



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2025

Merikutuisen siian verkkokalastuksen säätely Merenkurkussa

Lari Veneranta, Topi Lehtonen, Tuomas Leinonen, Hannu Harjunpää
ja Annica Långnabba



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 77/2025

Merikutuisen siian verkkokalastuksen säätely Merenkurkussa

**Lari Veneranta, Topi Lehtonen, Tuomas Leinonen, Hannu Harjunpää
ja Annica Långnabba**

Viittausohje:

Veneranta, L., Lehtonen, T., Leinonen, T., Långnabba, A. & Harjunpää, H. 2025. Merikutuisen siian verkkokalastuksen säätely Merenkurkussa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 37 s.

Lari Veneranta ORCID ID 0000-0001-5074-0822



ISBN 978-952-419-112-8 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-112-8>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Lari Veneranta, Topi Lehtonen, Tuomas Leinonen, Hannu Harjunpää ja Annica Långnabba

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2025

Julkaisuvuosi: 2025

Kannen kuva: Lari Veneranta

Tiivistelmä

Lari Veneranta¹, Topi Lehtonen², Tuomas Leinonen³, Hannu Harjunpää¹ ja Annica Långnabba¹

¹ Luonnonvarakeskus, Vaasa

² Luonnonvarakeskus, Oulu

³ Luonnonvarakeskus, Helsinki

Siiankalastuksen solmuvälisäätely muuttui vuoden 2024 alusta siten, että koko Pohjanlahdella pienin sallittu solmuväli pyynnissä on 45 mm lukuun ottamatta Perämeren alueen pienikokoisen karisiian pyyntiä koskevia, leveyspiirikohtaisia poikkeuksia. Merenkurkun alueella uusi solmuvälisäätely tuli voimaan 1.7.2024. Karisiian koko vaihtelee Pohjanlahden eri osien välillä ja vaikka karisiika Merenkurkussa kasvaa suurikokoisemmaksi kuin Perämerellä, se jää kuitenkin vaellussiikaa pienemmäksi lukuun ottamatta sisäsaaristoalueilla lisääntyviä kantoja. Rannikkoalueilla, joissa karisiian ja vaellussiian kasvussa on selkeä ero, solmuvälisäätelyllä pystytään todennäköisesti vaikuttamaan siikamuotojen osuuteen saaliissa. Hankkeessa selvitettiin, voidaanko kalastus Merenkurkun alueella kohdentaa solmuvälin poikkeussäädöksin sekä pyynnin alueellisella kohdentamisella karisiikaan solmuväliltään alle 45 mm verkoilla siten, että vaellussiikoa ei päätyisi merkittävässä määrin saaliiksi.

Kaupallisilta kalastajilta kerättiin kokemusperäistä tietoa karisiian pyyntialueista ja ajankohdista. Kartoituksen perusteella täydennettiin Luonnonvarakeskuksen kaupallisen kalastuksen siikasaalisnäytteitä erityisesti syvästä vedestä kesäaikaan. Näytteitä hankittiin kaupallisilta kalastajilta ja lisäksi Luonnonvarakeskus toteutti koekalastuksen yli 20 m syvillä alueilla 38, 40 ja 45 mm solmuvälin verkoilla. Kertyneestä siikanäyteaineistosta määritettiin siikamuoto iän, siivilähämmasmäärän ja pituuden perusteella. Lisäksi siioista otettiin DNA-näytteet, joiden perusteella määritettyä siikamuotoa verrattiin siivilähämmastiedon ja ulkoasun perusteella määritettyyn siikamuodon luokitteluun.

Siivilähämpaisiin ja kasvuun perustuvan siikamuotojen tunnistamisen perusteella karisiikojen osuus saaliissa on suurempi, kun pyynnissä käytetään 38 tai 40 mm kuin 45 mm verkkoja. Merenkurkussa karisiikat kasvavat harvoin kokoon, jossa ne jäisivät 45 mm solmuvälin verkkoihin. Tulosten perusteella kalastussyvyydellä ja kalastusajankohdalla voidaan vaikuttaa karisiikojen saalisosuuteen, vaikka erot geneettisen luokittelun perusteella eivät olleet yhtä selvät kuin ulkoasun mukaan jaoteltuna.

Karisiian kohdennettu pyynti, jossa vaellussiikojen osuus saaliista pysyy pienenä, on mahdollista syvässä vedessä kesäaikana, kesä-, heinä- ja elokuussa. Keväältä (huhti- ja toukokuu) syvän veden näytteitä ei ole, joten siltä osin saalisosuuksia ei voida arvioida. Pienemmällä solmuvälillä (38 mm) saaliiksi jäävien siikojen pituusjakauma vastaa karisiikapopulaation yleistä pituusjakaumaa. Paikallisesti myös matalasta vedestä voidaan saada huomattavasti karisiikaa. Merenkurkun alueella pienimmän sallitun solmuvälin nosto 45 mm kokoon todennäköisesti vähentää kaupallisen kalastuksen siikasaaliita. Karisiikaan kohdentuvan pyynnin salliminen syvän veden alueilla kesäaikaan 38 tai 40 mm solmuvälillä on mahdollista, mutta saaliiksi jäävien siikojen tunnistaminen ulkoisten ominaisuuksien perusteella on epävarmaa. Karisiikaan kohdentuvaa pyyntiä tulisi seurata saalisosuuksien arvioimiseksi pidemmällä aikavälillä.

Asiasanat: vaellussiika, karisiika, kalastus, verkko, säätely, solmuväli

Abstrakt

Lari Veneranta¹, Topi Lehtonen², Tuomas Leinonen³, Hannu Harjunpää¹ och Annica Långnabba¹

¹ Naturresursinstitutet, Vasa

² Naturresursinstitutet, Uleåborg

³ Naturresursinstitutet, Helsingfors

Detta projekt tar upp frågan om den nya (2024) förordningen som gäller ändring av maskstorleken (knutavstånd) i nätfisket efter sik i de finska kustvattnen i Bottniska viken. För att förvalta de hotade bestånden av vandringsvik kommer den minsta tillåtna maskstorleken för nät att fastställas till 45 mm. I Bottenviken tillåts vissa undantag för att möjliggöra riktat fiske av sikens havslekande ekotyp, som växer långsammare och uppnår en mindre storlek än den anadroma ekotypen. I Kvarken, där projektet genomfördes, är storleksskillnaden mellan ekotyperna mindre än längre norrut, men ändå tillräcklig för att maskstorleken kan påverka fångstsammansättningen.

Underlaget för denna rapport utgörs av sikfångster från det kommersiella fisket, kompletterat med provtagning utförd av Naturresursinstitutet (Luke). Luke genomförde provtagningar med tre olika maskstorlekar – 38, 40 och 45 mm – på djup över cirka 20 meter. Ekotyptillhörighet bestämdes utifrån antalet gälräfständer, ålder och längd. Dessutom samlades fjällprover in för DNA-analys. Enligt insamlat data var andelen havslekande sik högre i fångster med 38 eller 40 mm nät än med 45 mm, även om genetisk indelning visade mindre tydliga skillnader. Havslekande ekotypen i Kvarkenområdet uppnår sällan en storlek som fångas med 45 mm nät. Resultaten visar även att det är möjligt att påverka andelen av de två ekotyperna i fångsten genom val av fiskedjup samt tidpunkt för fisket.

Ett riktat fiske på den mindre havslekande ekotypen med 38 eller 40 mm nät vara speciellt möjligt genom fiske på djupare vatten under sommarmånaderna (juni–augusti). Det bör dock noteras att prover från vårmånaderna april–maj saknas helt, vilket gör att ekotypsfördelningen under dessa månader inte kan bedömas tillförlitligt. Proverna tyder också på att fiskestrycket på havslekande sik varit hållbart: individerna var ofta könsmogna och äldre vid fångst med nät än med ryssjor, där fiskar fångade med ryssja antas bättre spegla populationens åldersstruktur. Längdfördelningen hos fiskar fångade med 38 mm nät motsvarade den längdfördelning som fångats med ryssjor.

Lokalt eller tidvis kan nätfiske på grunt vatten ge stora fångster av havslekande sik. Därför kommer höjningen av minsta tillåtna maskstorlek till 45 mm sannolikt att leda till minskade sikfångster i Kvarken. Projektets resultat indikerar att effekterna av den nya regleringen kan mildras genom att tillåta riktat fiske på den havslekande ekotypen med 38 eller 40 mm nät. Ett sådant fiske bör dock övervakas för att långsiktigt följa fångstandelarna mellan ekotyperna.

Nyckelord: anadrom, maskstorlek, fiske, nätfiske, reglering, vandringsvik, havslekande, sik

Abstract

Lari Veneranta¹, Topi Lehtonen², Tuomas Leinonen³, Hannu Harjunpää¹ and Annica Långnabba¹

¹ Natural Resources Institute Finland, Vaasa

² Natural Resources Institute Finland, Oulu

³ Natural Resources Institute Finland, Helsinki

This project addresses the issue of new 2024 changes in the mesh size (knot to knot) regulations in the whitefish gillnet fishery in the Finnish coastal waters of the Gulf of Bothnia. To manage the threatened anadromous, river-spawning whitefish populations, the smallest allowed mesh size of gillnets was set to 45 mm, with certain exceptions in the Bothnian Bay to allow targeted fishing of the sea-spawning whitefish ecotype, which grows slower and reaches a smaller size than the anadromous ecotype. In the Quark, where this project was conducted, the size difference between the ecotypes is smaller than further north in the Bothnian Bay but nevertheless large enough so that adjustments in gillnet mesh size can influence the proportions of the two ecotypes in the catch.

Our samples included whitefish catches from the commercial whitefish fishery, complemented by additional sampling by Natural Resources Institute (Luke). The latter samples included three different mesh sizes, 38, 40 and 45 mm and focused on areas deeper than 20 m. We identified the ecotypes by the number of gill rakers, age and length. In addition, we collected scale samples for DNA analyses to compare data on phenotype identification. Based on the available data, the proportion of the sea-spawning ecotype is higher with 38 or 40 mm than 45 mm mesh sizes. This was to be expected because the sea-spawning ecotype in the Quark area rarely grows to a size caught by 45 mm nets. The results also indicate that it is possible to influence the proportions of the two ecotypes in the catch by fishing depth and timing of the fishing effort. In particular, it seems feasible to selectively target the smaller sea-spawning ecotype with nets of smaller mesh sizes (38 or 40 mm) by fishing from deeper waters (presumably ≥ 20 m, see below) during the summer (June - August). Note, however, that we have no deepwater samples from the spring (April or May), and therefore the ecotype shares cannot be reliably estimated for these months. Our samples also suggest that the fishing effort for the sea-spawning whitefish has been at a sustainable level: the individuals were, to a large extent, sexually mature, and older when caught by gillnets than by fykes, with the fyke-caught fish presumably better representing the overall age structure in the population. In this regard, individuals caught with the smallest gillnet mesh size (38 mm) had a similar length distribution as those caught by fykes.

Locally or occasionally, gillnets in shallow water catch high numbers of sea-spawning whitefish. Thus, the increase of the minimum allowed mesh size to 45 mm will probably reduce the overall whitefish catches in the Quark. The results of this project indicate that by permitting a targeted fishing effort to the sea-spawning ecotype with 38 or 40 mm gillnets, it should be possible to mitigate the effects of the new regulations. However, such targeted fishery should be monitored, in order to assess the catch shares of the two ecotypes in the longer term.

Keywords: anadromous, mesh size, fishery, gillnet, management, regulations, river-spawning, sea-spawning

Sisällys

1. Siian kalastuksen säätely.....	7
2. Menetelmät	11
2.1. Pyyntipaikkatiedon keruu.....	11
2.2. Koekalastukset.....	12
2.3. Kaupallisen kalastuksen siikanäytteet.....	13
2.4. Siikanäytteiden käsittely ja siikamuotojen tunnistaminen.....	14
2.5. Siikamuotojen määrittäminen DNA:n perusteella	15
2.6. Aineiston tilastollinen käsittely.....	17
3. Tulokset.....	18
3.1. Saalissiikojen ekotyypin määrittäminen.....	18
3.2. Siikojen luokittelu geneettisen kannantunnistuksen perusteella.....	20
3.3. Solmuvälin, syvyyden ja pyyntiajan vaikutus saaliisiin	24
3.4. Sivusaaliit	27
4. Tulosten tarkastelu	28
4.1. Saalissiikojen ekotyypin määrittäminen.....	28
4.2. Kohdennettu pyynti.....	29
4.3. Pyyntin kannattavuus	31
4.4. Sivusaaliit	32
5. Johtopäätökset ja suositukset.....	33
Viitteet.....	35

1. Siian kalastuksen säätely

Merialueella kaupallisessa kalastuksessa pyydetään sekä jokiin kutemaan nousevia vaellussiikoja että merikutuisia siikoja. Merikutuiset siiat ovat siikoja, jotka kutevat jokisuistoissa, saaristoalueilla tai avoimilla rannikkoalueilla. Raportissa kaikkiin merikutuisiin siikoihin viitataan nimityksellä karisiika, jota useimmiten on käytetty vaellussiikaa pienikokoisemmaksi jäävästä, merialueella kutevasta siiasta. Hankkeessa selvitettiin Merenkurkun alueella, voidaanko kalastus kohdentaa solmuvälin poikkeussäädöksin karisiikaan solmuväliltään alle 45 mm verkoilla siten, että vaellussiikoja ei päätyisi merkittävässä määrin saaliiksi. Siian kalastuksen säätelyä Pohjanlahden alueella muutettiin vuoden 2024 alussa siten, että pienin sallittu solmuväli on 45 mm (Valtioneuvoston asetus MMM/2022/84), pois lukien Merenkurkun alue, jossa muutos tuli voimaan 1.7.2024. Solmuvälin kasvattamisen vuoksi vaellussiikaa pienempikokoiseksi jäävää karisiikaa ei olisi mahdollista enää pyytää, koska Merenkurkun alueella merikutuiset siiat jäävät vaellussiikaa pienikokoisemmaksi, lukuun ottamatta istutuksissa käytettävää Maalahden siikakannan siikaa, joka kasvaa vaellussiian tavoin (Veneranta ym. 2021, Veneranta & Harjunpää 2021).

Siian kalastuksen säätelyssä merialueella on tehty pieniä muutoksia reilun kymmenen vuoden aikana. Vuosien 2013–2023 välillä pienin sallittu solmuväli siianpyynnissä Pohjanlahdella oli 43 mm lukuun ottamatta Merenkurkun aluetta, jossa pyynti on erikseen ollut sallittu 40 mm solmuvälillä. Ennen vuoden 2013 säädöstä siian pyynnissä rannikkoalueella käytettiin tavanomaisesti 38–40 mm solmuvälin verkkoja. Perämeren alueella on erikseen sallittu pyynti leveyspiirin mukaan asetuilla solmuvälirajoilla (Valtioneuvoston asetus kalastuksesta 1360/2015), siten, että solmuväliltään 43 mm tai suurempien verkkojen lisäksi voidaan pyytää 27–30 mm solmuväleillä ja leveyspiirin 64°00'N ja 63°30'N välillä 30–35 mm verkoilla. Paikallisen solmuvälisäätelyn perustana on ollut karisiian pienempi koko pohjoisemmilla rannikkoalueilla (Lehtonen 1981, Kallio-Nyberg ym. 2019). Karisiian pyynnissä Perämerellä solmuvälirajat säilyivät entisellään myös vuodesta 2024 eteenpäin. Perämerellä karisiian pyynnin sivusaaliiksi jäävien nuorien vaellussiikojen osuutta ei ole erikseen selvitetty.

