Kuva 2, Taulukot 2 ja 3). Syönnösaikaan verrattuna Perämeren siikasaaliissa oli syksyllä kutuajan lähestyessä suurempi osa Tornionjoen kantaryhmän siikoja eli havaittavissa oli vaellusta kohti kutujokea (Kuva 2, Taulukot 2 ja 3). Kemi-Oulujoen kantaryhmän syysnousuisista vaellussiioista selkeästi suurin osa (65 %) tavattiin Merenkurkun siikasaaliissa ja noin neljännes Perämerellä (Kuva 2, Taulukot 2 ja 3). Ahvenanmeren siikasaaliissa oli määrällisesti lähes yhtä monta Kemi-Oulujoen siikaa kuin syönnösaikana, prosentuaalinen osuus oli kuitenkin syönnösaikana kolminkertainen kutuaikaan verrattuna (Kuva 2, Taulukko 3).

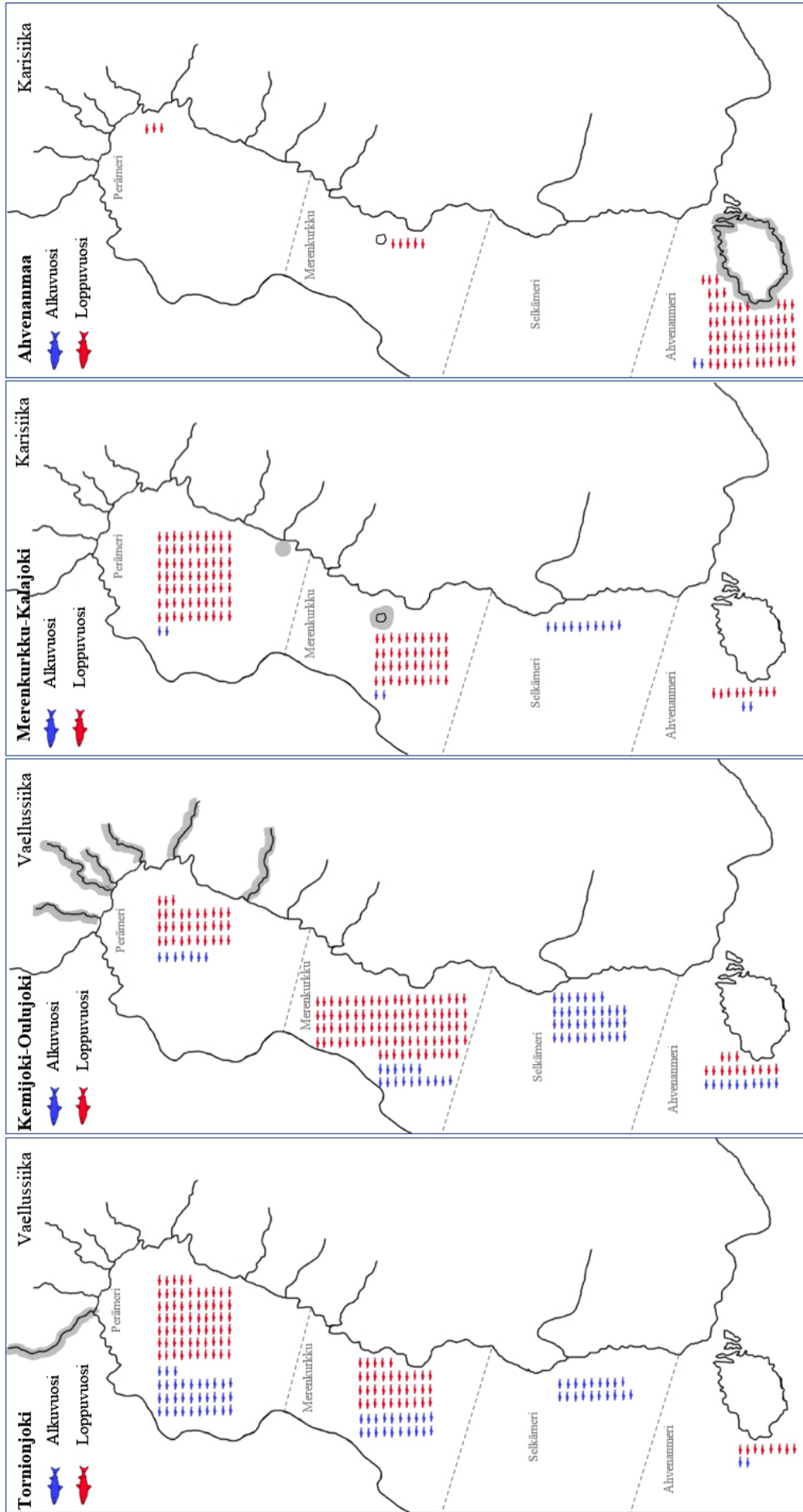
Isojoen kantaryhmän vaellussiikoja oli syönnösajan saaliisiin verrattuna enemmän Merenkurkussa ja Perämerellä (Kuva 3, Taulukko 2). Isojoen vaellussiiat olivat siis kutuaikaan pohjoisempana kuin syönnösaikaan. Lapuanjoen kantaryhmän vaellussiikoja oli kutujoen edustan siikasaaliissa enemmän kuin syönnösaikaan. Osa Lapuanjoen vaellussiioista päätyi kuitenkin saaliiksi syksyllä ollessaan syönnöksellä Ahvenanmerellä (Kuva 3). Kaikki kutujokea lähellä saaliiksi päätyneet Lapuanjoen vaellussiiat olivat koiraita, kun taas kaikki Ahvenanmerellä saaliiksi päätyneet Lapuanjoen vaellussiiat olivat naaraita. Näytekokonaisuus on Lapuanjoen kantaryhmän kohdalla kuitenkin liian pieni varmojen johtopäätösten tekemiseksi sukupuolten välisistä eroista vaelluskäyttäytymisessä.

Merikutuisista siikakantaryhmistä Ahvenanmaan karisiiat jäivät kutualueelleen tai hyvin lähelle sitä (Kuva 2, Taulukko 2). Yksittäisiä Ahvenanmaan karisiikoja tavattiin kuitenkin myös sekä Perämeren että Merenkurkun siikasaaliista (Kuva 2, Taulukko 2). Merenkurkun-Kalajoen kantaryhmän karisiiat vaelsivat selkeästi kauemmas kutualueiltaan kuin Ahvenanmaan karisiiat. Suurin osuus (59 %) Merenkurkku-Kalajoen karisiioista päätyi kutuvaelluksen aikaan saaliiksi Perämerellä ja kolmannes (34 %) kutualueen lähellä Merenkurkussa (Kuva 2, Taulukko 2). Myös Ahvenanmeren siikasaaliissa oli Merenkurkku-Kalajoen karisiikoja (Kuva 2).

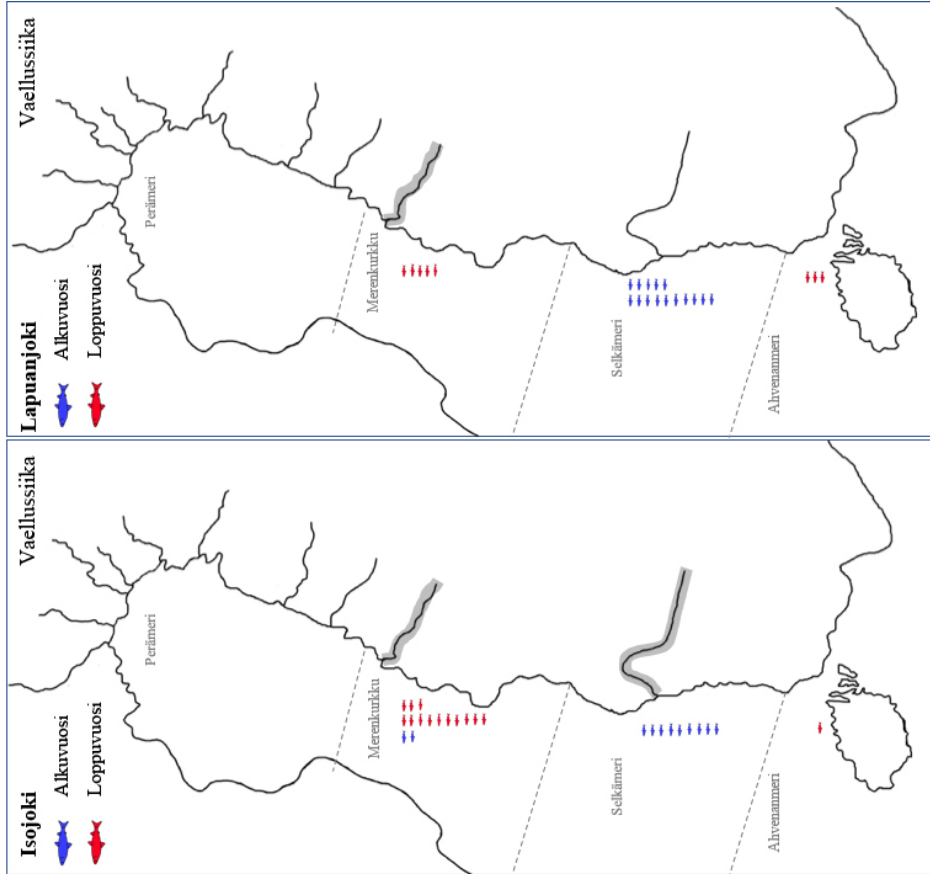
Sekä siikamuotojen että siikakantojen välillä on selkeitä eroja myös kutuaikaan. Merkillepantavaa on, että kutuaikaan kaikkien siikakantojen yksilöitä oli lähes kaikkien merialueiden siikasaaliissa. Erityisesti Kemi-Oulujoen syysnousuiset vaellussiiat ja Merenkurkku-Kalajoen karisiiat päätyivät siikasaaliisiin useimmin muualla kuin kutualueidensa lähellä. Karisiian kalastus perustuu lähinnä sukukypsien yksilöihin, mutta vaellussiikojen päätyminen saaliiksi kaukana kutualueistaan saattaa selittää se, että saaliin joukossa on sekä kutevia että kutemattomia yksilöitä. Tästä syystä vaellussiikojen osalta eroja vaelluskäyttäytymisessä vertailtiin sukukypsien ja sukukypsymättömien yksilöiden sekä eri ikäluokkien välillä.

Taulukko 3. Pohjanlahden siikasaaliisuusuudet ICES-tilastoruutujen alueella. Kantaryhmien ja vuodenaikojen suurin prosenttiosuus tummennettuna.