Siianpyynniksi katsotaan kalastus, jossa vähintään puolet saaliista on siikaa. Suurin osa siian kaupallisesta- ja vapaa-ajankalastuksesta tapahtuu verkoilla, joten pyynnin säätelyä on tehty lähinnä pienimmän tai suurimman sallitun solmuvälin kokoa muuttamalla, jolloin vaikutus kohdentuu saaliiksi jäävän siian kokoon ja siten myös ikään. Siian kalastus merialueella on sekakantapyyntiä, jossa pyynnin kohteena on useita eri siikakantoja samanaikaisesti (Leinonen ym. 2020). Kantojen välillä on eroja syönnösvaelluksen laajuudessa sekä osin myös kasvussa. Solmuvälimuutos vaikuttaa saaliiksi kertyvien siikojen määrään ja solmuvälillä voi vaikuttaa myös pyynnin kohdistumiseen eri siikamuotoihin tai -kantoihin.

Vaellussiian kalastusta on tarve säädellä, koska sekä saaliiksi jäävät että Perämeren jokiin kudelulle nousevat siiat ovat aiempaa nuorempia ja pienempiä (Kallio-Nyberg ym. 2019, Jokikokko & Veneranta 2022). Vaellussiikojen koon pieneneminen on tapahtunut useiden vuosikymmenien aikana, ja todennäköisesti liittyy voimakkaaseen kalastuspaineeseen sekä osin myös vesien lämpenemiseen (Kallio-Nyberg ym. 2019, Veneranta ym. 2021). Vaellussiika on myös määritetty uhanalaiseksi kutupopulaatioiden tilan heikkenemisen sekä lisääntymisalueiden tuhoutumisen vuoksi (Urho ym. 2019). Liian pienikokoisena ja nuorena pyydytetyt siiat vaikuttavat haitallisesti sekä kalastuksen tuottoon (Lehtonen 1988, Lehtonen & Jokikokko 2002, Jokikokko ym. 2005) että rakennetuissa vesissä tapahtuvaan emokalapyyntiin ja mädin

keruuseen. Rakennetuissa vesissä menetettyjä vaellussiian lisääntymisalueita kompensoidaan voimalaitoksille määrättyillä istutusvelvoitteilla. Siikakantojen heikko tila ja emokalojen koon pieneneminen vaikeuttavat osaltaan istutusvelvoitteiden täyttämistä, koska pienemmistä kaloista saadaan vähemmän mätiä (Lehtonen 1981) ja nuorista sioista kerättävä mäti voi olla heikkolaatuisempaa kuin vanhempien ja suurempien kalojen mäti (Mäenpää 1999).

Vaellussiian lisäksi Pohjanlahdella on merialueella kutevia merikutuisia siikakantoja, joita yleensä kutsutaan kari-, suisto- tai saaristosioiksi. Merikutuisten siikojen esiintymisalue painottuu nykyään Pohjanlahden pohjoisosiin (Veneranta ym. 2013). Merikutuiset siiat on koko rannikkoalueella luokiteltu vaarantuneiksi (Urho ym. 2019), mutta kantojen tilassa on huomattavia paikallisia eroja. Karisiikojen syönnösvaellusalue on pääsääntöisesti lyhyempi kuin vaellussiialla ja niiden syönnösalueen laajuus merkintöjen mukaan on enintään 100–200 km. Rannikkojoissa lisääntyvät vaellussiiat voivat tehdä useiden satojen kilometrien pituisen syönnösvaelluksen (Lehtonen 1981, Lehtonen & Himberg 1992, Leskelä ym. 2002, Aronsuu & Huhmarniemi 2004, Hägerstrand ym. 2017) ja saaliiksi jäävät vaellussiiat ovat pääosin olleet näitä syönnöksellä olevia sukukypsymättömiä tai ensimmäistä kertaa kutualueelle suuntaavia siikoja (Kallio-Nyberg ym. 2019). Merenkurkussa kalastettavat siiat voivat olla joko lähijokien populaatioista tai vaelluksella olevia kaloja huomattavasti kauempaa, esimerkiksi Perämeren pohjoisosien joista. Merkintöjen perusteella rannikkojokien vaellussiikojen syönnösvaellus suuntautuu pääosin etelään (Lehtonen & Himberg 1992).

Ennen merikutuiset siiat olivat runsaslukuisia koko Pohjanlahden alueella (Lehtonen 1981), mutta nykyään niihin kohdentuu merkittävämmässä määrin kalastusta lähinnä alueilla, joilla kannat ovat edelleen vahvempia, eli Merenkurkusta Perämeren pohjoispäähän ulottuvalla rannikkoalueella. Siianpoikashavaintojen perusteella Merenkurkussa karisiian tunnettuja kutualueita sijaitsee mm. Valassaarten, Raippaluodon pohjoisosien ja Mikkelsaarten alueella sekä saaristoalueilla laajasti näiltä alueilta rannikolla pohjoiseen (Veneranta ym. 2013). Merenkurkun eteläpuolisilta alueilta merikutuisen siian poikashavaintoja on tehty huomattavan vähän, ja esimerkiksi Merenkurkussa siiankalastusalueena tunnetulta Rönnskärin ulkosaaristoalueelta poikasten esiintymistä ei ole todettu (Veneranta ym. 2013). Vaellussiian tavoin kasvavan suisto- tai saaristosiiian, eli Maalahden tai Luodon kantaa olevien siikojen kutualueita puolestaan on laajalti sisäsaaristoalueilla, esimerkiksi Bergössä Maalahdenjoen edustalla sekä Vaasan sisäsaaristossa, mutta luonnonlisääntyminen näillä alueilla on melko vähäistä (Hudd ym. 2012, Veneranta & Harjunpää 2021).

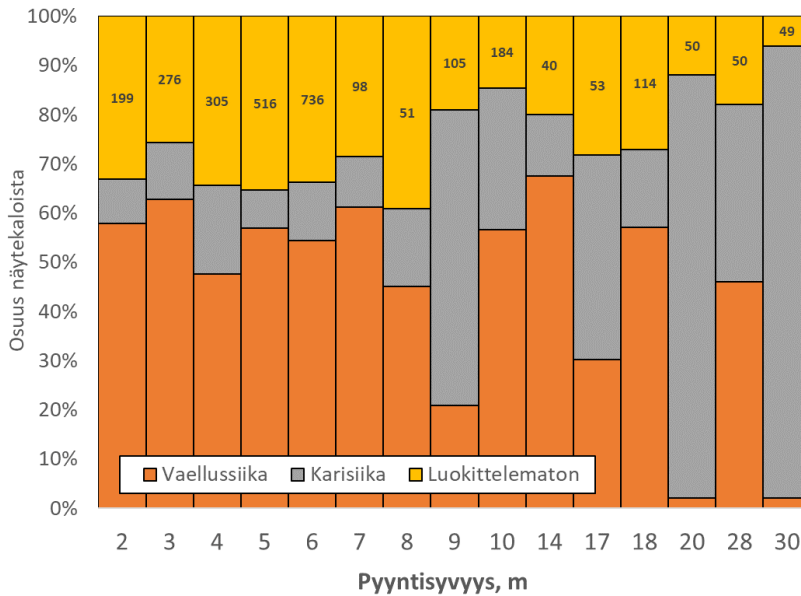
Perämeren alueella karisiiat ovat selvästi hidaskasvuisempia ja jäävät kooltaan pienemmiksi kuin vaellussiiat (Lehtonen ym. 1981, Kallio-Nyberg ym. 2019). Erikseen sallittu pienempien solmuvälien käyttö on mahdollistanut karisiian kalastuksen Merenkurkun pohjoispuolisella alueella. Merenkurkussa karisiiat siiat kasvavat kuitenkin riittävän suuriksi, jotta niitä on voitu pyytää 40 mm solmuvälillä (Lehtonen ym. 1981). Solmuvälin kasvattaminen tätä suuremmaksi jättäisi karisioista huomattavan osan hyödyntämismahdollisuuksien ulkopuolelle. Varsinaisten karisiikojen lisäksi Merenkurkussa on nopeakasvuisempia merikutuisia siikoja, Luodon ja Maalahden kannan suisto- tai saaristosiiikoja, jotka kasvavat yhtä nopeasti ja saavuttavat saman koon kuin vaellussiiat (Hudd ym. 2012, Veneranta & Harjunpää 2021). Pienimmän sallitun solmuvälin kasvattaminen vaikuttaa näihin kantoihin todennäköisesti suotuisasti, jolloin aiempaa suurempi osuus saavuttaa sukukypsyyden ja selviytyä kutemaan ennen pyyntiä. Kutuaikaan kohdentuvaa pyyntiä merikutuisiin siikoihin ei Merenkurkussa juuri ole, koska syysaikaan osakaskunnat ovat omaehtoisesti asettaneet pääosin loka- ja marraskuulle ajoittuvia rauhoituksia merikutuisten siikojen suojaamiseksi. Rauhoituspäätöksiä on tehty erityisesti

Maalahden siikakannan lisääntymisen suojaamiseksi (Veneranta & Harjunpää 2021). Kudunai-kainen kaupallinen karisiian pyynti Merenkurkussa kohdentuu lähinnä muutamille ulkosaaris-toalueille, kuten Valassaarten ympäristöön

Merialueella tavanomaisesti siianpyynnissä käytetty solmuväli on pienentynyt kalan koon mukana siten, että vielä 1960-luvun puolivälissä siianpyynnissä käytettyjen verkkojen solmuväli oli keskimäärin 48 mm (Valtonen 1964), mutta 2010-luvun alussa se oli tavanomaisesti 40 mm ja paikoin vain 38 mm (Luonnonvarakeskus, EU-tiedonkeruuaineisto). Sittemmin verkkopyynnin solmuväliä säätelemällä on pyritty vähentämään vaellussiikojen kalastuskuolevuutta syönösvaelluksella ja kasvattamaan jokeen asti pääsevien siikojen keskikokoa. Kalastuksen valikoivuus voi vaikuttaa suhteellisesti enemmän nopeakasvuisten vaellussiikojen kuin hidaskasvuisten karisiikojen populaatiorakenteeseen ja ikäkohtaiseen pyyntikokoon (Kallio-Nyberg ym. 2019). Merkintätietojen perusteella esimerkiksi Maalahden siian osuus Selkämeren – Merenkurkun alueen siikasaaliissa on enimmillään joitakin prosentteja muun osan saaliista koostuessa pääosin eri kantoja olevista vaellussiioista (Veneranta & Harjunpää 2021; Leinonen ym. 2020). Kaupallisen kalastuksen ja vapaa-ajankalastuksen tilastoinnissa vaellussiikoja ja merikuituisia siikoja ei erotella toisistaan. Saalisosuuksia voidaan arvioida lähinnä Perämerellä pieni-solmuvälisillä verkoilla (<36 mm) kaupallisessa kalastuksessa tilastoitujen siikasaaliiden perusteella tai Luonnonvarakeskuksen keräämien kaupallisen kalastuksen saalisnäytteiden ikä-, pituus- ja siivilähämmastietojen perusteella. Vaellus- ja karisiiat eroavat tyypillisiltä siivilähämmäiden lukumääriltään siten, että karisiialla siivilähämpaita on keskimäärin vähemmän (Lehtonen 1981, Himberg ym. 2015). Siivilähämmäiden lukumäärää onkin käytetty yleisesti siikamuotojen tunnistuksessa. Merikutuisten- ja vaellussiikojen siivilähämmäiden lukumäärissä on kuitenkin päällekkäisyyttä ja esimerkiksi Maalahden kannan merikutuisilla siioilla siivilähämmämäärä on samansuuruinen kuin vaellussiioilla (Himberg ym. 2015, Veneranta & Harjunpää 2021). Siikamuotoa ei siten pystytä luotettavasti tunnistamaan pelkän siivilähämmästiedon perusteella, joskin myös kasvunopeus huomioimalla päästään parempaan tarkkuuteen, edellyttäen että kalojen ikä päästään määrittämään (Lehtonen 1981, Kallio-Nyberg ym. 2019, Veneranta ym. 2021). DNA-määrityksellä kanta-arviointia voidaan tarkentaa edelleen, koska silloin pystytään parhaassa tapauksessa tunnistamaan kanta ja ekotyypit (Koljonen ym. 2019, Leinonen ym. 2020), mikä mahdollistaa esimerkiksi myös Maalahden ja Luodon merikutuisten siikojen tunnistamisen. Luonnonvarakeskus onkin selvittänyt aiemmin eri siikakantojen osuutta saaliissa merialueetasolla geneettisen kannantunnistuksen perusteella. Varsinaisen karisiian osuus saaliissa vaihtelee vuodenaikojen mukaan, ja tammi-heinäkuussa osuus oli 12,5 % ja heinä-joulukuussa 33,6 % (Leinonen ym. 2020). Kyseisessä tutkimuksessa käytettiin valikoimattomia näytteitä vuosilta 2008–2014. Karisiian osuudet voivat vaihdella huomattavasti näytteiden välillä, ja tiedossa on, että osassa näytteistä karisiian osuus saaliista on ollut korkea. Siten aiemmin saatavilla ollutta tietoa saalisosuuksista ei voida käyttää alueellisen kalastuksensäätelyn perustana.

Luonnonvarakeskus on kerännyt siiankalastuksesta näytteitä erityisesti osana kaupallisen kalastuksen seurantaohjelmaa. Vuosina 2013–2021 tämä näyteaineisto on pyritty keräämään kalastuksen painopistettä vastaavasti ja suurin osa siian saalisnäytteistä on ranta-alueiden lähitöällä tapahtuvasta pyynnistä. Aineiston perusteella vaellussiikojen osuus on erityisen korkea alle 8 m syvyydessä tapahtuneessa pyynnissä. Siikamuotojen osuus vaihtelee huomattavasti näytteittäin, mutta ilmiänsä perusteella luokitellun karisiian osuus on tässä aineistossa ollut suurimmillaan yli 20 m syvyydestä tehdyissä pyynneissä. Siikamuotojen luokittelu aineistossa on tehty karkeasti sukukypsyyden, pituuden ja iän perusteella arvioimalla. Luokittelu on siten

lähinnä suuntaa antava. Lisäksi havainnot perustuvat yksittäisiin näytteisiin, joiden yksilömäärät olivat pieniä. Luokittelemattomien siikojen osuus rannan läheisessä pyynnissä on myös ollut varsin suuri, mikä osaltaan lisää arvioinnin epävarmuutta (Kuva 1). Aineistoa käytettiin tämän tutkimuksen suunnittelun perustana.