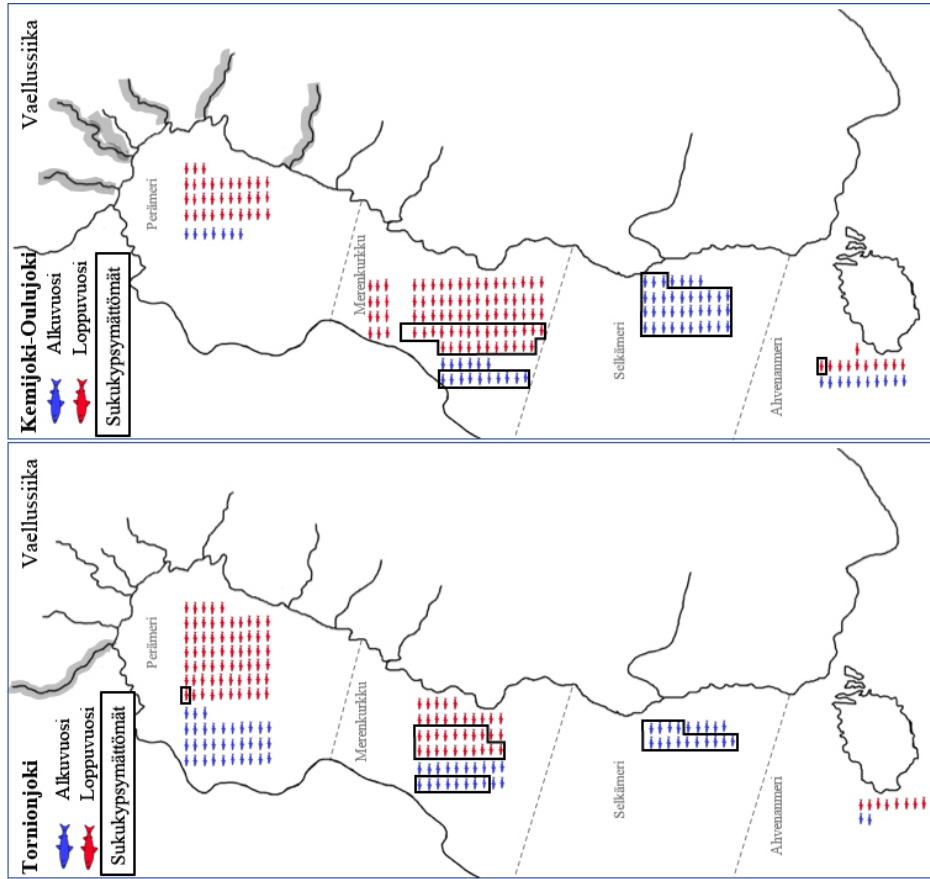
Kantaryhmä	Kuukaudet	Tilastoruudut (%)										n
		Perämeri			Merenkurkku				Selkämeri			
		2	6	7	11	19	22	23	24	37	50	
Tornionjoki	Tammi-kesäkuu	0	14,9	29,7	0	0	0	27,0	0	25,7	2,7	74
Kemi-Oulujoki	Tammi-kesäkuu	0	1,4	8,6	0	0	0	22,9	0	52,9	14,3	70
Lapuanjoki	Tammi-kesäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	15
Isojoki	Tammi-kesäkuu	0	0	0	0	0	0	18,2	0	81,8	0	11
Merenkurkku-Kalajoki	Tammi-kesäkuu	0	6,25	6,25	0	0	0	12,5	0	62,5	12,5	16
Ahvenanmaa	Tammi-kesäkuu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	2
Tornionjoki	Heinä-joulukuu	2,8	5,6	49,1	2,8	13,0	5,6	13,0	0,9	0	7,4	108
Kemi-Oulujoki	Heinä-joulukuu	0,7	3,6	8,8	10,9	43,1	5,8	17,5	0	0	9,5	137
Lapuanjoki	Heinä-joulukuu	0	0	0	0	25	12,5	25	0	0	37,5	8
Isojoki	Heinä-joulukuu	0	0	17,4	4,3	34,8	13,0	26,1	0	0	4,3	23
Merenkurkku-Kalajoki	Heinä-joulukuu	34,5	22,7	0,8	0,8	5,9	0,8	14,3	12,6	0	7,6	119
Ahvenanmaa	Heinä-joulukuu	1,3	2,6	0	0	2,6	0	3,8	0	0	89,8	78



Kuva 2. Pohjanlahden siikakantaryhmien esiintyminen eri merialueilla. Kukin kuvissa esitetty siika vastaa yhtä siikasaalissa esiintyvää siikaa eli siikojen määrät kuvaavat todellisia näytekokoja. Kuvassa on neljän näytekooltaan suurimman siikakantaryhmän esiintyminen siikasaalissa. Syönnösaikana saaliiksi saadut siiat ovat väriltään sinisiä, kutuaikana saaliiksi saadut siiat punaisia. Kuvaa varten Pohjanlahden merialueet on jaettu neljään osaan.



Kuva 3. Isojoen ja Lapuanjoen siikakantaryhmien esiintyminen Pohjanlahdella. Kuvissa esitetty siika vastaa yhtä siikasaaliissa esiintyvää siikaa eli siikojen määrät kuvaavat todellisia näyttekokoja. Syönnösaikana saaliiksi saadut siikat ovat väriltään sinisiä, kutuaikana saaliiksi saadut siikat punaisia. Kuvaa varten Pohjanlahden merialueet on jaettu neljään osaan.



Kuva 4. Sukukypsien ja sukukypsymättömien vaellussiikojen esiintyminen Pohjanlahden siikasaaliissa. Sukukypsymättömät siikat on merkitty mustilla kehysillä.

3.1.3. Sukukypsyyden ja iän vaikutus vaellukseen

Kahden näytekooltaan suurimman vaellussiikakannan – Tornionjoen kesäsiikojen ja Kemi-Oulujoen syyssiikojen – osalta oli mahdollista verrata sukukypsien ja nuorten sukukypsymättömien siikojen eroa vaelluskäyttäytymisessä. Sukukypsymättömiä siikoja havaittiin selkeästi kauempana kutujoilta kuin sukukypsiä siikoja (Kuva 4). Merialueiden sukukypsymättömiä siikoja verrattaessa havaittiin, että alkuvuoden aikana kauimpana kutualueistaan, Selkämerellä, havaitut siiat olivat nuorempia kuin lähempänä kutualueitaan, Merenkurkussa, havaitut siiat (Kuva 5). Suuntaus oli sama sekä Tornionjoen kesäsiikakantaryhmän ($\chi^2 = 17.7$, $p = 0.0014$, $df = 4$) että Kemi-Oulujoen syyssiikakantaryhmän ($\chi^2 = 38.8$, $p < 0.001$, $df = 3$) osalta. Tornionjoen Selkämerellä alkuvuodesta havaitut sukukypsymättömät vaellussiiat olivat iältään kahdesta neljään vuotta ja Merenkurkussa havaitut neljästä kuuteen vuotta. Kemi-Oulujoen alkuvuodesta Selkämerellä havaitut sukukypsymättömät vaellussiiat olivat hieman nuorempia, kahden ja kolmen vuoden ikäisiä ja Merenkurkussa havaitut sukukypsymättömät neljästä viiteen vuotiaita (Kuva 5). Kutuvaellusaikaan kaikki sukukypsymättömät siiat molemmista vaellussiikakantaryhmistä havaittiin Merenkurkussa (Kuva 4). Ainoastaan yksi Tornionjoen kesäsiika löytyi Perämereltä ja yksi Kemi-Oulujoen syyssiika Ahvenanmereltä. Kutuvaellusaikana Merenkurkussa havaitut Tornionjoen kantaryhmän sukukypsymättömät siiat olivat yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kolmesta neljään vuotiaita. Kemi-Oulujoen kantaryhmän sukukypsymättömät siiat olivat kutuaikaan kahdesta viiteen vuotiaita (Kuva 5).

Molempien Perämeren vaellussiikakantaryhmien poikaset vaeltavat siis ennen sukukypsymistään etelään Selkämerelle, viettävät siellä kahdesta neljään vuotta ja lähtevät sitten vaeltamaan kohti pohjoista Merenkurkkuun. Perämerellä ei juurikaan ollut sukukypsymättömiä (martoja) vaellussiikoja saalisnäytteissä. Kemi-Oulujoen kantaryhmien sukukypsymättömät Selkämereltä tavatut vaellussiiat olivat hieman vanhempia kuin Tornionjoen kantaryhmän vaellussiiat. Tulosten perusteella näyttää siis siltä, että Kemi-Oulujoen vaellussiiat ovat syönnösvaelluksella kauemmin kuin Tornionjoen vaellussiiat. Merenkurkussa Perämeren vaellussiiat syönnöstävät tulosten mukaan vielä jonkin aikaa, saavuttaakseen neljän-kuuden vuoden iän. Tulokset osoittavat, että Perämeren vaellussiikojen paluu kutujoelle tapahtuu asteittain.

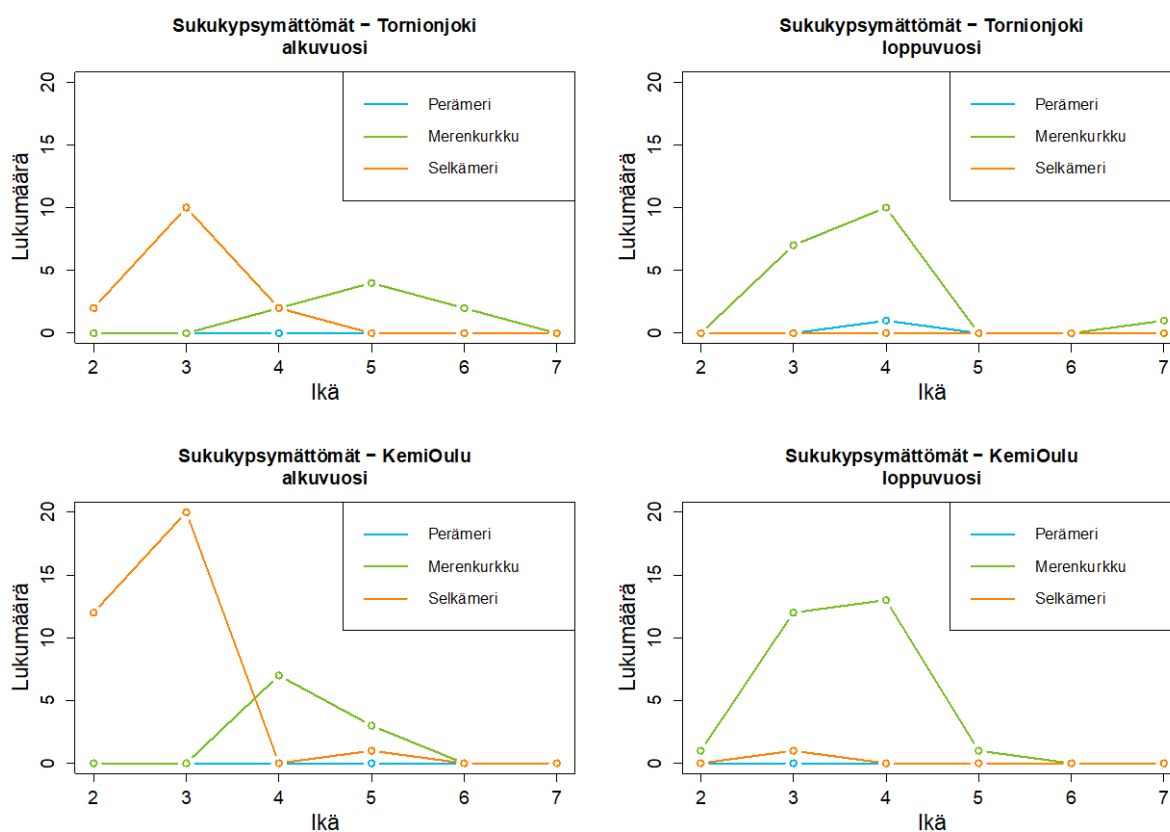
Sukukypsien Kemi-Oulujoen kantaryhmän vaellussiikojen iässä ei ollut eroja merialueiden välillä syönnösaikana ($\chi^2 = 12.3$, $p = 0.27$, $df = 10$). Kutuaikana Selkämereltä tavatut Kemi-Oulujoen kantaryhmän sukukypsät vaellussiiat olivat nuorempia kuin Merenkurkusta ($\chi^2 = 9.6$, $p = 0.047$, $df = 4$) ja Perämereltä ($\chi^2 = 19.2$, $p = 0.002$, $df = 5$) tavatut saman kantaryhmän vaellussiiat. Sukukypsät Tornionjoen vaellussiiat, jotka tavattiin alkuvuodesta Selkä- ja Ahvenanmerellä, olivat nuorempia kuin Merenkurkusta ($\chi^2 = 19.0$, $p = 0.004$, $df = 6$) tai Perämereltä ($\chi^2 = 40.0$, $p < 0.001$, $df = 5$) tavatut Tornionjoen sukukypsät vaellussiiat. Kutuvaellusaikana Merenkurkun sekä Selkä- ja Ahvenanmeren alueilta tavattujen Tornionjoen sukukypsien vaellussiikojen iässä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ($\chi^2 = 4.9$, $p = 0.18$, $df = 3$).