Kuva 1. EU-tiedonkeruuhankkeen kaupallisesta verkkokalastuksesta (tilastoruudut 18, 22, 23, 24 ja 28; 2014–2021) kerättyjen siikanäytteiden siikamuotojen osuus saaliissa eri pyyntisyvyyksillä

Merenkurkun alueella kalastustilanteessa saalissiiän siikamuotoa tai kantaa on käytännössä mahdoton tunnistaa luotettavasti, vaikkakin tiettyjen ulkoisten merkkien perusteella kokenut kalastaja voi otaksua siian olevan kari- tai vaellussiika. Luokittelu on kuitenkin hankalaa, koska ulkoisilta ominaisuuksiltaan tyypillisen vaellus- ja karisiian väliltä olevia yksilöitä on paljon, minkä vuoksi tunnistaminen ei ulkoisten tuntomerkkien perusteella ole yksiselitteistä. Käytännön kalastustilanteissa saaliiksi otettavien siikojen valinta ulkomuodon tai kasvun perusteella ei myöskään ole mahdollista, joten säätelykeinoksi kalastuksen kohdentamiseksi karisiikaan vaellussiian sijaan jää pyynnin alueellinen ja ajallinen säätely. Kalastajien kokemusten perusteella karisiikaa jää saaliiksi varsinkin kesäaikaan syvässä tehdystä pyynnistä, mikä myös täsmää alustavien tilastotietojen kanssa (Kuva 1). Matalassa, rannan tuntumassa tehtävässä pyynnissä saaliit koostuvat pitkälti vaellussiista (Kuva 1), paitsi loka-marraskuussa tehtävässä karisiian kutualueille kohdennetussa pyynnissä. Kalastuksen alueellisella ja ajallisella kohdentamisella voidaan siis todennäköisesti vaikuttaa karisiian osuuteen saaliissa, mutta lainsäädännön kehittämiseen sopivaa tutkimustietoa aiheesta ei aiemmin ole ollut.

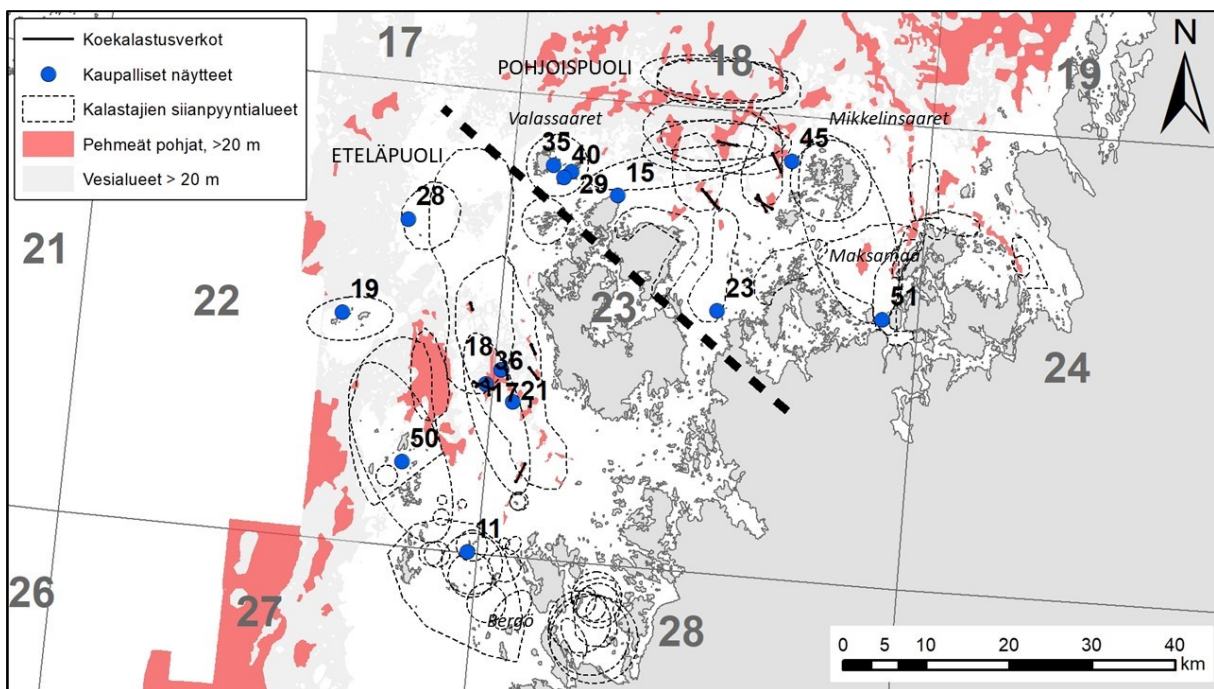
Hankkeessa selvitettiin verkkosaaliin siikojen ekotyypijakauma ajankohdan, kalastussyvyyden ja verkon silmäkoon suhteen kesä- ja syysaikana tehdystä pyynnistä. Lisäksi selvitettiin eri solmuvälvaihtoehtojen vaikutusta siikasaaliisiin sekä saaliiksi jääneiden siikojen ikä- ja kookajakaumiin. Tulosten perusteella arvioidaan alueet ja ajankohdat, joissa karisiikaa voidaan kohdennetusti kalastaa.

2. Menetelmät

2.1. Pyyntipaikkatiedon keruu

Luonnonvarakeskus järjesti yhteistyössä Österbottens fiskarförbund rf:n kanssa keväällä 2023 kaksi kalastajakokousta Merenkurkun alueen siiankalastajille. Kokoukset pidettiin Merenkurkun eteläisen alueen kalastajille (Maalahti, Korsnäs, Närpiö) sekä pohjoisen alueen kalastajille (Vaasa, Mustasaari, Vöyri, Uusikaarlepyy). Kokouksiin osallistui yhteensä 41 kalastajaa, ja niissä käsiteltiin alueen siiankalastuksesta aiemmin kerättyjä tietoja. Kalastajia pyydettiin merkitsemään karttapohjalle pääasialliset pyyntialueet ja erityisesti karisiian pyyntiin käytetyt alueet sekä pyyntiajankohdat.

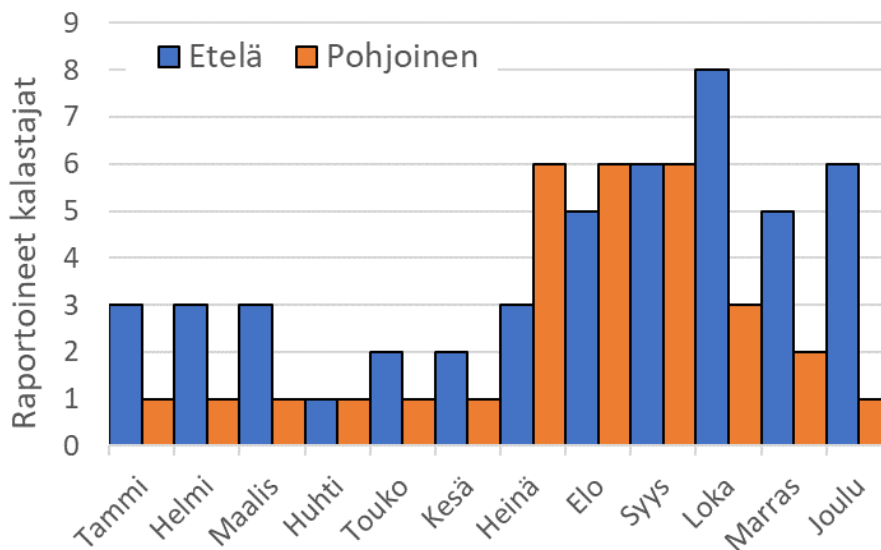
Kyselyssä saatiin karttamuotoinen vastaus pyyntialueesta yhteensä 32 kalastajalta. Pyyntiajankohdasta tieto saatiin Raippaluodon eteläpuoliselta alueelta 11 kalastajalta ja pohjoispuoliselta alueelta seitsemältä kalastajalta. Kunkin kalastajan ilmoittamat pyyntialueet digitointiin ja siirrettiin karttapohjalle. Pyyntialueet sijoittuivat pääosin Merenkurkun ulkosaaristoalueille (Kuva 2), pois lukien Bergön sisäpuolinen alue Maalahden edustalla. Erityisesti kesäkuukausina syvästä vedestä siikaa kalastavilta kyseltiin tarkempia pyyntialuetietoja ja tältä pohjalta koekalastukset kohdennettiin Raippaluodon lounaisreunalle Vallgrundin edustalle sekä Mikkeliinsaarten länsipuoliselle alueelle. Pyyntipaikkoja ei ositettu useammille alueille, koska tällöin pyyntikertojen määrä aluetta ja ajankohtaa kohden olisi jäänyt vähäiseksi.



Kuva 2. Kalastajilta saadut tiedot karisiikojen pyyntialueista, kaupallisesta pyynnistä ostetut näytteet sekä koekalastuspaikat ja koekalastusalueiden valinnassa käytetyt syvät yli 20 m alueet ja pehmeäpohjaiset syvät alueet.

Kalastajilta saadut tiedot karisiikojen pyyntialueista, kaupallisesta pyynnistä ostetut näytteet sekä koekalastuspaikat ja koekalastusalueiden valinnassa käytetyt syvät yli 20 m alueet ja pehmeäpohjaiset syvät alueet.

Kalastajien antamien pyyntiaikatietojen perusteella karisiikaa pyydetään ja jää saaliiksi Raippaluodon lounaispuolisella alueella, erityisesti Bergön saaristossa heinäkuulta lokakuulle, siten että suurin osa pyytäjistä nosti lokakuun esille karisiian pyynnissä. Lisäksi karisiikaa saadaan kalastajien havaintojen mukaan myös talviaikana, marraskuulta maaliskuulle tapahtuvassa pyynnissä Merenkurkun eteläpuolella Bergön saaren lähialueilta. Raippaluodon pohjoispuolella yksi kalastaja raportoi karisiian merkittäväksi saaliiksi läpi vuoden, mutta suurin osa pyytäjistä raportoi pääasiallisiksi pyyntikuukausiksi heinä-, elo- ja syyskuun (Kuva 3). Lisäksi Österbottens fiskarförbundin kautta saatiin tietoon, että karisiikaa pyydetään jäätilanteen salliessa myös pohjoispuoliselta alueelta, erityisesti Mikkeliinsaarten ja Maksamaan läheisiltä vesiltä talviverkoilla.



Kuva 3. Kalastajien raportoimat karisiian pyyntikuukaudet Raippaluodon etelä- ja pohjoispuolella.

2.2. Koekalastukset

Koekalastusalueet rajattiin merikartta-aineiston (Traficom S-57) syvyystietojen perusteella alueille, joilla aineiston mukainen syvyys on vähintään 20 metriä. Syviltä alueilta valittiin pehmeäpohjaiset alueet GTK:n Merenpohjan kovat ja pehmeät alueet 1:250000-aineistosta. Pehmeiden pohjien aineisto on osin mallinnettu ja se sisältää maannostyyppit hiekasta liejuun. Pyyntialueet rajattiin pehmeille pohjille, koska karisiika kalastajien havaintojen mukaan käyttää mm. valkokatkaa (*Pontoporeia affinis*) ravinnokseen syvillä alueilla, missä se esiintyy runsaslukuisena. Kalastajat tunnistavat tällaiset pohja-alueet sekä pitkän kokemuksen kautta että kaikuluotaimen avulla. Valkokatka aktivoituu ravinnonotossa yöaikaan ja liikkuu aktiivisemmin pohjan läheisessä vedessä (Lindström & Lindström 1980), joka vaikuttanee myös karisiian aktiivisuuteen. Koekalastukset kohdennettiin tämän vuoksi pimeään tai hämärän jaksoon.

Pohjatyypin rajauksella mahdollisten pyyntialueiden pinta-ala supistui huomattavasti verrattuna kaikkiin yli 20 m syviin alueisiin Merenkurkussa. Karttatarkastelun perusteella rajatut alueet olivat samoja, jotka myös kalastajille suunnatussa kyselyssä tunnistettiin karisiian kalastusalueiksi. Koekalastuksissa pyyntialueet sijoitettiin sääolosuhteiden mukaan näille alueille.

Pyynti toteutettiin pohjaverkoilla ja sopivien verkkojen tyyppi selvitettiin haastattelemalla kalastajia. Verkkojen rakenteessa oli vaihtelua kalastajittain, mikä osin johtuu erilaisista kalastusalueista ja -paikoista sekä näillä vallitsevista olosuhteista. Koekalastusta varten teetettiin Muutuote Oy:ssä verkot, joiden pituus oli 60 m ja korkeus 3 m, alapaulan painotus oli 30 g/m ja yläpaulan kantavuus 18 g/m. Langan vahvuus kaikissa verkoissa oli 0,15 mm ja solmuvälit 38, 40 ja 45 mm. Pyynnissä oli pienintä ja suurinta solmuväliä oli käytössä kuusi verkkoa ja tavanomaista 40 mm solmuväliä 28 verkkoa. Koekalastuksissa käytettyjen verkkojen yhteispituus oli siten 2,4 km. Verkot jaettiin satunnaisesti kuuteen verkkopyttyyn ja solmuväli oli kuhunkin verkkoon merkitty värillisellä merkkilapulla. Verkkojen laskua varten veneeseen asennettiin taakse alumiiniputkesta valmistettu ohjuri, jonka kautta verkot voitiin laskea mereen suoraan verkkopytyistä. Nostoa varten veneeseen laitettiin Laxtröm Oy:n hydraulinen verkonvetokone (malli 70). Noston yhteydessä kustakin solmuvälistä tulleet saaliskalat laitettiin erillisiin solmuvälikohtaisiin saalislaatikoihin. Pyyntipaikasta riippuen osassa pyyntikertoja verkot laskettiin kahteen jataan ja osassa ne laitettiin kaikki samaan jataan. Koekalastuksen yhteydessä kirjattiin pyyntipaikka, pyyntisyvyys verkkojadan alku- ja loppupäässä, pintaveden lämpötila sekä saalisajit ja määrä. Ainoastaan siat otettiin näytteeksi.

Koekalastukset aloitettiin elokuun 4. päivä ja niitä jatkettiin lokakuun 17. päivään saakka. Syksy 2023 oli varsin kovatuulinen, mutta suunniteltu 12 pyyntikertaa ja erillistä näytettä saatiin suoritettua. Elokuulle saatiin kolme pyyntikertaa, syyskuulle neljä ja lokakuulle viisi (Taulukko 1). Pyynnissä oli tuulirajoituksena noin 5–6 m/s ja käytännössä tyynien päivien vähäinen määrä rajoitti koekalastusten suorittamista. Pyynnit tehtiin joko aamulla tai illalla siten, että aamuisin verkot laskettiin veteen ennen auringon nousua tai iltapyynnissä vastaavasti verkot nostettiin auringon laskettua. Pyyntiaika oli siten 1,5–3 tuntia pyyntikertaa kohden. Kolmella pyyntikerralla verkot laskettiin kahteen jataan. Kalastussyvyudet vaihtelivat 19–38 m välillä painottuen pääosin 20–25 m välille. Tulosten laskennassa on käytetty pyynnin aloitus- ja lopetuspaikan keskisyyvyttä. Pyyntiaika oli varsin lyhyt, jotta kalamäärä ei kasvanut liian suureksi ja toisaalta pyrittiin välttämään hylkeiden pyynnille aiheuttamia ongelmia.