Perämeren vaellussiikakantojen sukukypsiä yksilöitä löytyi Ahvenanmereltä saakka. Perämeren vaellussiikojen on havaittu kutevan useampaan kertaan, joko vuoden tai kahden välein (Lehtonen 1981). Sukukypsien vaellussiikojen vaellus voi siis olla kahdensuuntaista ja esimerkiksi Ahvenanmereltä tavatut sukukypsät Perämeren vaellussiiat voivat olla jo kertaalleen kuteneita yksilöitä. Todennäköisesti kahden ja kolmen vuoden ikäiset sukukypsät siiat olivat saavuttamassa sukukypsyyden ensimmäistä kertaa. Sukukypsien vaellussiikojen iät myös vaihtelivat kantaryhmän mukaan: Tornionjoen kantaryhmän Selkä- ja Ahvenanmereltä alkuvuodesta tavatut sukukypsät vaellussiiat olivat nuorempia, kaksi- kolme-vuotiaita, kuin Kemi-Oulujoen kantaryhmän samalta alueelta samaan aikaan tavatut vaellussiiat, jotka olivat neljä-viisi-vuotiaita ($\chi^2 = 9.8$, $p = 0.02$, $df = 3$; Kuva 6). Tämä tarkoittaa, että Kemi-Oulujoen vaellussiiat joko viipyvät pidempään eteläisen Pohjanlahden merialueilla tai palaavat sinne useammin kutujen välillä kuin Tornionjoen vaellussiiat. Koska Selkämerellä oli sukukypsyyttä Perämeren

vaellussiikoja, voidaan olettaa, että osa vaellussiioista lähti Selkämereltä pohjoiseen vasta kutuvaellukselle, eivätkä vaeltaneet vuosia Merenkurkussa ennen kutuvaellusta.

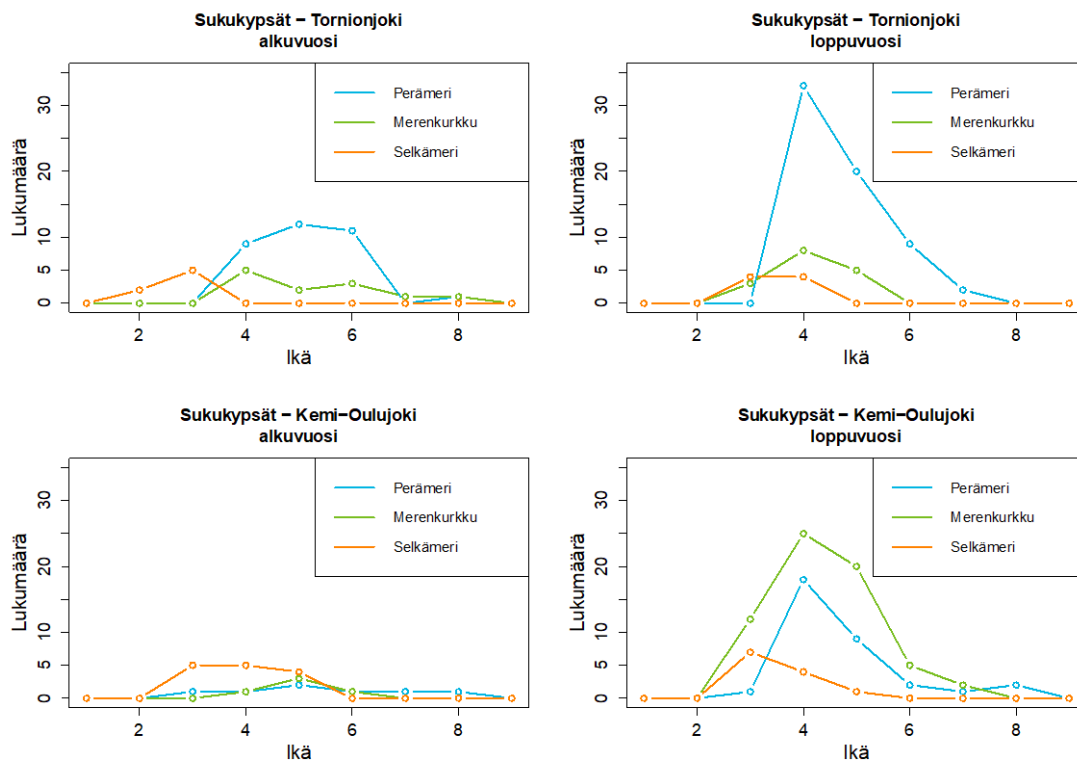
Tarkasteltaessa Perämeren vaellussiikakantaryhmien välisiä eroja ikäjakaumissa eri merialueilla koko vuoden aikana, riippumatta sukukypsyydestä havaittiin, että Tornionjoen ja Kemi-Oulujoen kantaryhmien ikäjakaumat erosivat ainoastaan Perämeren osalta ($\chi^2 = 13.0$, $p = 0.02$, $df = 5$). Selkä- ja Ahvenanmeren ($\chi^2 = 4.1$, $p = 0.25$, $df = 3$) sekä Merenkurkun ($\chi^2 = 6.3$, $p = 0.51$, $df = 7$) siikasaaliissa tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittu (Kuva 7).

Perämeren vaellussiikakantojen vaelluskäyttäytymisen erot eri sukukypsyyss- ja ikäluokissa heijastuvat siihen, millainen vaikutus kalastuksella on eri merialueilla. Eteläisellä Pohjanlahdella on suhteellisesti enemmän sukukypsymättömiä siikoja kuin Pohjanlahden pohjoisosissa. Erot eri merialueilta tavattavien siikojen ikäjakaumissa tarkoittavat, että esimerkiksi Selkämerellä tehtävä kalastus kohdistuu todennäköisesti nuorempiin Tornionjoen kuin Kemi-Oulujoen kantaryhmän siikoihin.

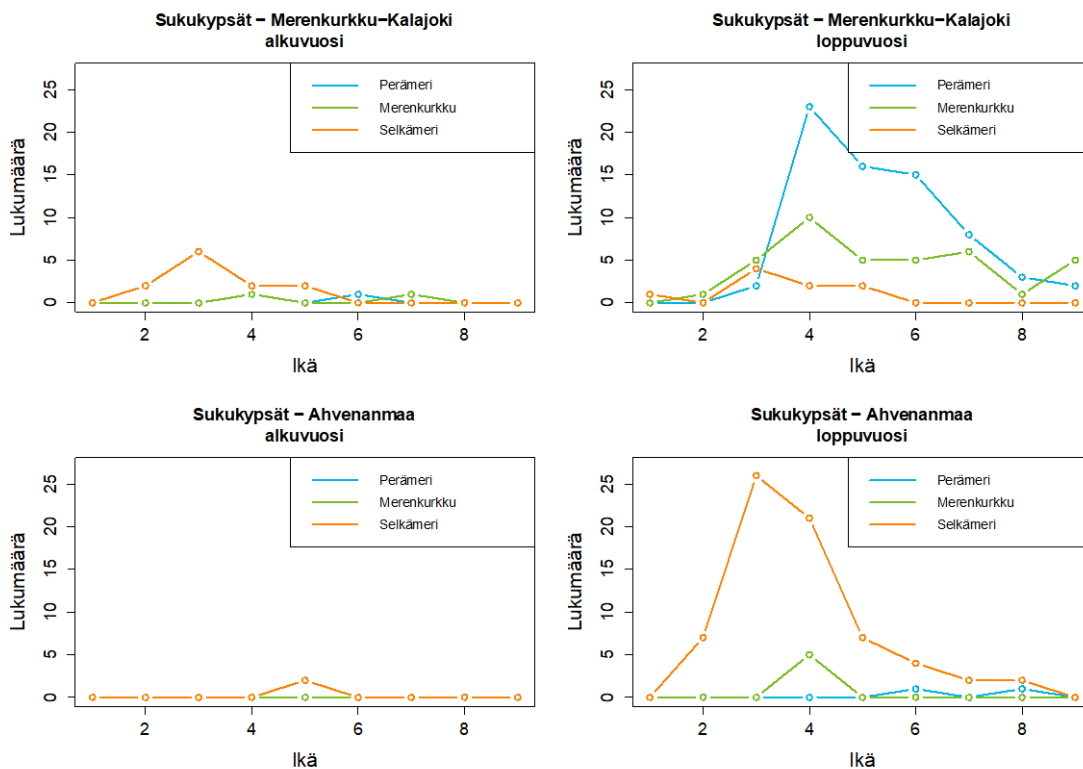


Kuva 5. Sukukypsymättömien Tornionjoen kantaryhmän ja Kemi-Oulujoen kantaryhmän vaellussiikojen ikäjakauma Pohjanlahden merialueiden siikasaaliissa.

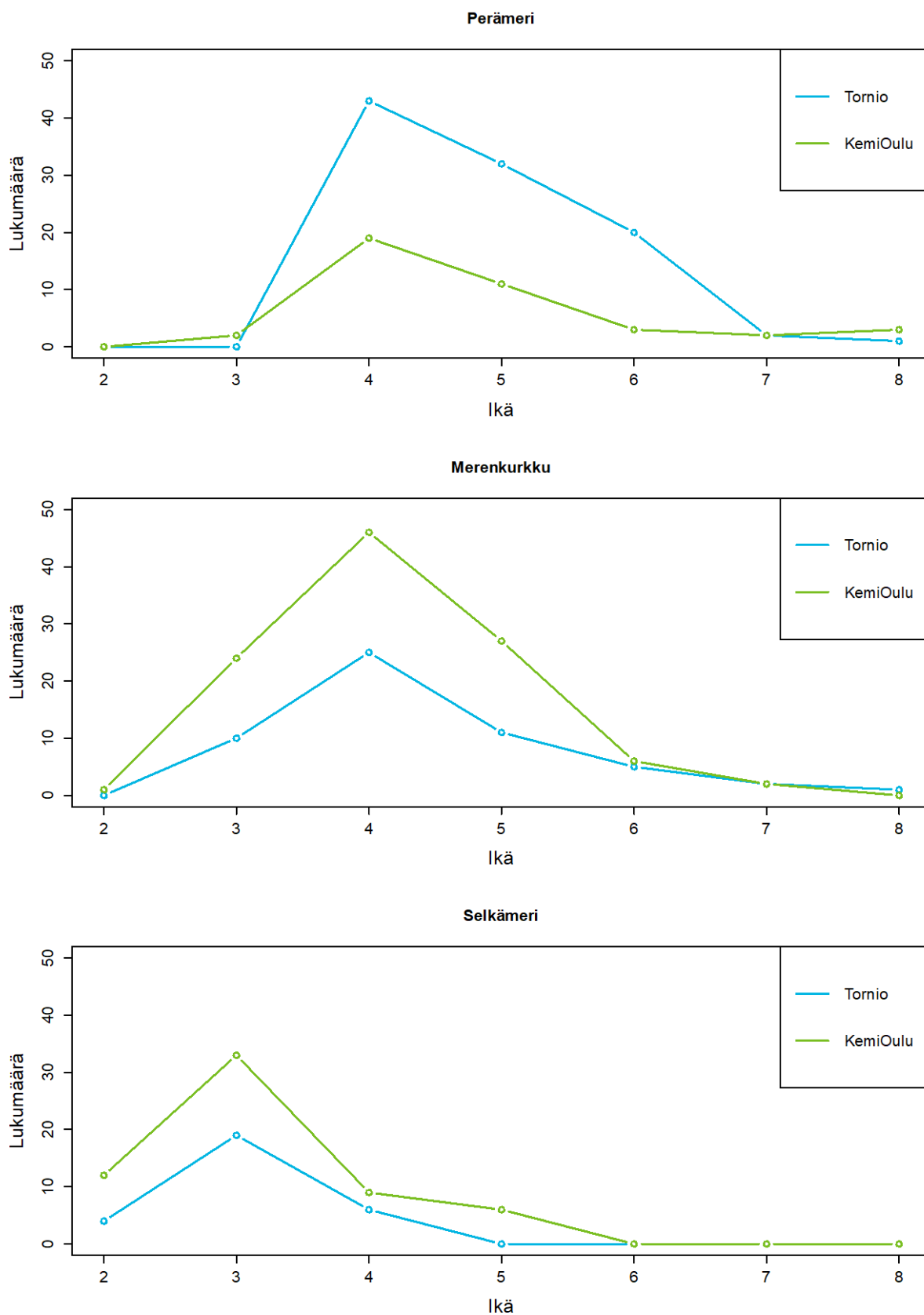
A.



B.



Kuva 6. Sukukypsien **A.** Vaellussiikantaryhmien ja **B.** Karisiikantaryhmien ikäjakauma Pohjanlahden merialueiden siikasaaliissa.



Kuva 7. Perämeren vaellussikakantaryhmien ikäjakaumat Pohjanlahden kolmella merialueella. Mukana kaikki Tornionjoen ja Kemi-Oulujoen kantaryhmien saalisiaat sukukypsyyssasteesta ja vuodenajasta riippumatta.

3.1.4. Sukupuolten väliset erot vaelluskäyttäytymisessä

Minkään vaelluskantaryhmän osalta sukupuolten välillä ei ollut eroja vaelluskäyttäytymisessä (Taulukko 4). Merikutusista siikakantaryhmistä Ahvenanmaan osalta sukupuolten välistä eroa ei voitu tarkastella Ahvenanmeren ulkopuolisten saaliskalojen vähäisen määrän vuoksi. Merenkurkku-Kalajoen karisiika oli ainoa kantaryhmä, jossa havaittiin eroja sukupuolten välillä. Sekä syönnösaikana että kutuaikana koiraita oli selkeästi eniten, lähes 80 %, Perämeren siikasaaliissa ja naaraita eniten, noin 60 %, Merenkurkun siikasaaliissa (Taulukko 4). Kannanhoidon ja kalastuksen vaikutusten arvioinnin kannalta erot sukupuolen vaikutuksesta vaelluskäyttäytymiseen eri kantaryhmien välillä tarkoittavat, että vaikutukset eri kantaryhmiin ovat erilaiset ja vaikutukset tulisi arvioida kantakohtaisesti. Esimerkiksi kalastus Perämerellä kohdistuu tasapuolisesti Tornionjoen kantaryhmän molempiin sukupuoliin, mutta voimakkaammin Merenkurkku-Kalajoen kantaryhmän koiraisiin kuin Merenkurkku-Kalajoen kantaryhmän naaraisiin.

Taulukko 4. Tornionjoen, Kemi-Oulujoen ja Merenkurkku-Kalajoen siikakantaryhmien naaraiden ja koiraiden esiintyminen Pohjanlahden eri merialueiden saaliissa prosenttiyksikköinä (suluissa yksilömäärät). Chisq-arvot kertovat sukupuolten välillä tehdyn testin tulokset.

Kantaryhmä	Kuukaudet	Sukupuoli	Merialue			n	χ^2	p (χ^2)
			Perämeri	Merenkurkku	Selkämeri			
Tornionjoki	Tammi-kesäkuu	koiraat	44,7 (17)	23,6 (9)	31,5 (12)	38	0,9	0,63
		naaraat	45,7 (16)	31,4 (11)	22,8 (8)	35		
	Heinä-joulukuu	koiraat	66,6 (36)	29,6 (16)	3,70 (2)	54	3,0	0,22
		naaraat	53,7 (29)	35,1 (19)	11,1 (6)	54		
Kemijoki-Oulujoki	Tammi-kesäkuu	koiraat	7,31 (3)	26,8 (11)	65,8 (27)	41	1,4	0,49
		naaraat	13,7 (4)	17,2 (5)	68,9 (20)	29		
	Heinä-joulukuu	koiraat	27,7 (23)	66,2 (55)	6,02 (5)	83	3,8	0,15
		naaraat	18,5 (10)	66,6 (36)	14,8 (8)	54		
Merenkurkku-Kalajoki	Tammi-kesäkuu	koiraat	76,9 (50)	15,3 (10)	7,69 (5)	65	22,1	<0,001
		naaraat	37,0 (20)	55,5 (30)	7,40 (4)	54		
	Heinä-joulukuu	koiraat	78,5 (44)	14,2 (8)	7,14 (4)	56	24,2	<0,001
		naaraat	30,7 (12)	61,5 (24)	7,69 (3)	39		