2.3. Kaupallisen kalastuksen siikanäytteet

Luonnonvarakeskus kerää vuosittain näytteitä siian kaupallisesta kalastuksesta EU-tiedonkeruuhankkeen puitteissa. Tavanomaisesti siian verkkokalastus tapahtuu matalassa vedessä rannan tuntumassa, joten aiempien vuosien aineistoissa syvän veden (≥ 20 m) näytteitä ei tilastoruudun 23 alueelta ollut. Syvän veden alueella tapahtuvassa kaupallisessa karisiian pyynnissä käytetään pääsääntöisesti 40 mm solmuväliä. Pyynti kohdentuu erityisesti kesäaikaan sekä muulloin sellaisiin ajankohtiin, jolloin esimerkiksi sääolosuhteiden vuoksi vaellussiian pyynti matalasta vedestä ei ole mahdollista. Hankkeen yhteydessä kaupallisen kalastuksen näytteitä ostettiin vuonna 2023 yhteensä 12 kpl, joista viisi näytettä oli yli 20 m syvyisiltä vesialueilta (Taulukko 1). Verkkojen solmuväli kaupallisen kalastuksen näytteissä oli 40–43 mm. Näytteiden hankinnassa painotettiin vuonna 2023 alueita, joihin myös karisiian pyynti kohdentuu. Lisäksi kaksi näytettä hankittiin talviajan pyynnistä tammikuulta 2024. Näytteet ostettiin samoilta pyyntialueilta, joissa koekalastus toteutettiin. Lisäksi osaan analyyseja hyödynnettiin myös kahta alueelta vuonna 2023 otettua rysänäytettä. Rysänäytteiden perusteella arvioitiin karisiikakannan ikä- ja kokorakennetta olettaen, että rysä pyytää siikoja vähemmän valikoivasti kuin verkko tietyllä solmuvälillä.

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytetyt verkkopyyntinäytteet, niiden keskisyvyys ja siikasaalis kapaleina sol-muväliä kohden. Alkuperät: K = kaupallinen pyynti, L = Luken koekalastus. Alueet: E= Raippa-luodon eteläpuoli, P= Raippaluodon pohjoispuoli.

Näyte	Alkuperä	Päivämäärä	Solmuväli (mm)	Verkkojen pituus (m)	Alue	Syvyys (m)	Siikoja (kpl)
11	K	14.5.	43	1 050	E	2	48
15	K	6.6.	40	180	P	4	50
17	K	19.6.	40	2 430	E	26	50
18	K	27.6.	40	5 100	E	26	81
19	K	28.6.	43	180	E	4	49
21	K	31.7.	40	2 700	E	25	47
23	K	11.7.	40	2 700	P	11	59
24	L	4.8.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	19/22	5, 8, 0
25	L	10.8.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	24/28	40, 34, 0
27	L	23.8.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	22/26	30, 27, 2
28	K	23.8.	40	900	E	3	50
29	K	3.9.	40	990	P	3	44
35	K	10.9.	40	750	P	3	49
36	K	11.9.	40	1 350	E	25	50
37	L	15.9.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	21	6, 25, 3
38	L	18.9.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	24	7, 22, 3
39	L	8.9.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	24	13, 42, 1
40	K	18.9.	40	900	P	3	49
41	L	24.9.	38, 40, 45	360, 1 680, 360	E	21	4, 6, 0
42	L	3.10.	38, 40, 45	360, 1 620, 360	E	30	4, 21, 0
43	L	4.10.	38, 40, 45	360, 1 620, 360	E	23	1, 19, 4
45	K	3.10.	40	1 500	P	20	52
46	L	9.10.	38, 40, 45	360, 1 620, 360	E	24	3, 19, 0
47	L	10.10.	38, 40, 45	360, 1 620, 360	E	22	2, 0, 0
48	L	17.10.	38, 40, 45	360, 1 620, 360	E	19	3, 15, 0
50	K	21.10.	40	1 200	E	3	66
51	K	8.11.	40	2 400	P	16	52
1	K	8.1.	40	240	P	15	55
2	K	8.1.	40	1 200	P	15	50

Eri solmuväleillä pyydyksiin jäävien siikojen kokojakauman arvioinnissa käytettiin Luonnonvarakeskuksen eri näytteenotoista vuosilta 1989–2009 kerättyä aineistoa, jossa on verkon solmuvälikohtaisesti mitattuja siikojen pituuksia Pohjanlahden alueelta.

2.4. Siikanäytteiden käsittely ja siikamuotojen tunnistaminen

Kaikista näytesioista määritettiin pituus, paino, sukupuoli, sukukypsyyssaste, siivilähampaiden määrä ja otettiin talteen otoliitit sekä suomunäytteet EU-tiedonkeruuhankkeen käytäntöjen mukaisesti. Otoliittileikkeitä käytettiin iän määrittämisessä ja DNA-määritys perustuu siista otettuun suomunäytteeseen. Hankkeessa käytetyt verkkonäytteet on esitetty taulukossa 1.

Siikojen ilmiäsuun perustuvat ekotyypit määritettiin sekä siivilähampaiden lukumäärän että kasvun (pituus tietyssä iässä) perusteella näytekaloille. Kasvuun perustuva jaottelu perustui siihen, että Lehtonen (1981) havaitsi Porin alueen siioille seuraavat aineistoihinsa perustuvat

ikäkohtaiset pituuden raja-arvot: 3 vuotta 315 mm, 4 vuotta 345 mm, 5 vuotta 385 mm, 6 vuotta 400 mm, 7 vuotta 440 mm, 8 vuotta 48 mm ja 10 vuotta 500 mm, siten että tätä lyhyemmät kalat olivat todennäköisesti merikutuisia karisiikoja ja pidemmät kalat puolestaan vaellussiikoja. Käytimme samaa jaottelua Merenkurkun alueen siioille, sillä erityisesti niille vastaavia tietoja ei ole käytettävissä. Ikäkohtaisen pituuden suhteen yli 10 % heitto raja-arvosta katsottiin vahvaksi näytöksi kyseisen ekotyypin suuntaan. Siivilähampaiden suhteen jaottelumme perustui sille, että karisiikojen tyypilliseksi siivilähampaslukumääräksi on aiemmin ilmoitettu n. 27 ja vaellussiikojen n. 30 (Lehtonen ym. 1981, Himberg ym. 2015). Niinpä katsoimme, että alle 27 siivilähammasta oli vahva näyttö ja 27–28 siivilähammasta heikko näyttö karisiian suuntaan ja yli 30 siivilähammasta puolestaan vahva ja 29–30 siivilähammasta heikko näyttö vaellussiian suuntaan.

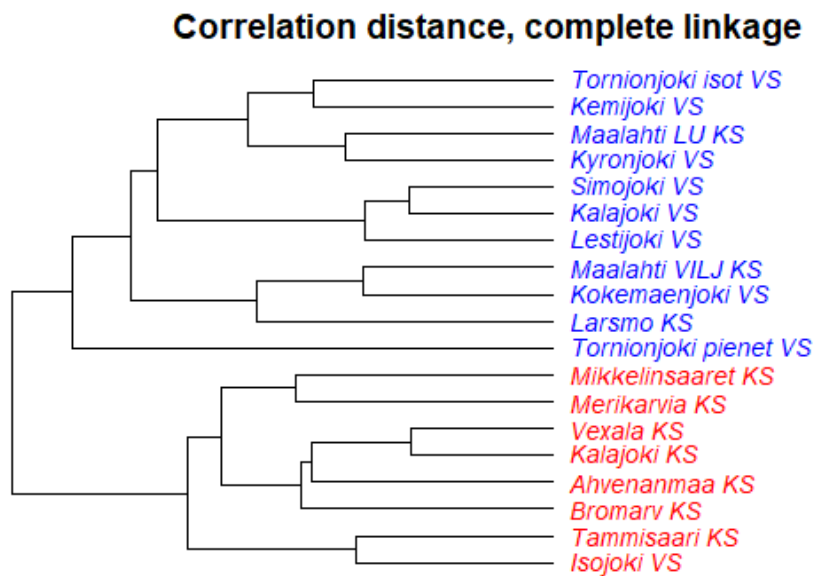
Jos siivilähampaiden lukumäärä ja kasvu (ikäkohtainen pituus) antoivat ristiriitaista tietoa, vahva näyttö kasvun suhteen riitti kumoamaan heikon näytön siivilähampaiden lukumäärästä jälkimmäisessä esiintyvän luontaisen vaihtelun takia (Lehtonen ym. 1981, Himberg ym. 2015). Tällä tapaa jaoteltuna karisiikojen keskimääräinen siivilähampasmäärä aineistossa oli 26,5 (keskihajonta 1,9; otoskoko 616) ja vaellussiikojen 29,8 (keskihajonta 1,6, otoskoko 304). Tuntemattomaksi siikamuodoksi luokitelluilla siioilla siivilähampaita oli keskimäärin 28,3 (keskihajonta 2,5, otoskoko 235). Maturiteettia ei käytetty luokittelussa, koska se vaihteli ajankohdan ja ikäryhmän mukaan.

2.5. Siikamuotojen määrittäminen DNA:n perusteella

DNA-määrittämiseen voitiin valita vain osa näytesiioista työajan ja kustannusten säästämiseksi. Näytteet valikoitiin siten, että mukaan tuli yksi yhden pyyntikerran kokonainen saalisnäyte kuukautta kohden, yhteensä viisi näytettä, sekä erikseen fenotyypin perusteella tuntemattomaksi luokiteltuja siikoja sekä vaellus- tai karisiiksi luokiteltuja siikoja. DNA-määrittämisen käytettyjen näytesiikojen kokonaismäärä oli 527 yksilöä.

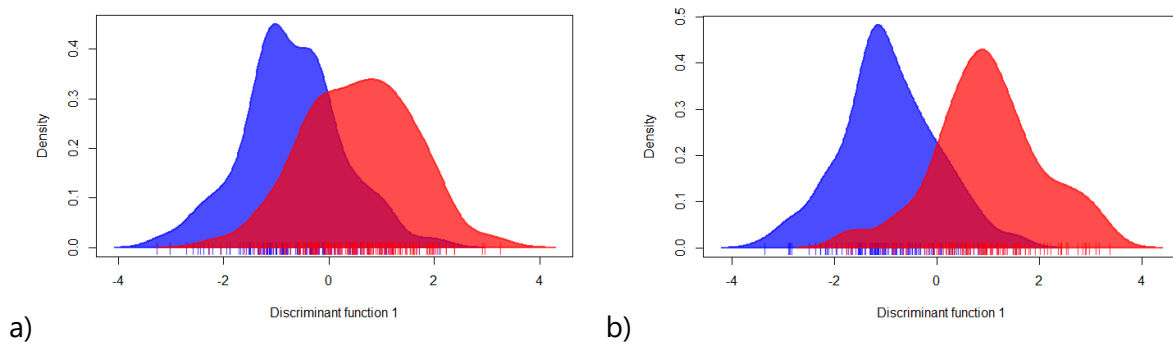
Siian ekotyypin geneettinen kannantunnistaminen tehtiin 66 SNP-merkin (Single Nucleotide Polymorphism, yhden emäksen muutos) perusteella. SNP-merkit valittiin Suomessa esiintyvien siikojen ekotyypin ddRAD -sekvensoinnin perusteella. Kannantunnistusta ja ekotyypimäärittelyä varten rakennettiin referenssitietokanta, jota varten genotyyppitettiin yhteensä 217 vaellus- ja merikutuisia siikaa 15 populaatiosta (kahdeksan karisiikapopulaatiota ja 11 vaellussiikapopulaatiota, kuva 4) valituilla 66 SNP-merkillä käyttäen Fluidigm EP1 -järjestelmää (Standard Biotech Inc). Referenssitietokannan siikanäytteet olivat samoja, joita on aiemmin käytetty Pohjanlahden siikakantojen geneettisen rakenteen tutkimuksessa, ja jotka edustivat joko vaeltavia tai merikutuisia siikakantoja (Koljonen ym. 2019).

Referenssiaineistossa kari- ja vaellussiikojen geneettinen ero testattiin pääkomponenttien diskriminanttianalyysillä (DAPC, Discriminant Analysis of Principal Components). Ryhmittely referenssiaineistoissa perustui yksilöiden geneettisen etäisyyden korrelaatioon, jolloin vähennettiin yksittäisten populaatioiden vaikutusta ja painotettiin populaatioiden samankaltaisuuksia ja siten ekotyypeille diagnostisten SNP-merkkien vaikutusta.



Kuva 4. Siikojen ekotyypin referenssiaineistona käytetyt siikakannat ja niiden ryhmittyminen geneettisten etäisyyksien perusteella ryhmittelyanalyysissä.

Käytetyillä SNP-merkeillä referenssiaineiston populaatioiden geneettinen diversiteetti vaihteli 0.25–0.30 välillä ja sisäisen rakenteen mittari Fis vaihteli -0.12 ja 0.11 välillä, populaatioiden erilaistuminen oli vähäistä ($F_{st} = 0.033$). Yhteensä 527 näytettä 1 155 ilmiäsuon perusteella arvioidusta Merenkurkun siasta (vaellussiika, merikutuinen siika tai määrittämätön) genotyyppi-tettiin samoilla 66 SNP-merkillä kuin referenssiaineisto ja Merenkurkun siikasaalisnäytteiden ekotyyppi määritettiin vertaamalla niiden geneettistä profiilia referenssitietokannan siikojen geneettisiin profiileihin. Referenssitietokannan vaellussiikojen ja merikutuisten siikojen geneettisiä eroja testattiin pääkomponenttien erotteluanalyysillä (DAPC, Discriminant Analysis of Principal Components) ja bayesilaisella geneettisen kannan tunnistamisella (GSI, Genetic Stock Identification). Referenssitietokannan muodostavien siikanäytteiden geneettiset profiilit osoittivat, että osa ekotyyppitetyistä referenssiaineiston populaatioista ryhmittyy erilleen muista saman ekotyypin populaatioista (Kuva 5a). Lisäksi vaellussiikojen ja merikutuisten siikojen välillä ei ole selkeärajaista perinnöllistä eroa, vaan geneettisten profiilien jakaumat ovat osittain päällekkäisiä. Poistamalla ekotyyppilleen poikkeavasti ryhmittyvät kannat ekotyyppien välinen ero tulee selvemmäksi (Kuva 5b). Yksittäisten kalojen geneettiset posterioritodennäköisyydet karisiiksi luokittelulle perustuivat ekotyyppien ryhmittymiseen referenssiaineistolla opetetulla mallilla. Saalisdatan analyysissä Maalahden, Larsmon ja Isojoen näytteet jätettiin pois mallin opetusaineistoista niiden poikkeavuuden vuoksi. Geneettisessä kannantunnistuksessa käytettiin R tilasto-ohjelman (versio 4.2.2; <https://www.r-project.org/>) dartR v. 2.9.7 (Mijangos ym. 2022), adegenet v. 2.1.10 (Jombart 2008) ja rubias v. 0.3.4 (Moran & Anderson 2019) analyysipaketteja.



Kuva 5. Referenssitietokannan tunnettujen vaellussiikojen (sininen) ja merikutuisten siikojen (punainen) geneettisten profiilien jakaumat DAPC erotteluanalyysin perusteella. Kuva a) koko tausta-aineisto ja b) ilman ekotyypilleen poikkeavia kantoja (Maalahti, Larsmo ja Isojoki).