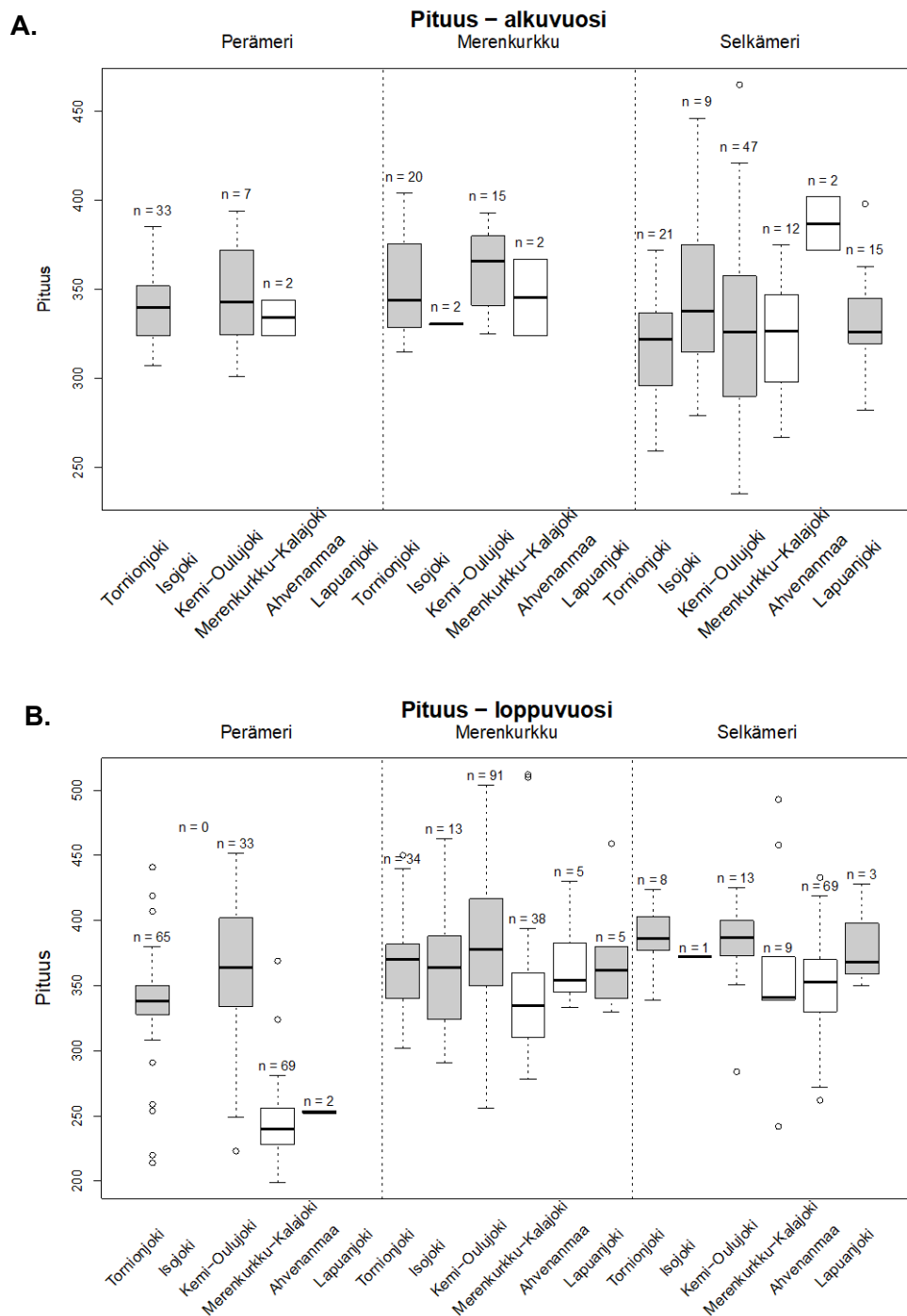
3.2. Ikäkohtainen pyyntikoko

3.2.1. Pituus

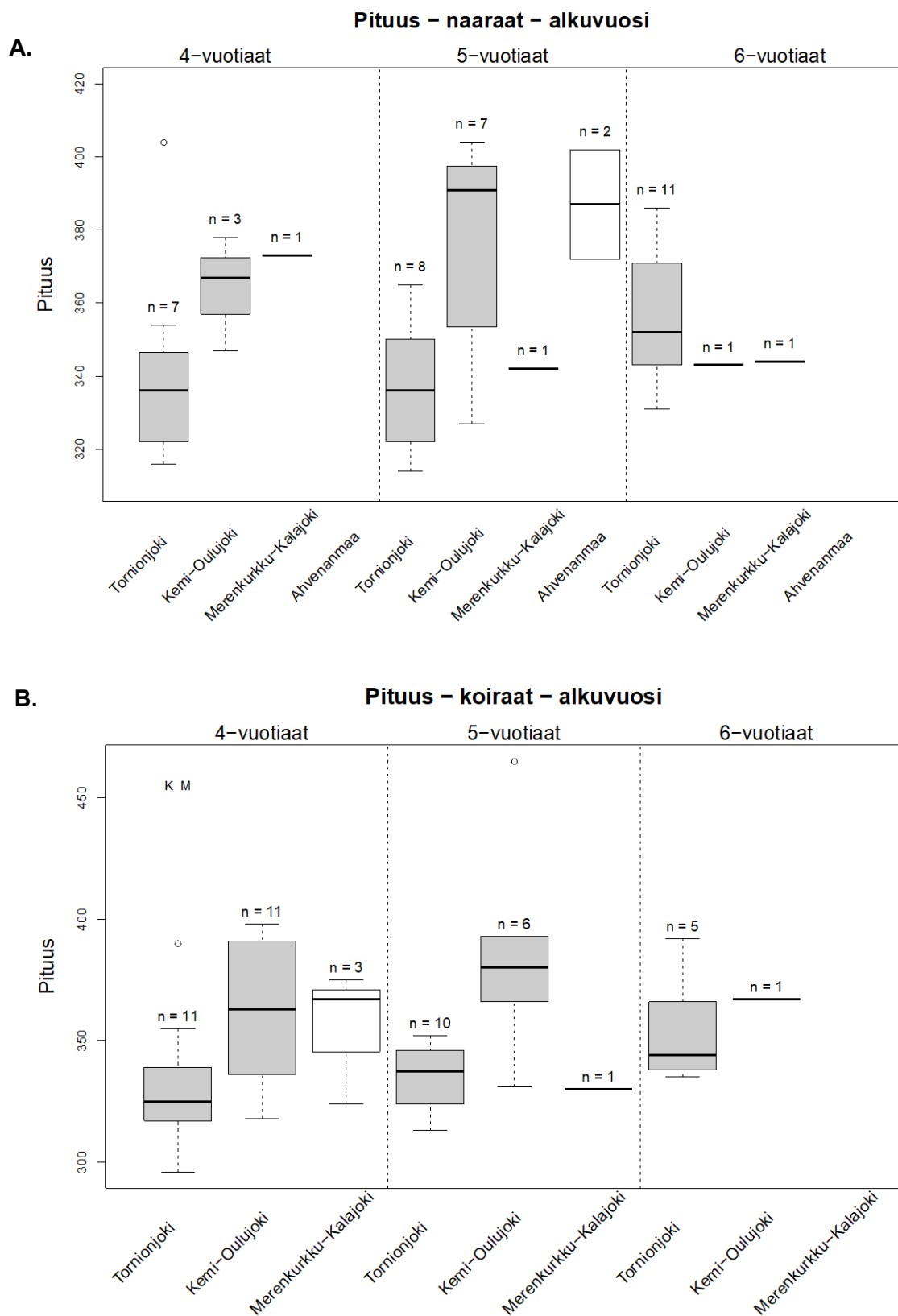
Ikäkohtaisia kokoeroja tarkasteltiin tilastollisesti kahden näytekooltaan suurimman vaellussiikakantaryhmän – Tornionjoen ja Kemi-Oulujoen – sekä kahden näytekooltaan suurimman merisiikakantaryhmän – Merenkurkku-Kalajoen ja Ahvenanmaan – osalta. Kaikki ikäluokat huomioiden vaellussiikat olivat kooltaan suurempia kuin Merenkurkku-Kalajoen karisiikat. Ahvenanmaan karisiikat olivat kooltaan kuitenkin samaa luokkaa kuin Tornionjoen kesänousuiset vaellussiikat (Kuva 8). Missään kantaryhmässä ei ollut suuria kokoeroja sukupuolten välillä. Kaikkien kantaryhmien sisällä oli myös hyvin vähän vaihtelua eri ikäisten kalojen koossa, mihin vaikuttanee verkkokalastuksen valikoivuus pyyntikoon suhteen.

Kantaryhmien välillä oli kuitenkin eroja ikä- ja sukupuolikohtaisessa saalisuudessa (Kuvat 9 ja 10). Kutuaikana Tornionjoen kesänousuiset vaellussiikakoiraat olivat sekä neljä- että viisivuotiaana merkittävästi pienempiä kuin Kemi-Oulujoen syysnousuiset vaellussiikakoiraat (4-vuotiaat: $\chi^2 = 15.66$, $p < 0.001$, $df = 1$; 5-vuotiaat: $\chi^2 = 13.09$, $p < 0.001$, $df = 1$). Myös kutuajan siikasaaliiden viisivuotiaat Tornionjoen naaraat olivat pienempiä kuin Kemi-Oulujoen viisivuotiaat naaraat (Taulukko 5). Kummankin sukupuolen Tornionjoen kuusivuotiaat siikat olivat Kemi-Oulujoen siikoja pienempiä. Kutuajan saaliissa tavatut Merenkurkku-Kalajoen karisiikakoiraat olivat pienempiä kuin minkään muun kantaryhmän siikakoiraat (kaikissa 4-6-vuotiaiden ikäryhmissä mediaani = 23,5 cm). Epäselvää on, kohdistuuko pyynti

erityisesti pieniin koiraisiin, vai eikö suuria olekaan. Saalis ei aina kerro suoraan populaation kokoja-kaumasta. Kutuaikana havaitut Merenkurkku-Kalajoen karisiikanaaraat olivat muiden kantaryhmien naaraita pienempiä ainoastaan nelivuotiaina (mediaani = 28,9 cm). Ahvenanmaan nelivuotiaiden karisiikakoiraisten koko ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi Tornionjoen vaellussiikojen nelivuotiaista koiraista kutuaikaan. Naaraiden osalta ero Tornionjoen vaellussiikojen ja Ahvenanmaan karisiikojen välillä ei myöskään ollut kutuaikaan tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 5).

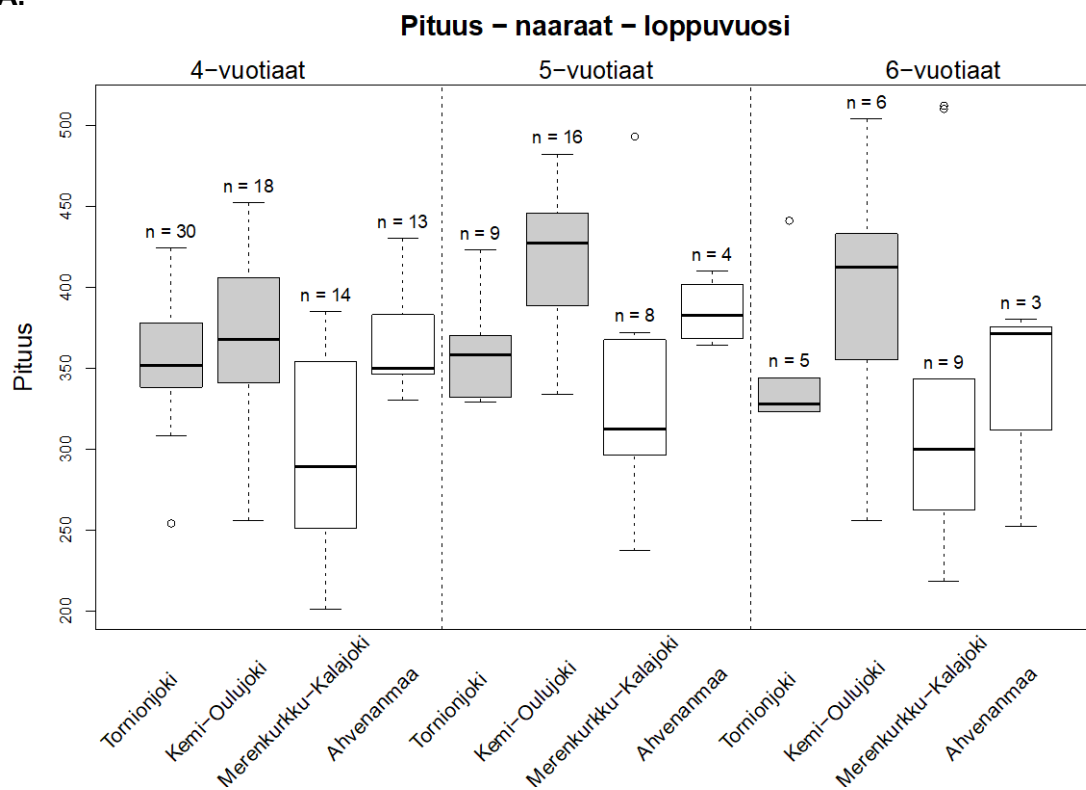


Kuva 8. Pohjanlahden siikakantaryhmien pituus eri merialueiden siikasaaliissa **A.** syönnösaikaan ja **B.** kutuaikaan. Kuvassa musta vaakaviiva on keskiarvo, laatikoiden sisällä ovat ensimmäisen ja kolmannen kvartaalin väliset arvot ja viikset näyttävät minimi ja maksimi-arvot (kvartaalien vaihteluväli kertaa 1,5). Vaellussiikakantaryhmät on esitetty harmaalla, merisiikakantaryhmät valkoisella.