2.6. Aineiston tilastollinen käsittely

Tilastoanalyysit tehtiin R tilasto-ohjelman versiota 4.2.2 (<https://www.r-project.org/>) ja glmmTMB (Brooks ym. 2022) analyysipakettia käyttäen.

Verkon solmuvälin vaikutuksen selvittämisessä käytettiin 12 verkkosaalisnäytettä, joissa oli mukana sekä 38 mm, 40 mm että 45 mm verkkoja (Taulukko 1). Analyysissä käytettiin GLMM (Generalized linear mixed models) mallia, jossa oletusjakaumana toimi negatiivinen binomiaalijakauma. Vastemuuttujana oli kunkin solmuvälin verkoilla saatujen siikojen lukumäärä ja selittävinä muuttujina kyseinen verkon solmuväli, kalastusaika tunteina ja kyseisen solmuvälin verkkojen yhteispituus. Samasta näytteestä, ja siten samasta paikasta samaan aikaan, tulneiden eri solmuvälin verkkojen keskinäinen riippuvuus otettiin huomioon lisäämällä näytenumero satunnaismuuttujaksi.

Karisiikojen osuutta saaliissa suhteessa muihin siikoihin arvioitiin kaikkien 27 vuoden 2023 aikana kerätyn verkkosaalisnäytteen perusteella (Taulukko 1), mutta talven 2024 verkkonäytteet jätettiin käsittelyn ulkopuolelle. Binomiaalista jakaumaa noudattavassa mallissa (GLMM) vastemuuttuja muodostettiin yhdistämällä tieto karisiikojen ja muiden siikojen lukumäärästä ('cbind' komentoa käyttäen). Selittävinä muuttujina toimivat solmuväli, kuukausi ja kalastussyvyys. Saalisnäytteistä kahdessaatoista oli mukana kolme eri solmuväliä (Taulukko 1) ja tämä otettiin huomioon lisäämällä näytenumero satunnaismuuttujaksi.

Saalinäytteillä, joissa oli käytetty sekä 38, 40 että 45 mm solmuvälejä käytettiin saalissiikojen ekotyypin ikä- ja kokojakaumien selvittämiseksi eri solmuväleillä (Taulukko 1). Ikäjakaumaa selvitettäessä tilastomallin (GLMM) vastemuuttujana oli saalissiian ikä vuosina ja selittävinä muuttujina olivat ekotyyppi, solmuväli, kuukausi ja kalastussyvyys. Näytenumero lisättiin satunnaismuuttujaksi. Samanlaiset mallit sovitettiin erikseen myös pituudelle ja painolle.

Rysällä vuonna 2023 pyydettyjen saalissiikojen ikäjakaumaa verrattiin verkolla pyydettyjen siikojen ikään. Rysä on vähemmän valikoiva pyyntiväline kuin verkko, joten jos siikojen ikäjakaumat eroavat näiden kahden pyydystystavan välillä, verkkopyynnin voi olettaa kohdistavan siikojen ikään (ja sitten mahdollisesti kasvuun ja sukukypsymiseen) valintapaineen.

3. Tulokset

3.1. Saalissiikojen ekotyypin määrittäminen

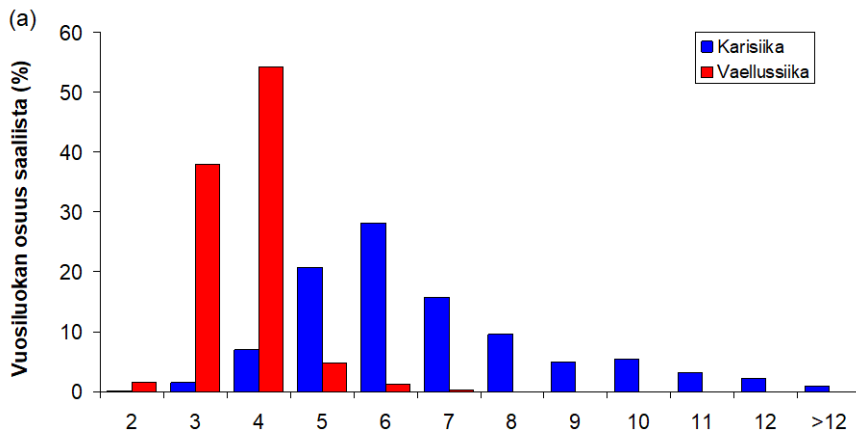
Tulosten laskennassa käytettiin Merenkurkun alueen vuoden 2023 saalisnäytteitä, joissa oli yhteensä 1 155 arviointiin käyttökelpoista siikaa. Näistä ilmiasun (kasvun ja kiduskaarien siivilähampaiden lukumäärän) perusteella jaoteltuna tunnistettuja karisiikoja oli 53,3 % (616 kpl), vaellussiikoja 26,3 % (304 kpl) ja tunnistamatta jääneitä 20 % (235 kpl). Tammikuulta 2024 kerätyt talvikalastusnäytteet (105 kpl) käsiteltiin erikseen.

Tällä tapaa jaoteltuna karisiikojen keskipaino oli 341 g, vaellussiikojen 486 g ja tunnistamattomaksi luokiteltujen siikojen 414 g. Genotyypin perusteella määritettynä, ks. 3.2., samat keskipainot olivat karisiika 345 g (n=220), vaellussiika 363 g ja tunnistamattomat 363 g (n=50). Tammikuun 2024 kaksi talvikalastusnäytettä olivat toisistaan poikkeavia, toisessa oli enemmistö 86 % karisiikaa ja 14 % vaellussiikaa, mutta toisessa 56 % karisiikaa, 26 % tunnistamattomaa siikaa ja 18 % vaellussiikaa ilmiasun perusteella määritettynä.

Ilmiasun perusteella karisiiksi luokiteltujen siikojen keski-ikä vaihteli hieman verkon solmuvälin mukaan (Taulukko 2), mutta oli alhaisempi kuin rysään jääneiden karisiikojen ikä. Nopeammin kasvavalla vaellussiialla pyydystystypin vaikutus oli päinvastainen eli tiheäsilmaisiin verkkoihin (38 mm ja 40 mm) jäi nuorempia vaellussiikoja kuin rysiin, kun taas solmuväliltään suuremmilla verkoilla (43 mm ja 45 mm) tätä ikäeroa ei enää havaittu (Taulukko 2). Tyypillinen verkkosaaliissa olevan karisiian ikä on kuusi vuotta, kun taas vaellussiioista enemmistö oli neljävuotiaita. Aineistossa vanhimmat karisiijat olivat 15-vuotiaita ja 41 % näytteiden karisiioista oli 7–12-vuotiaita (Kuva 4).

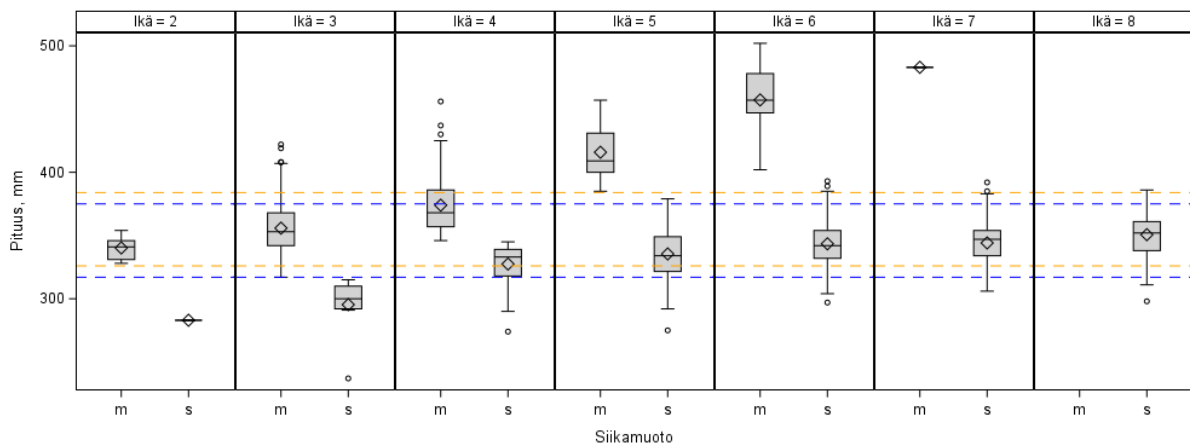
Taulukko 2. Ilmiasun perusteella luokiteltujen siikojen keskimääräiset iät (vuosina) sekä rysällä että eri solmuvälien verkoilla pyydettyinä. Taulukko näyttää myös ikien keskiarvon keskivirheen (SE) ja otoskoon (Kpl).

Pyydys	Sukuoli	Karsiika			Vaellussiika		
		Keski-ikä	SE	Kpl	Keski-ikä	SE	Kpl
Rysä	Koiras	5,3	0,4	36	3,8	0,1	37
	Naaras	6,4	0,3	56	4,6	0,1	27
38 mm	Koiras	5,5	0,4	15	3,4	0,2	10
	Naaras	6,9	0,3	58	3,6	0,2	7
40 mm	Koiras	6,4	0,1	157	3,4	0,1	110
	Naaras	6,9	0,1	375	3,5	0,1	123
43-45 mm	Koiras	6,3	0,6	4	4,1	0,1	30
	Naaras	5,7	0,8	7	4,2	0,2	24



Kuva 6. Ilmiasun perusteella luokiteltujen kari- ja vaellussiikojen ikäluokkien osuus verkkosäiliistä.

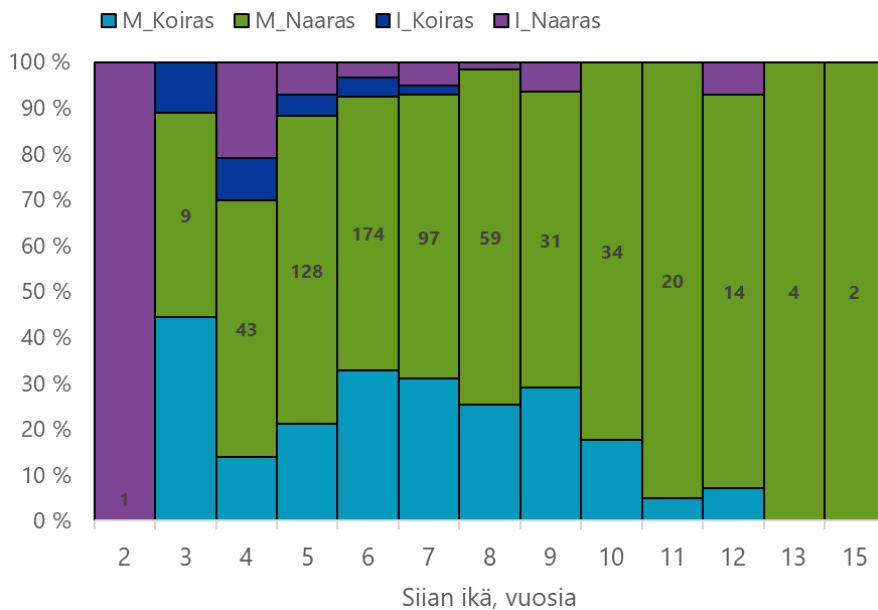
Karisiin kasvu tyrehtyy Merenkurkussa viidennen ikävuoden jälkeen (Kuva 7). Vaellussiioilla kasvu jatkuu vielä viisi- ja kuusivuotiaana. Sitä vanhempia vaellussiiksi tunnistettuja siikoja aineistossa ei juuri ollut. Ikäluokittain siian pituudessa on huomattavaa vaihtelua, joka johtuu sekä sukupuolesta että yksilökohtaisista kasvuerosta. Karisiioilla saaliiksi jäävät koiraat ovat pienempiä kuin naaraat neljä- ja viisivuotiaana, mutta kuusivuotiailla ja vanhemmilla naaraat ovat pidempiä kuin koiraat.



Kuva 7. Karisiin (s) ja vaellussiian (m) ikäryhmäkohtainen pituus vuoden 2023 näytteissä 2–8-vuotiaiden siikojen osalta, luokittelu ilmiasun perusteella. Ruutukuvio kertoo keskipituuden, poikkiviiva mediaanin ja laatikko osoittaa, mihin pituuteen 75 % näytekalosta sijoittuu. Hajontapalkkien sisään mahtuu 95 % havainnoista. Pallot ovat selvästi keskimääräisestä poikkeavia yksilöitä. Sininen katkoviiva kertoo pituusjakauman, johon Luken saalisaineistojen perusteella 75 % 38 mm verkoilla pyydetyistä siioista sijoittuu ja keltainen viiva vastaavasti 40 mm solmuvälillä.

Verkkopyynnin saaliiksi jääneistä karisiioista 71 % oli naaraita ja kaikista karisiioista 88 % oli sukukypsiä. Sukukypsyyttömiksi tulkituissa karisiioissa oli sekä naaraita että koiraita, joiden ikä vaihteli 2–12 vuoden välillä, ja mahdollisesti suurin osa sukukypsyyttömistä karisiioista on sellaisia, jotka ovat sukukypsiä, mutta jättävät kudun väliin. Neljävuotiaista karisiikanaraista sukukypsiä oli 73 % ja koiraista 72 %. Vastaavasti viisivuotiaista koiraista 82 % oli sukukypsiä ja naaraista 91 %. Vanhemmilla karisiioilla sukukypsiä oli vielä suurempi osuus

yksilöistä (Kuva 8). Saaliiksi joutuneet karisiitit ovat siten todennäköisesti ehtineet käydä vähintään yhden kerran kudulla ennen pyydetyksi joutumista.



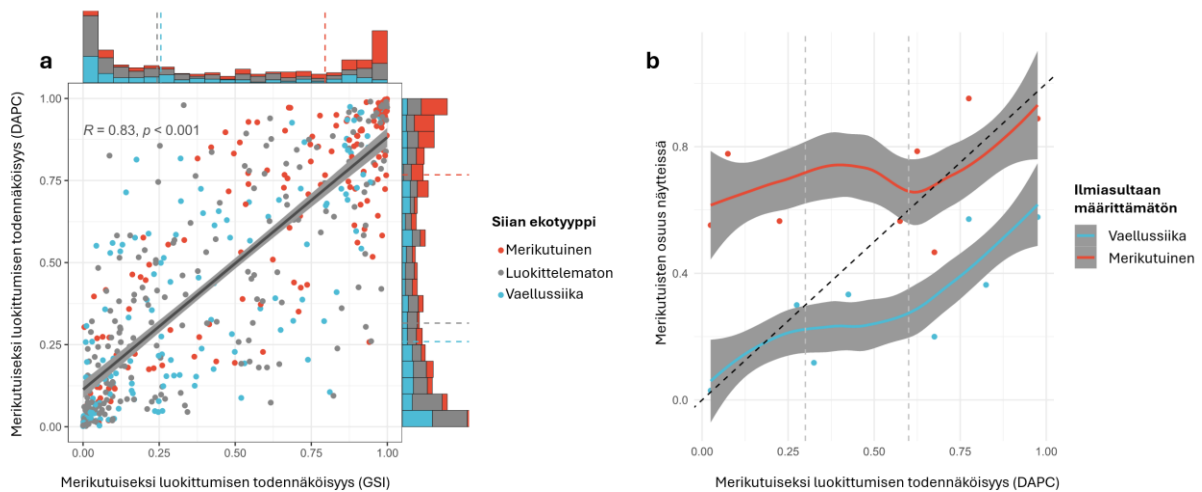
Kuva 8. Sukukypsien ilmiasun perusteella luokiteltujen karisiikojen osuus saaliissa ikävuosittain. M=matuuri, sukukypsä ja I=immatuuri, sukukypsymätön. Palkkien sisässä olevat numerot kuvaavat kunkin ikävuoden näytesiikojen määrää.