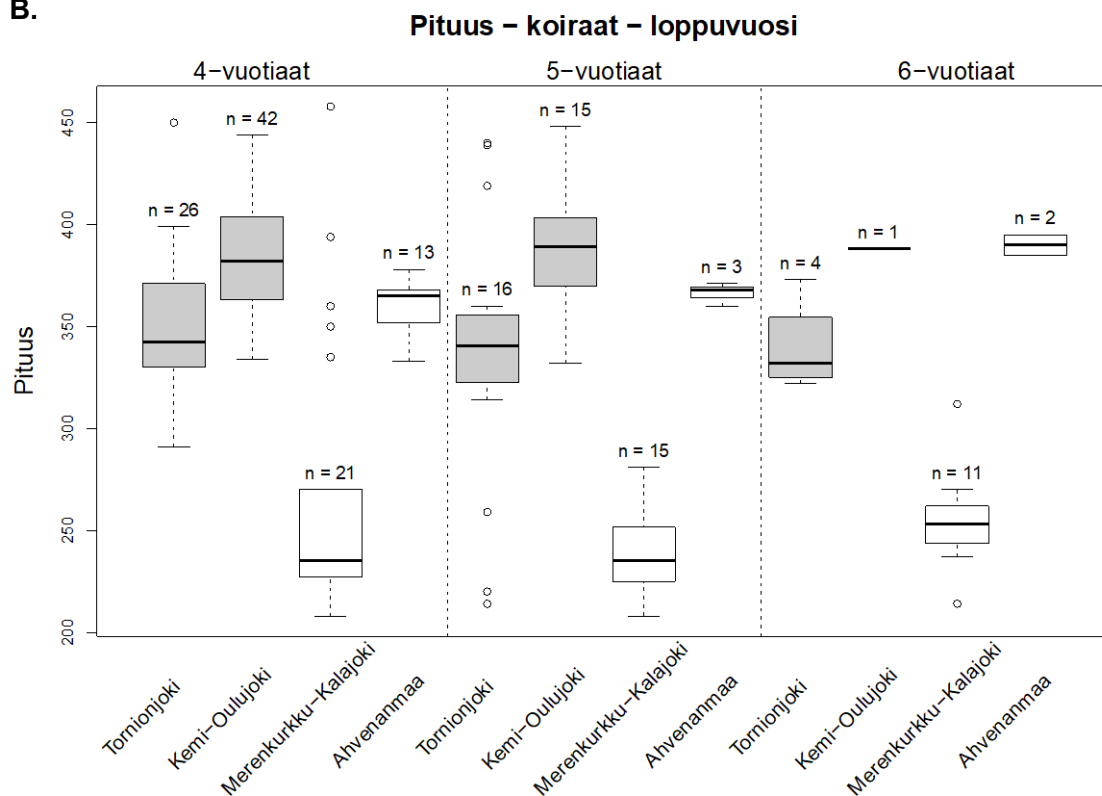


Kuva 9. Pohjanlahden siikakantaryhmien pituus alkuvuoden siikasaaliissa ikäluokittain (4-6-vuotiaat) ja sukupuolten mukaan jaettuna. **A.** naaraat **B.** koiraat. Kuvassa on esitetty keskiarvot 1. ja 3. kvartaalien välisine arvoineen sekä minimi ja maksimiarvot (kvartaalien vaihteluväli kertaa 1,5) neljälle suurimmalle kantaryhmälle. Vaelussiikakantaryhmät on esitetty harmaalla, merisiikakantaryhmät valkoisella.

A.



B.



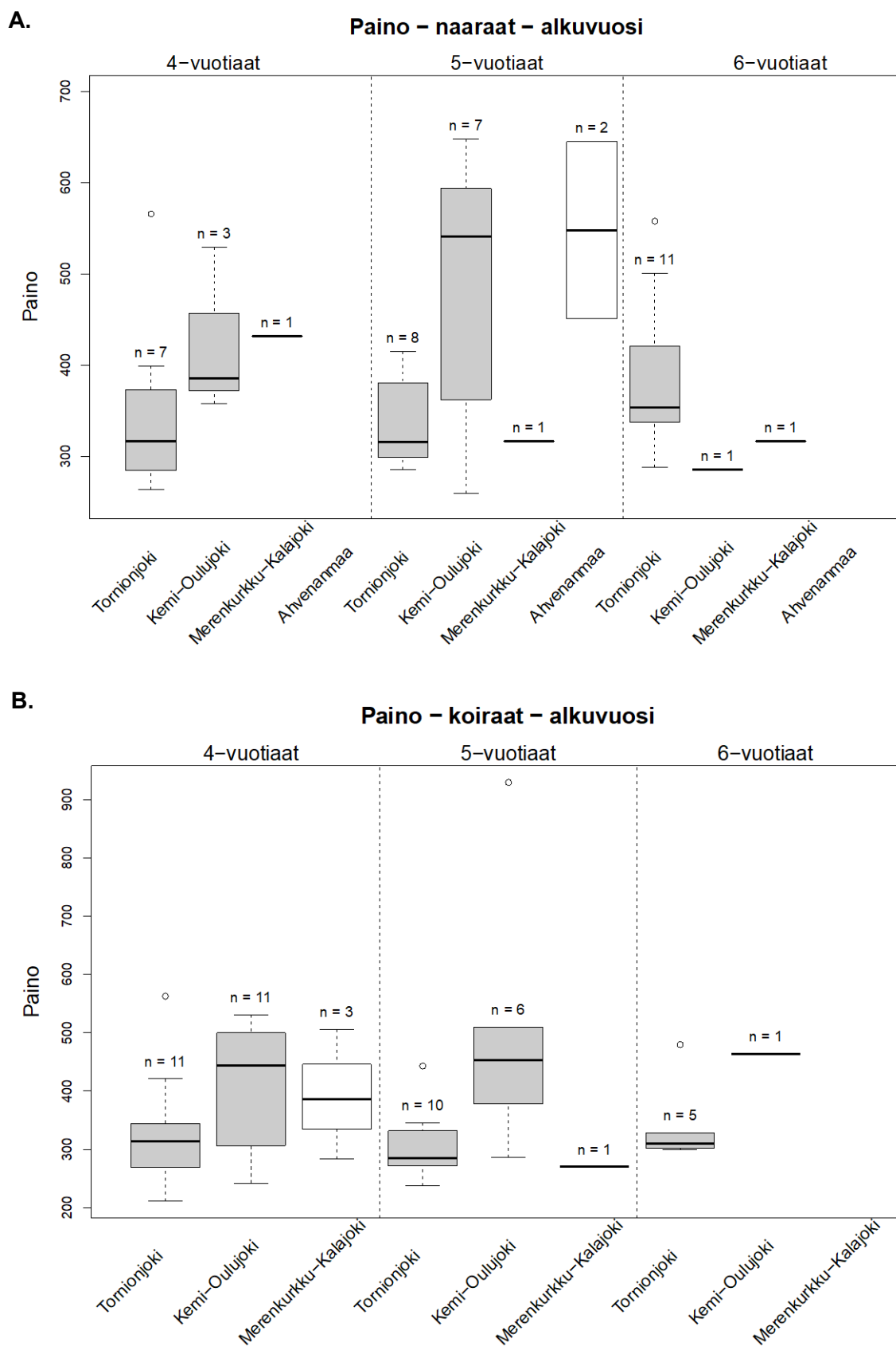
Kuva 10. Pohjanlahden siikakantaryhmien pituus loppuvuoden siikasaaliissa ikäluokittain (4-6-vuotiaat) ja sukupuolten mukaan jaettuna. **A.** naaraat **B.** koiraat. Kuvassa on esitetty keskiarvot ja 3. kvartaalien välisine arvoineen sekä minimi ja maksimiarvot (kvartaalien vaihteluväli kertaa 1,5) neljälle suurimmalle kantaryhmälle. Vaelussiiikakantaryhmät on esitetty harmaalla, merisiiikakantaryhmät valkoisella.

Taulukko 5. Pohjanlahden siikakantaryhmien pituus ja paino ikäryhmittäin ja sukupuolittain jaettuna.

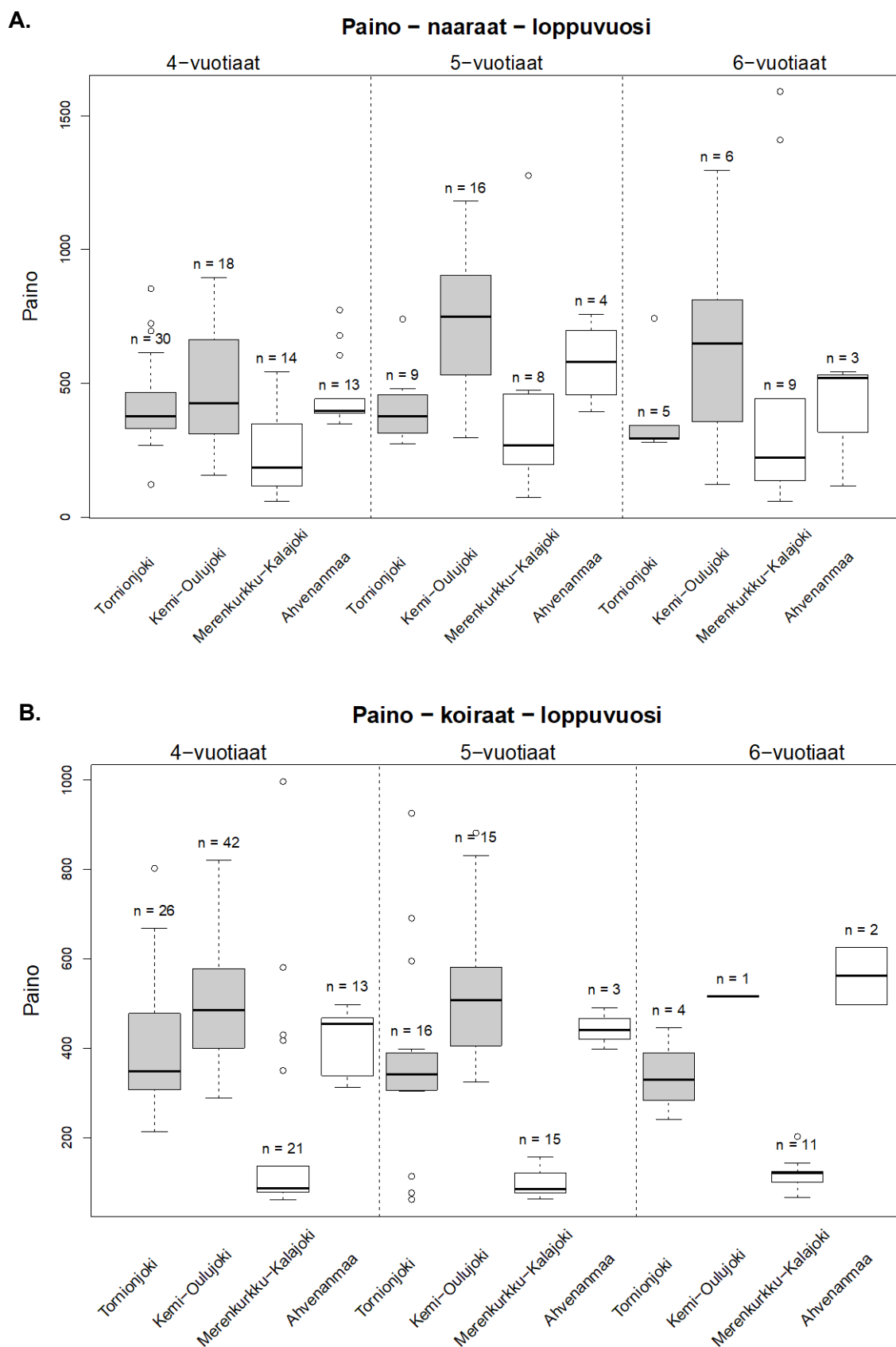
Kantaryhmä	Sukupuoli	Ikä	Pituus keskiarvo cm (keskihajonta)	Paino keskiarvo g (keskihajonta)	n
Tornionjoki	koiraat	4	34,5 (3,2)	378 (132)	37
	koiraat	5	33,7 (5,1)	344 (176)	26
	koiraat	6	34,8 (2,3)	340 (74)	9
	naaraat	4	35,3 (3,3)	406 (146)	37
	naaraat	5	34,7 (2,7)	377 (112)	17
	naaraat	6	35,4 (3,0)	388 (122)	16
Isojoki	koiraat	4	36,5 (3,2)	428 (116)	8
	koiraat	5	41,9 (6,2)	653 (350)	2
	naaraat	4	34,3 (4,4)	385 (108)	4
	naaraat	5	44,6 (NA)	705 (NA)	1
Kemi-Oulujoki	koiraat	4	37,9 (3,0)	479 (119)	53
	koiraat	5	38,7 (3,6)	524 (176)	21
	koiraat	6	37,7 (1,4)	490 (36)	2
	naaraat	4	37 (4,7)	491 (214)	21
	naaraat	5	40,5 (4,3)	660 (250)	23
	naaraat	6	38,7 (7,9)	596 (396)	7
Mikkelinsaaret	koiraat	4	28 (7,0)	223 (231)	24
	koiraat	5	24,4 (2,9)	105 (51)	16
	koiraat	6	25,4 (2,4)	117 (36)	11
	naaraat	4	30 (6,1)	255 (165)	15
	naaraat	5	33,6 (7,1)	391 (355)	9
	naaraat	6	33,4 (10)	480 (551)	10
Ahvenanmaa	koiraat	4	35,9 (1,4)	420 (67)	13
	koiraat	5	36,6 (5,6)	443 (46)	3
	koiraat	6	39 (7,0)	561 (89)	2
	naaraat	4	36,3 (3,0)	461 (134)	13
	naaraat	5	38,5 (1,8)	568 (136)	6
	naaraat	6	33,4 (7,1)	393 (239)	3
Lapuanjoki	koiraat	4	35,8 (2,3)	359 (88)	3
	koiraat	5	34,7 (NA)	335 (NA)	1
	naaraat	4	42,8 (3,0)	897 (197)	3