3.2. Siikojen luokittelu geneettisen kannantunnistuksen perusteella

Referenssiaineiston perusteella siian erilaistuminen on vähäistä. Vaikka vaellussiit ja merikuitiset siit eroavat keskimäärin geneettiseltä profiililtaan, ei jako ekotyyppeihin ole täysin selkeä käytetyillä geneettisillä merkeillä. Tähän vaikuttaa mahdollisesti sekä pieni teknisesti riittävän hyvin toimivien geenimerkkien määrä ja se, että biologisesti perheisiin ja populaatioihin jako on yleensä selvempää kuin ylätasojen jakautuminen ekotyyppeihin. Lisäksi siian eriytyminen neutraalin DNA vaihtelun suhteen on heikkoa (Koljonen ym. 2019). Tästä huolimatta ekotyyppien osuutta kyettiin arvioimaan ja sekä DAPC- että GSI-menetelmillä osoitustodennäköisyydet korreloivat kohtuullisesti (Spearman-korrelaatio 0.3–0.4) ilmiasun mukaan määritellyn ekotyypin kanssa. Tämä arvio on erillinen mallin opetusdatasta ja tulos vahvistaa ajatusta siitä, että ekotyyppien voidaan olettaa olevan ainakin osin perinnöllisesti määräytyneitä tai vähintään ekotyyppi vaikuttaa kalojen pariutumiseen, ja genomisten menetelmien käyttö on siten perusteltua.

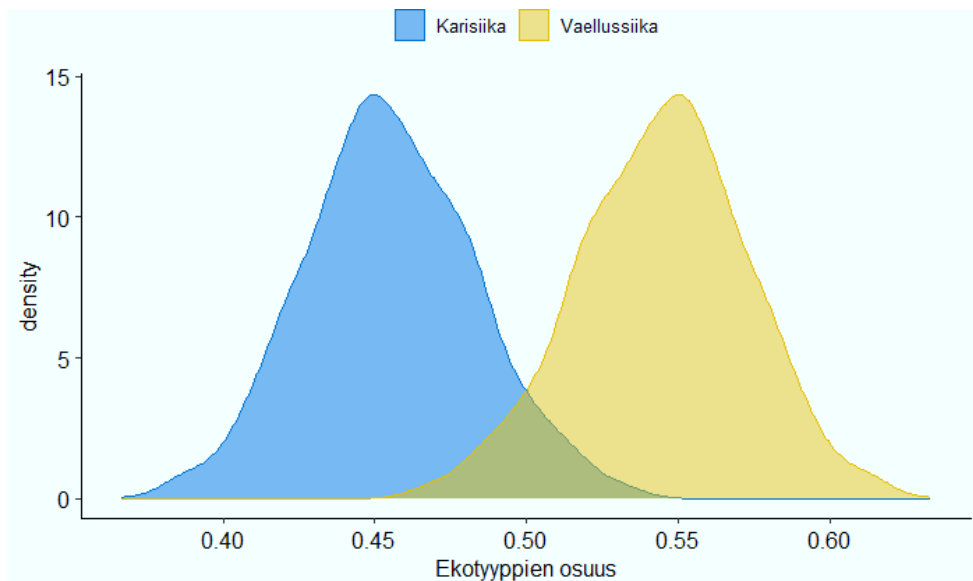
Genotyypin perusteella arvioitu karisiika-vaellussiikatodennäköisyydet DAPC- ja GSI-menetelmillä korreloivat erittäin voimakkaasti (Pearson-korrelaatio 0.83, Kuva 9). Menetelmien välillä havaittiin selkeä ero kalibraatiokäyrissä. Mikäli ekotyypilleen ryhmittämättömät kalat, joiden DAPC karisiikatodennäköisyys oli alle 0.3 ryhmitetään vaellussiioiksi ja kalat, joiden DAPC karisiikatodennäköisyys oli yli 0.6, DAPC-kalibraatiokäyrän ennusti vastasi suoraan havaittua osuutta. Vastaavaa yksinkertaista vastaavuutta ei havaittu GSI-menetelmällä. Kuvatulla ryhmittelyllä DAPC menetelmällä yksittäisen näytteen ennuste vastasi havaittua ekotyyppijakaumaa muuten, paitsi alueella 0.3–0.6, jolla alueella jakaumalla ei ollut korrelaatiota

ekotyypitaajuuden kanssa ja näytteillä oli käytännössä samat osoitustodennäköisyydet keskenään. GSI menetelmällä osoitusarviot olivat äärevämpiä ja DAPC:lla epäselvät tapaukset pääosin osittuivat vaellussiikoihin. Yksinkertainen tapa osoittaa yksilöt populaatioon olisi käyttää 50 %:n todennäköisyyden kriteeriä, mutta kalibraatiokäyrätuloksen ja varovaisuusperiaatteen mukaan 30–60 %:n todennäköisyyden näytteitä ei voitu osoittaa kumpaankaan ekotyypin geneettisen tiedon perusteella. Geneettisen ekotyypin osoituksen ja ekologisten suureiden vertailussa voidaan käyttää DAPC-todennäköisyyttä kuvaamaan ekotyyppiä.



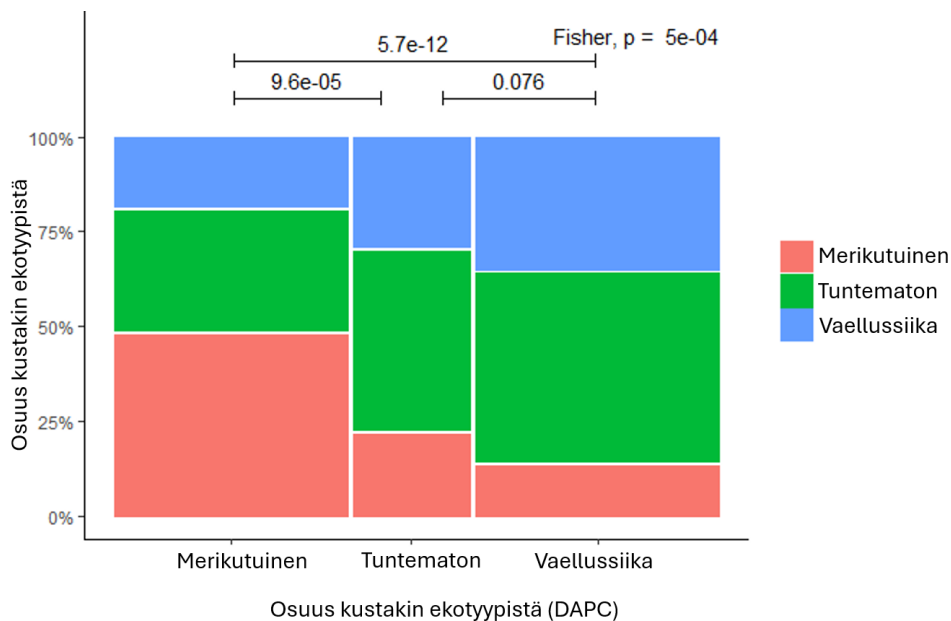
Kuva 9. Sirontakuviokuva pääkomponenttien erotteluanalyysillä (DAPC) ja bayesilaisella geneettisellä kannan tunnistuksella (GSI) arvioituille karisiikatodennäköisyyksille, ja niiden korrelaatio (a). Symbolien ja histogrammin väri osoittaa ilmiäsuullisen ekotyypin määrityksen (punainen - karisiika, sininen - vaellussiika, harmaa - tuntematon). Marginaalin pylväskuvio näyttää jakauman kunkin marginaalin suunnassa. b) Ekotyypille osoitusten kalibraatiokäyrä, joka vertaa havaittua karisiikojen osuutta näytteissä ja ennustettua todennäköisyyttä, mikäli kaikki ilmiäsuun perusteella määrittämättä jätetyt osoitetaan joko vaellussiioiksi tai karisiioiksi. Täydellisellä ennusteella pisteet ovat nousevalla diagonaalilla (katkoviiva) eli luotettavimpia ovat määritykset (ylempi kuva) yksilöille, jotka ovat lähimpänä katkoviivaa. Luotettavimpia ovat siis DAPC-menetelmän ekotyypin määritykset, joiden todennäköisyydet ovat >0.60 (sininen viiva ja pisteet, karisiika) tai <0.25 (punainen viiva ja pisteet, vaellussiika).

Bayesilaisella geneettisellä kannantunnistuksella (GSI) arvioitiin saaliin ekotyypin alkuperän kokonaisjakaumaa. Genotyypitetystä saaliista karisiikojen ja vaellussiikojen arvioidut osuudet olivat 45,5 % ja 54,5 % (Kuva 10). Ilmiäsuun perusteella määritetystä 1 155 näytesiiasta 53 % luokiteltiin karisiioiksi, 27 % vaellussiioiksi ja 20 % ei sopinut kumpaankaan luokkaan.



Kuva 10. Merenkurkun siikasaaliin alkuperän jakautuminen eri ekotyyppeihin Bayes-päätelyn perusteella. Analyysissä käytettiin suoraan yksittäisen siikanäytteen alkuperän arviota ilman yksilön ryhmittämistä ekotyyppeihin.

Genotyyppitetyistä näytteistä 29 % (153 kpl) oli ilmiasultaan karisiikoja, 28 % (147 kpl) vaellussiikoja ja 43 % (227 kpl) ekotyypiltään välimuotoisia tai määrittämättömiä. Geneettisellä määrityksellä tuntemattomien osuus puolittui ja vain 19 % (104 kpl) jäi tuntemattomiksi. Karisiikojen osuus oli 39 % (207 kpl) ja vaellussiikojen osuus 41 % (216 kpl). Geneettisen ja ilmiasun mukaan määritellyn ekotyypin vastaavuus oli kohtalaista (Kuva 11). Geneettisellä menetelmällä määrittämättä jätettyjen ilmiasujakauma oli lähempänä vaellussiian jakaumaa, mikä vastaa epäsymmetrisesti sijaitsevan välialueen ("tuntemattomat") sijaintia lähempänä vaellussiian puolta.



Kuva 11. Mosaiikkikuvio, joka kuvaa kohtalaista yhteneväisyyttä genotyyppitettyjen näytteiden ekotyyppimäärityksissä sekä ilmiasun (pystyakseli) että geneettisen osoituksen (vaaka-akseli) avulla. Ilmiasun perusteella määritetty ekotyyppi eri väreillä (punainen – karisiika, vihreä – tuntematon, sininen – vaellussiika), pystyakselilla osuus (%), joka ilmiasun perusteella määritellyistä näytteistä määritettiin kuhunkin ekotyyppeihin.

Mosaiikkikuvio, joka kuvaa kohtalaista yhteneväisyyttä genotyyppitettyjen näytteiden ekotyyp-pimäärityksissä sekä ilmiasun (pystyakseli) että geneettisen osoituksen (vaaka-akseli) avulla. Ilmiasun perusteella määritetty ekotyyppi eri väreillä (punainen – karisiika, vihreä – tuntematon, sininen – vaellussiika), pystyakselilla osuus (%), joka ilmiasun perusteella määritellyistä näytteistä määritettiin kuhunkin ekotyyppiin.

Geneettisillä menetelmillä voidaan myös arvioida kalanäytteiden alkuperää suoraan. Analyysissä käytettiin kaikkia tausta-aineiston kantoja. GSI-menetelmällä saaliin yleisimmiksi alkupe-riksi arvioitiin Kemijoen vaellussiika, Vexalan karisiika, Maalahden merikutuinen siika (luonnonkanta) ja Merikarvian karisiika, joiden kaikkien osuus oli yli 10 % (taulukko G1). DAPC-tu-lokset rajoittuvat kutakin näytettä lähimpään kantaan: suurin osa yksilöistä osittui Kemijoen vaellussiikaan, Maalahden karisiikaan (luonnonkanta), Simojoen vaellussiikaan, ja Kalajoen ka-risiikaan, joiden kaikkien osuudet olivat yli 7 % (Taulukko 3).

Taulukko 3. Siikanäytteiden arvioidut kanta-alkuperät. DAPC-osuus on laskettu yksittäisten siikojen toden-näköisimmän alkuperän mukaan, GSI-osuus on alkuperäkantojen arvioitu osuus kokonaissaa-liista, jossa on otettu huomioon yksittäisten näytteiden alkuperämääritelmien epävarmuus (luottamusvälit).

Kanta	Ekotyyppi	Osuus (%) näytteistä (DAPC)	Osuus (%) näytteistä 95 % luottamusväleinen (GSI)
Kemijoki	Vaellussiika	12	15 (11–20)
Vexala	Karisiika	4	14 (10–18)
Maalahti	Karisiika (luonto)	8	14 (10–18)
Merikarvia	Karisiika	4	11 (7–15)
Simojoki	Vaellussiika	8	9 (5–13)
Kalajoki	Karisiika	8	7 (4–10)
Tammisaari	Karisiika	6	6 (3–10)
Kalajoki	Vaellussiika	5	5 (2–8)
Maalahti	Karisiika (viljelty)	5	4 (2–7)
Tornionjoki_isot	Vaellussiika	2	4 (2–7)
Kyrönjoki	Vaellussiika	5	3 (0–6)
Kokemäenjoki	Vaellussiika	4	2 (0–5)
Isojoki	Vaellussiika	4	2 (0–4)
Tornionjoki_pienet	Vaellussiika	4	2 (0–4)
Mikkelinsaaret	Karisiika	6	2 (0–5)
Larsmo	Karisiika	3	1 (0–3)
Lestijoki	Vaellussiika	6	0 (0–2)
Ahvenanmaa	Karisiika	3	0 (0–2)
Bromarv	Karisiika	2	0 (0–1)

3.3. Solmuvälin, syvyyden ja pyyntiajan vaikutus saaliisiin

Solmuväli vaikutti sekä siikasaaliiseen että siikojen kokoon (Taulukot 4 ja 5) huomattavasti. Siikasaaliit olivat suurimmat pienimmällä 38 mm solmuvälillä ja 45 mm solmuvälillä puolestaan heikoimmat. Normaaliin 30 m verkkoon ja yhteen pyyntikertaan suhteutettu yksikkösaalis 38 mm verkolla oli 0,51 siikaa (keskihajonta: 0,64; otoskoko: 118), 40 mm verkolla 0,39 siikaa (kh: 0,19; otoskoko: 238) ja 45 mm verkolla 0,11 siikaa (kh: 0,15; otoskoko: 11). Pyyntiaika koekalastuksissa oli samaa suuruusluokkaa eri pyyntien välillä, eikä se muihin tekijöihin suhteutettuna vaikuttanut saaliiseen (Taulukko 4). Saaliit kasvoivat verkkojen kokonaispituuden eli niiden lukumäärän myötä, vaikkakaan ei suuressa määrin sillä vaihteluvälillä, joka aineistossa oli (Taulukko 4).