3.2.2. Paino

Tulokset siikakantojen välisistä painoeroista olivat lähes samanlaisia kuin pituuseroista (Taulukko 5, Kuvat 11 ja 12). Tornionjoen koiraista neljä- ja viisivuotiaat olivat kutuaikaan pienempiä kuin Kemi-Oulujoen neljä- ja viisivuotiaat koiraat. Tulos oli sama viisivuotiaiden naaraiden osalta. Kutuaikana pyydetyt Merenkurkku-Kalajoen karisiikanaaraat ja -koiraat olivat kaikissa ikäluokissa kevyempiä kuin muiden siikakantaryhmien saaliskalat (Kuvat 11 ja 12). Pituuden perinnöllinen komponentti on tavallisesti suurempi kuin painon. Painoon vaikuttaa helpommin aina suoraan myös välitön ravintotilanne ja mahdollinen sukutuotteiden paino.



Kuva 11. Pohjanlahden siikakantaryhmien paino alkuvuoden siikasaaliissa ikäluokittain (4-6-vuotiaat) ja sukupuolten mukaan jaettuna. **A.** naaraat **B.** koiraat. Kuvassa on esitetty keskiarvot 1. ja 3. kvartaalien välisine arvoineen sekä minimi ja maksimiarvot (kvartaalien vaihteluväli kertaa 1,5) neljälle suurimmalle kantaryhmälle. Vaelussiiikakantaryhmät on esitetty harmaalla, karisiikakantaryhmät valkoisella.



Kuva 12. Pohjanlahden siikakantaryhmien paino loppuvuoden siikasaaliissa ikäluokittain (4-6-vuotiaat) ja sukupuolten mukaan jaettuna. **A.** naaraat **B.** koiraat. Kuvassa on esitetty keskiarvot ja 3. kvartaalien välisine arvoineen sekä minimi ja maksimiarvot (kvartaalien vaihteluväli kertaa 1,5) neljälle suurimmalle kantaryhmälle. Vaelussiiikakantaryhmät on esitetty harmaalla, karisiikakantaryhmät valkoisella.

3.3. Tulosten tarkastelu

Tässä työssä havaitut erot siikamuotojen vaelluskäyttäytymisessä vastaavat vaellussiikakantojen ja Ahvenanmaan karisiikojen osalta aiemmin merkintätutkimuksissa havaittuja tuloksia – pohjoiseen Perämereen laskevien jokien siikakannat tekevät syönnösvaelluksen jopa 500–700 kilometrin päähän Selkämerelle karisiikojen jäädessä lähemmäs kutualuettaan (Lehtonen & Himberg 1992, Leskelä ym. 2002, Leskelä ym. 2004, Veneranta ym. 2013, Hägerstrand ym. 2017, Kallio-Nyberg ym. 2019). Aiemmista tutkimuksista poiketen Merenkurku-Kalajoen karisiioista suuri osa vaelsi kauas kutualueiltaan, päätyen syönnösaikana Selkämeren siikasaaliiseen ja kutuaikana Perämeren siikasaaliiseen. Aiempiin tutkimuksiin verrattuna erikoisen suuri Merenkurkun-Kalajoen karisiikojen määrä Perämeren siikasaaliissa voi selittyä kalastuksessa käytettävien verkkojen merialuekohtaisilla eroilla. Karisiitit ovat kooltaan vaellussiikojen pienempiä, mikä näkyy myös tämän työn tuloksissa (Kuva 8), ja Perämerellä voidaan karisiitan pyyntiin käyttää myös pienempisilmäistä (solmuväliltään 27–30 mm) verkkoa (Merenkurkussa karisiitan pyynnissä alin sallittu solmuväli on 30–35 mm). Aluekohtaiset erot verkkojen silmäkoossa voivat osittain selittää myös vaellussiikakantojen eroja vaelluskäyttäytymisessä. Tornionjoen kesäkuutiset vaellussiikat ovat pienempiä kuin Kemi-Oulujoen syyskuutiset vaellussiikat ja jäävät siten herkemmin Perämeren pienempisilmäisiin verkkoihin.

Tulosten perusteella tässä työssä käytettyä kannantunnistusmenetelmää voidaan jatkossa käyttää siikakantojen saalisosuuksien tutkimiseen, mutta erona merkintätutkimuksiin, geneettinen kannantunnistus mahdollistaa siikakantojen geneettisten ja ekologisten erojen tarkemman kartoituksen. Tässä työssä suhteellisen pieni saalisotoskoko rajoitti tarkempaa analyysiä yksittäisten siikakantojen ominaisuuksista, mutta menetelmä antoi silti selkeitä tuloksia niistä kannoista ja kantaryhmistä, joissa otoskoot riittivät. Geneettinen kannantunnistus mahdollistaa kuitenkin suuremmat otoskoot kuin merkintätutkimukset. Eri siikakantojen runsaus vaihtelee huomattavasti saaliissa, joten näytteiden saaminen pienimmistä kannoista edellyttää kohdennettua näytteenottoa joko koekalastuksin tai kaupallisten kalastajien saaliista tiettyinä aikoina, mikäli näistä kannoista halutaan suuremmat otoskoot. Tässä työssä otoksena oli keskimääräinen siikasaalis kultakin merialueelta eri aikajaksoina. Näytemäärien rajallisuudesta johtuen vuosi jaettiin tässä tutkimuksessa ainoastaan kahteen osaan. Jos vuosi voitaisiin jakaa lyhyempiin ajanjaksoihin suuremman näytemäärän perusteella, olisi mahdollista nähdä tarkemmin jopa kuukausittaisia eroja siikojen vaelluskäyttäytymisessä ja eri kantojen osuudesta saaliissa. Tällöin olisi myös mahdollista tehdä tarkempia päätelmiä kannanhoidollisten toimenpiteiden ja kalastuksen säätelyn vaikutuksista tarkemmilla ajanjaksoilla ja yksittäisten siikakantojen osalta. Se, että tässä tutkimusaineistossa havaittiin eroja kutuaikana yksittäisten siikakantojen vaelluskäyttäytymisessä, merkitsee, että Pohjanlahden siiankalastuksen ja kannanhoidon perustana ei voida käyttää ainoastaan siikamuotojen, merikutuisen ja vaellussiian, välisiä eroja vaelluskäyttäytymisessä. On myös otettava huomioon kunkin siikakannan vaelluskäyttäytymisen erityispiirteet, kuten syönnösalueen laajuus ja kutuvaelluksen aloitusajankohta. Kutu- ja syönnösvaellusajat vaihtelevat kuitenkin myös joidenkin siikakantojen sisällä. Saman siikakannan sukukypsät yksilöt voivat esimerkiksi olla samaan aikaan kutuvaelluksella, kun sukukypsämättömät siikat ovat iästä riippuen vielä syönnösvaelluksen eri vaiheissa. Siikakantojen vaelluskäyttäytymistä tarkasteltaessa on siis otettava myös huomioon ikä- ja sukukypsyyssvaihekohtaiset erot.

Pohjanlahden eri merialueiden välillä oli myös selkeitä eroja saalissiikojen iässä, sukukypsyyssasteessa ja sukupuoleessa. Esimerkiksi naaraat kasvavat pyyntikokoon nopeammin. Kannanhoidon ja kalastuksen vaikutukset eri siikakantoihin vaihtelivat merialueen mukaan. Tässä tutkimuksessa ei käsitelty ympäristön vaikutusta, mutta on todennäköistä, että kannan kotipaikka vaikuttaa vaelluskäyttäytymiseen ja kasvuun perinnöllisten tekijöiden lisäksi. Toiset kannat ovat alueellisia ja toiset kannat hyödyntävät koko Pohjanlahtea. Pitkän vaelluksen tekevät Perämeren vaellussiikakannat ovat riippuvaisia Selkämeren kasvualueista. Myös vuodenaika vaikuttaa siikojen saaliskoostumukseen ja siten myös kantaryhmän saaliiseen päätyviin yksilöihin. Vaikutukset eri kantoihin ovat siis erilaiset eri vuodenaikoina. Mitä

lähempänä omaa kutualuetta ja kutuaikaa pyynti tapahtuu, sitä suuremmalla todennäköisyydellä saaliina on oman alueen siikaa. Sekakantakalastus alkuvuodesta verottaa enemmän kaikkia siikoja satunnaisesti ja kohdistuu näin myös arvaamattomasti nopeakasvuisiin merikutuisiin siikakantoihin, kuten Maalahden siikaan (Hudd ym. 2012). Erityisesti suojeltava on Tornionjoen luonnonvarainen vaellussiika, mutta se vaeltaa hyvin kauas, ja siihen kohdistuu kalastusta aina Ahvenanmerelle saakka. Siikojä voidaan suojata myös kutuaikaan kohdennetuilla kalastusrajoituksilla. Esimerkiksi Merenkurkussa on käytössä paikallisia kalastusrajoituksia merikutuisen siian kutualueiden lähetyvillä kutukantojen suojaamiseksi (Anon 2019), mutta tämän työn tulosten perusteella Merenkurkun merikutuiseen siikaan kohdistuu merkittävää kalastuspainetta myös Merenkurkun ulkopuolella.

Eri siikakantaryhmien saman ikäisten siikojen kokoerot viittaavat eroon kasvunopeudessa. Saman ikäisten kalojen kokoerot voivat kuitenkin johtua myös eroista sukukypsyysissä tai lisääntymiseen laitetussa panostuksessa (Enberg ym. 2012). Vaellussiikakantojen otoliittitutkimukset, joissa kasvuerot voidaan luotettavasti lukea otoliiteista, ovat kuitenkin osoittaneet, että vaelluskäyttäytymisen erot heijastuvat eroihin kasvunopeudessa vaellussiikakantojen välillä (Hägerstrand ym. 2017). Vaellussiikakantojen kasvuerot todennäköisesti liittyvät kutualueen valintaan ja erilaisiin kasvuolosuhteisiin. Tornionjoen vaellussiikat syönnöstivät suhteellisesti enemmän Perämerellä, jossa siian kasvu on lyhyemmän kasvukauden vuoksi hitaampaa kuin etelässä (Jokikokko ym. 2018; Kallio-Nyberg ym. 2019). Lisäksi eteläisellä Pohjanlahdella saaliiksi päätyi nuorempia vaellussiikoja ja koska pyyntikoossa ei merialueiden välillä ollut suuria eroja kantaryhmän sisällä, voidaan päätellä, että kasvu on eteläisellä Pohjanlahdella nopeampaa. Huolimatta ikäkohtaisten kokoerojen perimmäisestä syystä on selvää, että siikakantojen väliset erot johtavat siihen, että kalastuksen vaikutukset eri siikakantoihin ovat erilaiset. Kalastuksen kohdistuessa tiettyyn kokoluokkaan eroavat vaikutukset eri siikakantojen välillä. Riippuen ikäkohtaisten kokoerojen taustasta, kohdistuvat kalastuksen vaikutukset eri voimakkuudella joko eroihin kasvunopeudessa, sukukypsyysissä tai lisääntymiseen laitetussa panoksessa. Jotta valinta ei aiheuttaisi minkään siikakannan hiipumista tai sukupuuttoa, olisi kalastuksen säätelyssä ja kannanhoidollisia toimenpiteitä suunniteltaessa tiedostettava mahdolliset erot vaikutuksissa eri siikakantoihin. Kannanhoidollisten toimenpiteiden ja kalastuksen säätelyn kannalta erot siikakantaryhmien ekologisissa ominaisuuksissa tarkoittavat, että vaikutuksia kuhunkin siikakantaan tulisi arvioida erikseen.

3.4. Johtopäätökset ekologisten ominaisuuksien analyysistä

Siikakantaryhmien välillä havaittiin selkeitä eroja ekologisissa ominaisuuksissa. Sekä vaelluskäyttäytymisen että ikäluokkien pyyntikoko vaihtelivat selkeästi kantaryhmien välillä. Esimerkiksi Perämeren Kemi-Oulujoen vaellussiika näytti vaeltavan suhteellisesti enemmän Pohjanlahden etelä- ja keski-osassa kuin Tornionjoen vaellussiika, joka puolestaan vaelsi suhteellisesti enemmän Perämerellä. Huomionarvoista aiempiin siikasaalistutkimuksiin verrattuna on, että havaitut erot ekologisissa ominaisuuksissa eivät rajoittuneet ainoastaan siikamuotojen (vaellussiika – karisiika) välille, vaan myös useat vaellus- ja karisiikakannat erosivat toisistaan. Geneettisen kannantunnistuksen käyttäminen mahdollistaa ekologisten erojen tarkemman analyysin jopa yksittäisten siikakantojen välillä, ilman erikseen tehtävää kalamerkitä. Tällöin on mahdollista tutkia myös luonnonvaraisesti syntyneiden siikojen ominaisuuksia sekä vastakuoriutuneina tai hyvin pieninä istutettujen siikojen kasvua ja vaellusta messä, ilman merkintäkustannusta.

Tulosten perusteella on myös selvää, että pelkkään siivilähammaslukuun perustuva siikakantojen erotelu ei ole riittävä, jotta luonnonvaraisten siikakantojen elinvoimaisuus voidaan taata. Kannanhoidon ja kalastuksen säätelyn ei tulisi myöskään perustua ainoastaan neutraaliin geneettiseen muuntelun perusteella tehtyihin perinnöllisesti samankaltaisten siikojen hoitoyksiköihin, silloin kun siikakantojen ekologist erot ovat myös hyvin selvät. Valinta kuitenkin lopulta vaikuttaa juuri ekologiin ominaisuuksiin. Vankimman perustan siikakantojen elinvoimaisuuden säilyttämisen kannalta tärkeille päätöksille

antaa geneettisen ja ekologisen tiedon yhdistäminen. Hoitoyksiköitä muodostettaessa tulisikin ottaa huomioon sekä geneettinen että ekologinen samankaltaisuus. Tässä hankkeessa esiteltyjä ja käytettyjä menetelmiä ja saatuja tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää tutkittaessa tarkemmin siianpyynnin kohdistumista yksittäisiin siikakantoihin.

4. Kirjallisuus

- Aronsoo, K. & Huhmarniemi, A. 2004. Changes in the European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) population of the Kalajoki — potential consequences of the alterations of fishing patterns in the Gulf of Bothnia. *Annales Zoologici Fennici* 41: 195–204.
- Anonyymi 2019. Sikfredning 2019. (<https://www.fishpoint.net/sikfredning-2019>) Katsottu 9.6.2020.
- Enberg, K., Jørgensen, C., Dunlop, E.S., Varpe, Ø., Boukal, D.S., Baulier, L., Eliassen, S. & Heino, M. 2012. Fishing-induced evolution of growth: concepts, mechanisms and the empirical evidence. *Marine Ecology* 33: 1–25.
- Finnäs, V., Lill, J.-O., Heimbrand, Y., Blass, M., Saarinen, T., Lahaye, Y., Jokikokko, E. & Hägerstrand, H. 2020. Prevalence of stocked whitefish in River Kemijoki, Finland, inferred by micro X-ray fluorescence analysis of otoliths. *Fisheries Management and Ecology*. Painossa.
- Heikinheimo, O. & Mikkola, J. 2004. Effect of selective gill-net fishing on the length distribution of European whitefish (*Coregonus lavaretus*) in the Gulf of Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 41, 357–366.
- Himberg, M., von Numers, M., Vasemägi, A., Heselius, S.-J., Wiklund, T., Lill, J.-O. & Hägerstrand, H. 2015. Gill raker counting for approximating the ratio of river- and sea-spawning whitefish, *Coregonus lavaretus* (*Actinopterygii: Salmoniformes; Salmonidae*) in the Gulf of Bothnia, Baltic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 45.2 (2015).
- Hägerstrand, H., Heimbrand, Y., von Numers, M., Lill, J.-O., Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2017. Whole otolith elemental analysis reveals feeding migration patterns causing growth rate differences in anadromous whitefish from the Baltic Sea. *Ecology of Freshwater Fish* 26: 456–461.
- Hudd, R., Veneranta, L. & Harjunpää, H. 2012. Störvuxen skärgårdslekande sik i Vasa. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutes arbetsrapporter 20/2012.
- Hutchings, J.A. 2000. Numerical assessment in the front seat, ecology and evolution in the back seat: time to change drivers in fisheries and aquatic sciences? *Marine Ecology Progress Series* 208: 299–303.
- 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 s.
- Jennings, S., Greenstreet, S.P.R. & Reynolds, J.D. 1999. Structural change in an exploited fish community: a consequence of differential fishing effects on species with contrasting life histories. *J Anim Ecol* 68: 617–627.
- 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*, 25(4), 261–266.
- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Saloniemi, I., Jokikokko, E. & Leskelä, A. 2019. Different growth trends of whitefish (*Coregonus lavaretus*) forms in the northern Baltic Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 35: 683–691.
- Kallio-Nyberg, I., Veneranta, L., Jokikokko, E. & Leskelä, A. 2020. Vaellussiian pituus- ja ikäjakauma Pohjanlahden saaliissa 1981–2017 ja 2013 alkaneen verkkokalastussäätelyn vaikutus siikakantoihin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus X/2020. Luonnonvarakeskus. Painossa.
- Koljonen, M.-L., Veneranta, L., Kallio-Nyberg, I., Koskenniemi, J. & Jokikokko, E. 2019. Pohjanlahden siikakantojen perinnöllinen erilaistuminen ja merialueen siikasaaliiden alkuperä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimuksia 56/2019. Luonnonvarakeskus.
- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland (*Coregonus lavaretus*, *C. widegreni*, *C. albula*). *Finnish Fisheries Research* 3: 31–83.

- Lehtonen, H. & Himberg, M. 1992. Baltic Sea migration patterns of anadromous *Coregonus lavaretus* (L.) s. str., and sea-spawning European whitefish, *C.L. widegreni* Malmgren. *Polskie Archiwum Hydrobiologi* 39: 463–472.
- Lehtonen, H. & Jokikokko, E. 2002. Responses of anadromous European whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) to fishing in the Gulf of Bothnia. In *Biology and Management of Coregonid Fishes. Archiv für Hydrobiologie Special Issues: Advances in Limnology.*, Volume 57, T. Todd and G. Fleischer, eds., pp. 669–676.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2002. Sea migration patterns of stocked anadromous European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) fingerlings. *Archives Hydrobiology: Special Issues on Advanced Limnology* 57: 119–128.
- 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. *Annales Zoologici Fennici* 41: 171–179.
- Lind, E.A. & Kaukoranta, E. 1974. Characteristics, population structure and migration of the whitefish, *Coregonus lavaretus* (L.) in the Oulujoki river. *Ichtyol. Fenn. Borealis* 1974: 160–217.
- Lindroth, A. 1957. A study of the whitefish (*Coregonus*) of the Sundsvall Bay district. *Institute of Freshwater Research Drottningholm Report* 38: 70–108.
- Luke 2019. Value of catches in commercial marine fishery.
- Ratner, S. & Lande, R. 2001. Demographic and evolutionary responses to selective harvesting in populations with discrete generations. *Ecology* 82: 3093–3104.
- Salojärvi, K. & Auvinen, H. 1981. A computer program for classifying sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) stocks. *Finnish Fisheries Research* 3: 23–28.
- SAS Institute 2012. SAS OnlineDoc® version 9.3 SAS. Cary: SAS Institute Inc.
- Svels, K., Salmi, P., Mellanoura, J. & Niukko, J. 2019. The impacts of seals and cormorants experienced by Baltic Sea commercial fishers., Luonnonvara- ja biotalouden tutkimuksia 77/2019. Luonnonvarakeskus.
- Svärdson, G. 1979. Speciation in Scandinavian *Coregones*. *Inst.Fresh Water Res. Drottningholm* 64: 1–95.
- 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.
- Urho, L., Koljonen, M.-L., Saura, A., Ari 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 & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. S. 549–555.
- 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.

Kiitokset

Hanke on saanut avustusta Maa- ja metsätalousministeriöltä sekä kalastonhoitomaksuista Varsinais-Suomen ja Lapin ELY-keskuksilta. Osa tutkimuksesta on toteutettu Kesäsiika takaisin – hankkeessa, jota rahoittaa Interreg Pohjoinen Euroopan aluekehitysrahasta sekä Lapin liitto. Kiitämme myös kaikkia hankkeessa avustaneita ja hankkeeseen näytteitään ja tietojaan antaneita henkilöitä.

5. Liitteet

Taulukko A1. Siikasaalisnäytteiden lukumäärät kuukausittain.

Kantaryhmä	Helmikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
Tornionjoki	9	12	53	9	77	10	11	1
Isojoki	2	4	5	2	16	2	2	1
Kemi-Oulujoki	11	24	35	20	74	26	15	2
Merenkurkku-Kalajoki	1	6	9	5	12	81	2	19
Ahvenanmaa	0	2	0	0	12	65	1	0
Lapuanjoki	0	10	5	0	6	1	1	0



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000