Taulukko 4. Analyysitulokset siikasaaliiseen vaikuttaneista muuttujista ilmiasun perusteella.

Muuttuja	B	SD	Z	p
Solmuväli	-2,880	0,0619	-4,652	<0,001
Verkkojen pituus	0,0011	0,0002	4,417	<0,001
Kalastusaika	0,0022	0,0045	0,487	0,63

Suurimmalla koekalastuksissa käytetyllä solmuvälillä (45 mm) ei juuri saada saaliiksi karisiikoja, mutta pienemmällä 40 ja 38 mm solmuväleillä niiden pyynti onnistui. Merenkurkussa karisiian kasvu tyrehtyy keskimäärin noin 350 mm mittaan, jolloin 40 mm solmuväli pyytää vanhempia siikoja. Karisiian saalisosuudessa ei ollut selvää eroa 38 ja 40 mm verkoilla. Solmuväliltään 38 mm olevien verkkojen määrä koekalastuksessa oli vähäinen, joten se ei tältä osin mahdollista tarkempaa tarkastelua (Taulukko 5).

Taulukko 5. Karisiian osuus koekalastusten saaliissa (sekä kaupallisen kalastuksen 40 mm näytteet kesä- ja heinäkuulta) eri kuukausina ja eri solmuväleillä siikojen ilmiasun perusteella. Su-luissa kunkin kuukauden näytteenottojen määrä.

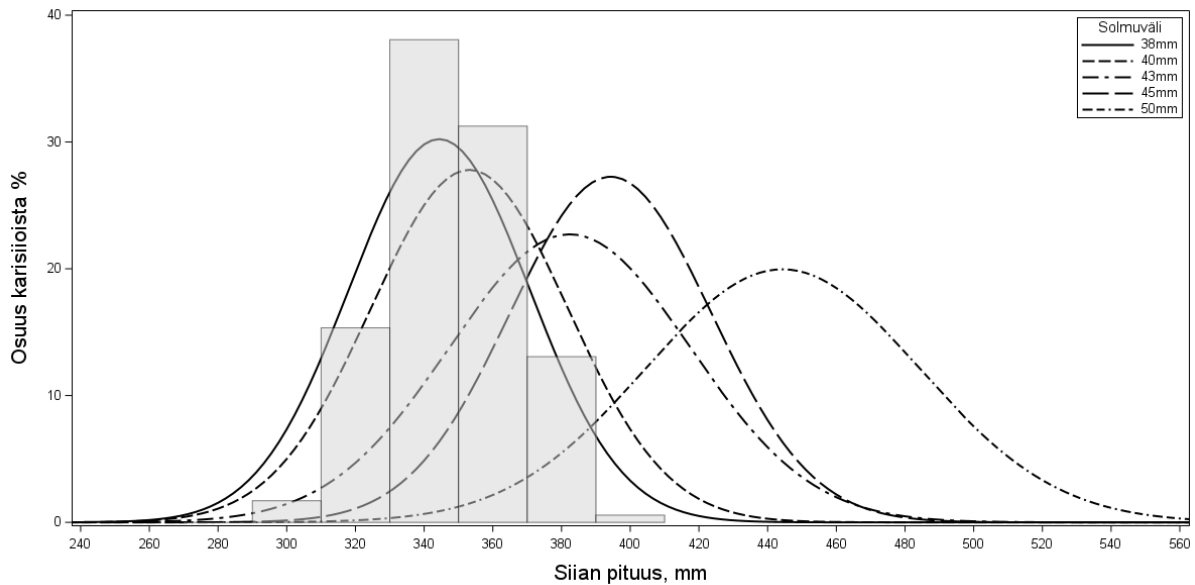
Kuukausi	38 mm*	40 mm	45 mm*
Kesäkuu	–	73 % (3)	–
Heinäkuu	–	95 % (2)	–
Elokuu	78 % (3)	71 % (3)	0 % (3)
Syyskuu	30 % (4)	41 % (4)	0 % (4)
Lokakuu	38 % (5)	46 % (5)	14 % (5)

* Ainoastaan Luken koekalastus yli 20 m vedessä

Verkko- ja rysänäytteistä saatujen karisiikojen pituusjakaumaan suhteutettuna 38 mm verkon parhaan pyytävyyden alue osuu siian pituusjakauman mukaiseksi. Vastaavasti 40 mm solmuvälillä osa aikuisista karisiioista on liian pieniä jäädäkseen verkkoihin. Solmuvälin kasvattaminen edelleen 43–45 mm kokoon vähentää karisiian osuutta, jolloin käytännössä vain suurimmat yksilöt voivat jäädä pyydykseen (Taulukot 5 ja 6, Kuva 12). Tämä johtuu siitä, että verkko on valikoiva pyydys, ja solmuväli vaikuttaa huomattavissa määrin saaliisiin kokoon (Taulukko 6).

Taulukko 6. Saaliiksi jäävien siikojen 25 % ("Pienin pituus") ja 75 % ("Suurin pituus") pituusrajat eri solmuväleillä. On syytä huomata, että suuremmilla solmuväleillä saaliin pituuden vaihtelu kasvaa, koska saalispopulaatiossa on suhteessa vähemmän suurikokoisia yksilöitä. Aineisto perustuu Luonnonvarakeskuksen solmuvälikohtaiseen siian pituusaineistoon vuosilta 1989–2009.

Solmuväli	Pienin pituus, mm	Suurin pituus, mm	Näyttemäärä, kpl
38 mm	317	375	875
40 mm	326	384	1688
43 mm	342	421	99
45 mm	364	428	1048
50 mm	404	489	314



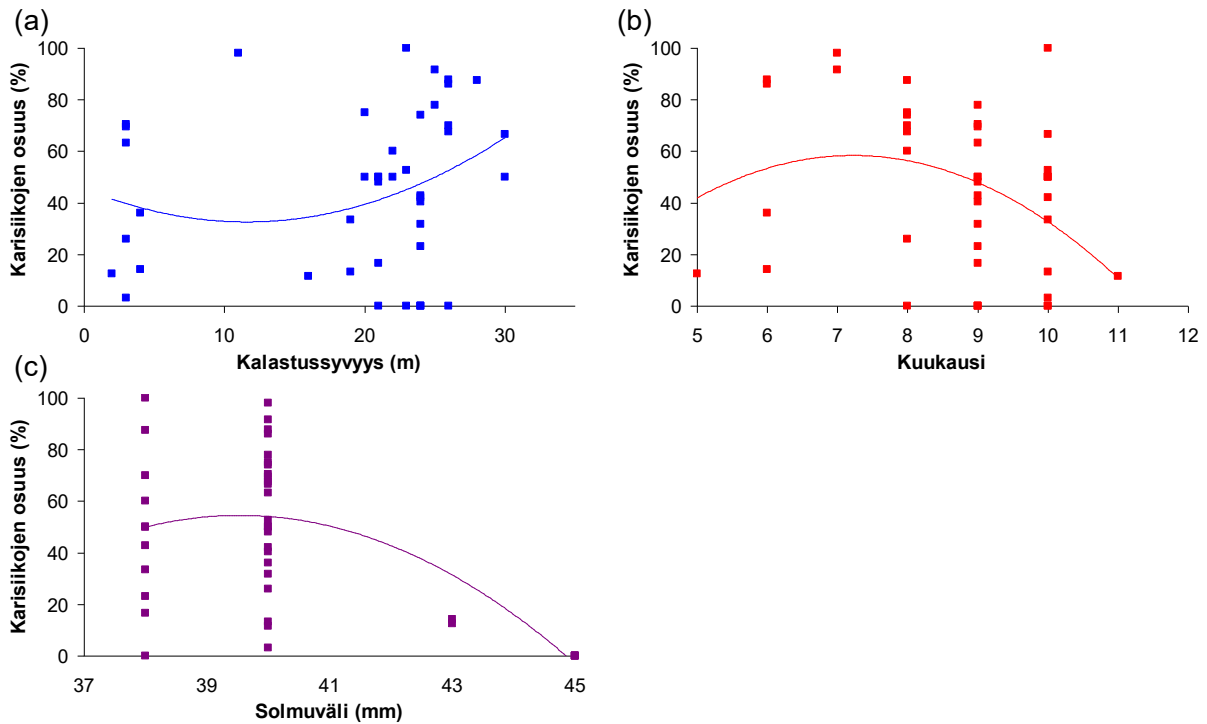
Kuva 12. Vuoden 2023 näytteiden (rysä ja verkko) perusteella ilmiasun perusteella karisioiksi tunnistettujen siikojen pituusjakauma (palkit) ja Luonnonvarakeskuksen aiempiin saalisnäytteisiin perustuva eri solmuväleillä Pohjanlahdelta saaliiksi jääneiden siikojen pituusjakauma (jakaumaviivat).

Vuoden 2023 aineistossa, jossa on sekä kaupallisten kalastajien että koekalastusten näytteet, karisiikojen osuus saaliista kasvoi syvyyden myötä, ja väheni avovesikauden edetessä kohti syksyä sekä solmuvälin kasvaessa (Kuva 13, Taulukot 7 ja 8). Alle viiden metrin syvyydellä tahtuvassa verkkopyynnissä karisiikojen osuus oli 35 % (kuva 13a), vaellussiikojen 37 % ja tunnistamatta jääneiden 28 %. Vaikka karisiian osuus saalisnäytteissä keskimäärin väheni syys- ja lokakuun aikana, niitä kuitenkin saatiin edelleen saaliiksi (Kuva 13b, Taulukko 7). Matalassa vedessä (alle 5 m syvyys; Taulukko 8) karisiian osuus korostui erityisesti syyskuussa otetuissa näytteissä, jotka olivat Valassaarten alueelta. Karisiian osuus oli huomattava ja poikkeava keskimääräisestä kaupallisen kalastuksen saaliiden siikamuotojen osuudesta. Kesäkuukausina (kesäkuu–elokuu) karisiian osuus näytteissä yli 19 m syvyydellä oli keskimäärin 83 %. On kuitenkin hyvä huomioida, että 5–18 m syvyyksiltä vuoden 2023 aineistossa oli mukana ainoastaan kaksi näytettä (Kuva 8a), joista kesäkaudelta vain yksi, joten tiedot tältä syvyysalueelta ovat heikot. Pidemmällä aikavälillä (EU-Tike aineisto 2014–2021) kaupallisen kalastuksen

näytteitä tarkasteltaessa karisiian osuus saaliissa oli vähäinen rannan lähellä tapahtuvassa pyynnissä (syvyys alle 8 m) (Kuva 13).

Taulukko 7. Vaellussiian ja karisiian osuudet vuoden 2023 kaupallisen kalastuksen matalan veden (< 5 m) näytteissä ilmiäsuun perusteella luokiteltuna. Sulkeissa kunkin kuukauden näytteiden lukumäärä, joihin taulukon osuudet perustuvat.

	Toukokuu (1)	Kesäkuu (2)	Heinäkuu (0)	Elokuu (1)	Syyskuu (3)	Lokakuu (1)
Vaellussiika	44 %	40 %	—	42 %	13 %	73 %
Karisiika	13 %	25 %	—	26 %	67 %	3 %



Kuva 13. Ilmiäsuun perusteella jaoteltujen karisiikojen osuus kalastajien näytteissä sekä koekalastuksissa suhteessa (a) kalastussyvyyteen, (b) kalastuskuukauteen ja (c) verkon solmuväliin.

Siikojen ilmiäsuun perusteella tehdyn GLMM-mallin mukaan karisiian osuus saaliissa kasvoi syvemmässä vedessä ja väheni kohti syksyä. Lisäksi solmuvälin kasvaessa merikutuista siikaa saatiin saaliiksi vähemmän, vaikkakaan tulos ei ollut tilastollisesti merkittävä. Vastaavasti genotyypiluokituksen perusteella suuremmalla solmuvälillä saaliiksi jää vähemmän karisiikoja. Syvyyden ja ajankohdan vaikutus saaliisiin oli samansuuntainen kuin ilmiäsuun perusteella, mutta ei tilastollisesti merkittävä (Taulukko 8).

Taulukko 8. Analyysitulokset ilmiasun sekä genotyypin perusteella luokiteltujen karisiikojen saalisosuuksiin vaikuttaneista tekijöistä.

	Muuttuja	β	SD	Z	p
Ilmiasu	Syvyys	0.07014	0.02547	2.754	0.0059
	Kuukausi	-0.3988	0.1573	-2.535	0.011
	Solmuväli	-0.1562	0.08929	-1.749	0.080
Genotyyppi	Syvyys	0.01960	0.01529	1.282	0.20
	Kuukausi	-0.1196	0.0909	-1.316	0.19
	Solmuväli	-0.3942	0.1247	-3.160	0.0016

3.4. Sivusaaliit

Luonnonvarakeskuksen toteuttamien koekalastusten sivusaalina saatiin 14 muuta kalalajia ja lajit sekä pyyntien kappalemäärät on esitetty taulukossa 9. Pääasiassa sivusaalislajit koostuivat alueella yleisistä kalalajeista. Sivusaaliiksi ei jäänyt lintuja. Näytteen käsittelyn yhteydessä kirjattiin myös vaurioituneet siat, hylkeiden puremajälkiä oli 0,7 prosentissa näytekaloja ja lintujen aiheuttamia jälkiä vastaavasti 0,4 prosentissa. Koekalastusten yhteydessä hylkeet häiritsivät pyyntiä kahdella pyyntikerralla. Eläimiä ei pyyntien yhteydessä havaittu muuten kuin saaliisiiioissa olleista vaurioista, mutta hyljevauriokalojen yhteydessä todettiin saaliin vähenemisen verkoissa.

Taulukko 9. Luonnonvarakeskuksen koekalastuksissa elo-lokakuussa sivusaaliina tulleet kalalajit ja niiden määrät.

Laji	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Yhteensä
Silakka	465	226	66	757
Härkäsimppu	29	73	298	400
Kuore	31	92	93	216
Ahven	1	84	7	92
Särki	0	57	0	57
Kiiski	5	12	32	49
Kuha	0	2	10	12
Kilohaili	10	0	0	10
Muikku	0	7	1	8
Made	0	3	1	4
Säyne	0	3	0	3
Isosimppu	1	0	0	1
Lahna	0	0	1	1
Taimen	1	0	0	1

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Saalissiikojen ekotyypin määrittäminen

Kariisiin ekotyypin määrittäminen luotettavasti ulkoasun tai geneettisen kannantunnistuksen perusteella on hankalaa ja määrittämiseen liittyy epävarmuutta. Kun yksilöt luokiteltiin ilmiasun perusteella siiivilähampaiden lukumäärän ja kasvun (ikä - pituus) perusteella, noin 20 % yksilöitä ilmiasun piirteet olivat ristiriitaiset ja ne jätettiin sen vuoksi luokittelematta. Myös genotyyppitys tunnisti kari- ja vaellussiian väliin jääviä yksilöitä siten, että vastaava osuus (~20 %) jäi ilman ekotyypimäärittämistä. Ilmiasuun ja geneettiseen kannanmäärittämiseen perustuvien ekotyypiluokitusmenetelmien välinen vastaavuus oli kohtalainen: lähes kaksi kolmasosaa yksilöistä, jotka oli ilmiasun perusteella luokiteltu karisiiksi, luokiteltiin genotyypin perusteella samaan ekotyyppiin (lopun kolmannes genotyyppitettiin joko vaellustyyppiseksi tai jäi ilman määrittelyä). Määrittämiseen liittyvät epävarmuudet korostavat sitä, että kalastustilanteessa sekamuotoisen siikasaaliin luokittelu ekotyypin mukaan on todennäköisesti altis merkittäville virheille ja esimerkiksi siian ulkoasun perusteella ei voida varmasti arvioida, onko kyseessä kari- vai vaellussiika.

Geneettisen kannanmäärittämisen perusteella Merenkurkun siikoja on kahden melko selkeästi erottuvan erilaisen tyyppin lisäksi myös välimuotoja, joita ei voida riittävän luotettavasti luokitella kumpaankaan ryhmään. Kannanmäärittämisen epävarmuus on tyyppillistä siioille, ja ekotyyppien väliset erojen on muuallakin todettu olevan vähäisiä (Ozerov ym. 2015, 2016). Varmasti ei tiedetä vaikuttaako esimerkiksi kasvu siian kutupaikkavalintaan, jolloin hitaasti kasvavat yksilöt jäisivätkin kutemaan mereen ja nopeakasvuiset vaeltaisivat jokeen. Tavanomaisesti on oletettu, että joessa syntynyt siika palaa kutualueelle jokeen kutemaan ja meressä kuteutut siika kutee mereen.

Merialueelle siikoja on istutettu suurissa määrin 1970-luvun lopulta saakka (Salojärvi 1986, ICES 2018) ja istutuksissa on Pohjanlahden alueella käytetty pääosin vaellussiikoja. Poikasista on istutettu sekä padottujen jokien alaosille, jokisuistoon että suoraan mereen. Merenkurkun alueella istutuksia on tehty sekä muualta tuoduilla Maalahden siikakannan vastakuoriutuneilla ja kesänvanhoilla poikasilla (Veneranta & Harjunpää 2021) että Raippaluodossa sijaitsevasta Sandfladan -nimisestä luonnonravintolammikosta vapauttamalla. Sandfladan istutuskannat ovat vaihdelleet, ja istutuksissa on käytetty mm. lijoen vaellussiikaa. Vuosina 2010–2019 kesänvanhoja siikoja on istutettu vuosittain noin 31 000–170 000 kpl. Vastaavasti vastakuoriutuneita siianpoikasista Merenkurkun kalatalousalueelle on istutettu noin 300 000–700 000 kpl (tiedot Österbottens fiskarförbund rf, Leif Kaarto). Istutettujen siikojen kotiutumistaipumuksesta ja kutualueiden valinnasta ei ole tarkkaa tutkimustietoa, mutta esimerkiksi Vaasan saaristossa lisääntyvä nopeakasvuinen siikakanta on mahdollisesti peräisin istutustoiminnasta (Hudd ym. 2012). Merialueelle istutetut vaellussiikat saattavat siten sekoittaa alkuperäisen kari-siikapopulaation kanssa ja tällöin populaatioiden ja niiden elinkiertojen väliset erot hämärtyvät. Aiemmissä tutkimuksissa siikojen ilmiasun väliset erot on oletettu varsin selviksi (Lehtonen 1981, Lehtonen & Himberg 1992, Himberg ym. 2015, Kallio-Nyberg ym. 2019, Lindén ym. 2019, Veneranta ym. 2021), mutta uusi geneettinen tieto ja toisaalta ilmiasuun perustuvan määrittämisen epävarmuus osoittavat, että osa siioista on joko ilmiasunsa, genotyypinsä tai näiden molempien suhteen välimuotoja, jolla on sekä kari- että vaellussiian morfologisia piirteitä ja geenejä (kts. myös Koljonen ym. 2019).

4.2. Kohdennettu pyynti

Siikatyyppin määritykseen liittyvistä epävarmuuksista huolimatta todettiin, että solmuvälin, kalastuspaikan ja ajan säätelyllä voidaan kohdentaa pyynti yksilöihin, jotka todennäköisesti ovat tiettyä ekotyyppiä (tässä tapauksessa karisiikoja). Saalisnäytteiden perusteella karisiikojen osuus saaliissa on suurempi sekä geneettisen että ilmiasuun perustuvan kannantunnistuksen perusteella, kun pyynnissä käytetään 38 tai 40 mm verkkoja verrattuna 45 mm verkkoihin. Tärkein syy tälle on se, että karisiikojen kasvu hidastuu huomattavasti sukukypsyyksiän saavuttamisen jälkeen ja ne eivät saavuta kokoa, jossa ne jäisivät kiinni 45 mm solmuvälin verkkoihin. Aineistossa 45 mm verkkoihin jäikin ainoastaan kaksi karisiiksi tunnistettua yksilöä.

Kalastussyvyydellä ja kalastusajalla pystyttiin selkeästi vaikuttamaan karisiikojen osuuteen saaliissa: karisiikojen osuus oli suurempi syvässä vedessä ja kesäaikana, kesä-, heinä- ja elokuussa. Ilmiasuun perustuvan ekotyyppin tunnistuksen perusteella syvyys- ja ajankohta olivat tilastollisesti merkittäviä tekijöitä. Genotyyppiluokituksen mukaan vaikutus oli samansuuntainen, mutta ei tilastollisesti merkittävä.

Syvyyden suhteen pyyntiaineisto on vahvasti kahtia jakautunut, joko pyynti tapahtuu rannan lähellä matalassa vedessä (2–4 m) tai avoimella vesialueella yli 18 m syvyydessä. Näiden syvyysalueiden väliltä, 5–18 m syvyydestä vedestä, saatiin yhteensä vain 2 saalisnäytettä. Aineisto ei siten riitä luotettavasti arvioimaan karisiikan osuutta saaliissa tällä syvyysalueella, jossa suotuisa muutos karisiikojen osuudessa vaikutti tapahtuvan. Kalastajahaastatteluiden perusteella kesäaikaan karisiikaan kohdennettu pyynti tapahtuu kuitenkin pääsääntöisesti 20 m syvyyden ylittävillä vesialueilla. Tutkimuksessa ei tarkasteltu koekalastusten sijainnin vaikutusta saaliiskaumaan, koska pyynnit ja saalisnäytteet kerättiin pääosin tilastoruudun 23 alueelta. Tulosten perusteella Merenkurkun alueella karisiikaan voidaan pyytää kohdennetusti kesäaikaan 38 tai 40 mm solmuväleillä.

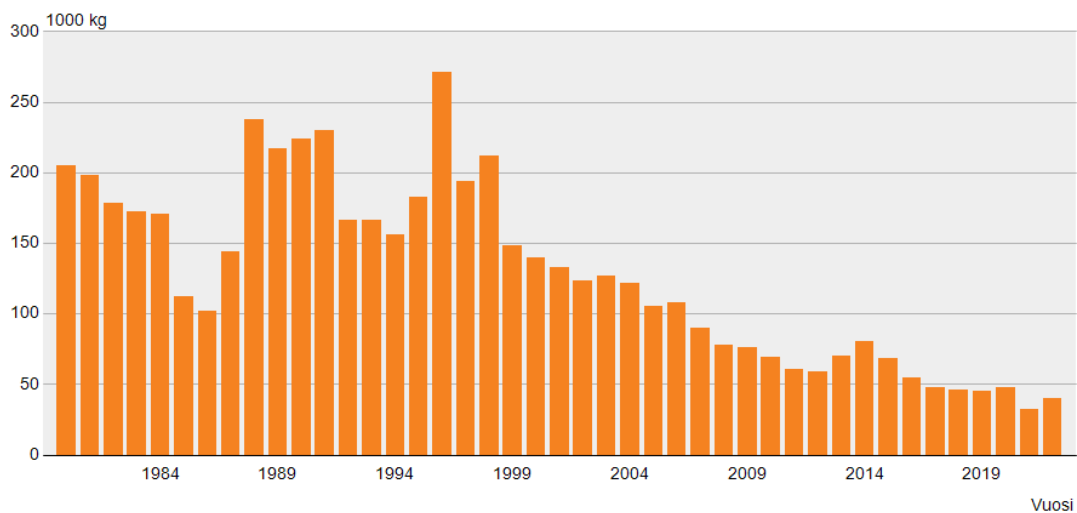
Kesäaikaan karisiikaa pyydetessä kalastuspaikan syvyyden tulisi olla varovaisesti määritetynä vähintään 20 m, jotta vaellussiian osuus saaliissa jää vähäiseksi. Pidemmällä aikavälillä (2014–2021) kerätyn kaupallisen kalastuksen saalisaineiston (EU-tiedonkeruu) perusteella myös 5–18 m syvyyksistä saadaan huomattavissa määrin vaellussiikaa, vaikka vuoden 2023 koekalastuksissa ja saalisnäytteissä otos ei riittänyt tämän syvyysalueen arviointiin.

Siianpyynti Merenkurkussa painottuu merkittävältä osin alle 10 m syvyisiin vesiin, erityisesti 3–6 m syvyydelle. Kyseisen aineiston perusteella matalissa vesissä saalis koostuu suurimmalta osin vaellussiista (Kuva 1). Vuoden 2023 aineisto osoittaa kuitenkin, että paikallisesti ja ajoittain myös matalasta vedestä voidaan saada huomattavasti karisiikaa ja ylipäättään saalisosuuksissa on vaihtelua (Taulukko 7 ja Kuva 13).

Kaikkiaan pienemmän solmuvälin verkkoihin jäi enemmän siikoja, jotka olivat keskimääräiseltä kooltaan pienempiä kuin solmuväliltään suurempiin verkkoihin uineet siiat. Iältään eri solmuvälin verkkoihin jääneet siiat eivät eronneet yhtä selkeästi, joskin vaellussiian tapauksessa pienemmän solmuvälin verkkoihin (38 ja 40 mm) jääneet yksilöt olivat paitsi pienempiä, niin myös jonkin verran nuorempia. Siten tulokset tukevat muutosta solmuväliltään suurempien verkkojen käyttöön siirtymistä vaellussiikaa kalastaessa. Toisaalta karisiikan osalta kalastus 38 ja 40 mm verkoilla näyttäisi olevan suhteellisen kestävällä tasolla nykyisellä pyyntipaineella: myös näitä solmuvälejä käytettäessä saaliissa oli mukana kohtuullisen paljon vanhempia karisiikayksilöitä. Lähes kaikki pyydetävä karisiika on sukukypsää. Lisäksi verkkoon jääneet yksilöt olivat hieman vanhempia kuin rysään uineet, rysäsaaliin oletettavasti vastatessa

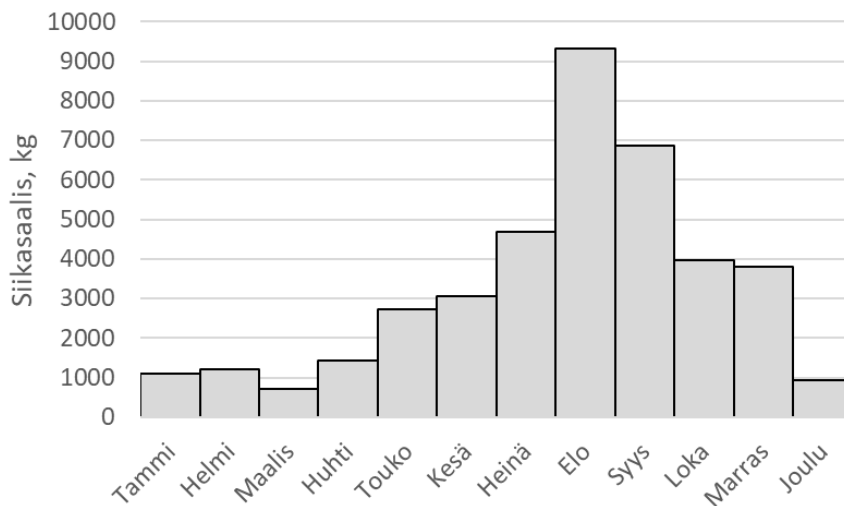
peremmin paikallisen populaation todellista ikäjakaumaa. Tämä hanke ei kuitenkaan pysty vastaamaan siihen, kuinka hyvin karisiikakanta voisi kestää nykytasoa korkeamman kalastuspaineen. Mikäli kokonaispyyntiponnistus pysyy nykyisen kaltaisena, ei karisiian pyynnin sivusaaliina tuleva vaellussiika kesäaikaan syvästä vedestä muodosta todennäköisesti kovin suurta osuutta vuotuisesta vaellussiikasaaliista Merenkurkun alueelta.

Kaupallinen siiankalastus ja siikasaaliit Merenkurkussa tilastoruudun 23 alueella ovat vähentynyt huomattavasti neljänkymmenen vuoden aikajaksolla (Kuva 14). Suurimmillaan kaupalliset saaliit olivat 1980- ja 1990-luvuilla ja nykyiset saaliit ovat taantuneet alle neljäsosaan huippusaaliiden määrästä. Vaellus- ja karisiikaan kohdentuvaa pyyntiä ei ole rekisteröity erikseen, mutta esimerkiksi Luonnonvarakeskuksen EU-tiedonkeruuhankkeessa kerätyistä näytteistä suurin osa näytekaloista on vaellussiikaan kohdentuneesta pyynnistä. Myös keväällä 2023 pidettyjen kalastajakokousten perusteella erityisesti karisiian pyyntiin panostavia kalastajia on alueella melko vähän, arviolta alle kymmenen kappaletta.



Kuva 14. Kaupallisen kalastuksen raportoitu siikasaalis tilastoruudun 23 alueella.

Suurin osa siikasaaliista tilastoruudun 23 alueella pyydetään elo- ja syyskuussa (Kuva 15). Kesä- ja heinäkuussa raportoidut kaupallisen pyynnin saalismäärät ovat vähäisempiä. Rannikon lähellä toteutettavassa pyynnissä saalis koostuu merkittävässä määrin vaellussiikasta tai tunnistamattomaksi jääneestä siiasta. Saalissiikojen koon ja pyyntiajankohdan perusteella pyynti kohdentuu tällöin todennäköisesti Perämeren jokiin ensimmäiselle kudulle suuntaaviin vaellussiikoihin (Kallio-Nyberg ym. 2019, Leinonen ym. 2020).



Kuva 15. Kaupallisen kalastuksen raportoitu kuukausittainen siikasaalis tilastoruudun 23 alueella vuosien 2018–2022 keskiarvona.

Talvipyyntin määrä vaihtelee vuosittain olosuhteiden mukaan. Jääolosuhteiden salliessa talvipyyntin saaliit voivat ajoittain olla huomattavia, mutta kaikkiaan kuitenkin avovesiajan pyyntiin nähden vähäisiä kaupallisen kalastuksen raportoitujen saaliiden perusteella, esimerkiksi vuosien 2018–2023 keskiarvona joulu-maaliskuussa noin 10 % vuotuisesta saaliista. Kahden talvinäytteen perusteella voidaan todeta, että joko alueiden tai kalastuskertojen tai molempien välillä on vaihtelua karisiiin saalisosuuksissa. Tarkemman osuuden arviointi edellyttäisi jatkuvampaa näytteenottoa, jotta mahdollisia pidempiaikaisia saalisosuuksien vaihteluita eri alueiden välillä ja sisällä voitaisiin todentaa.

Tilastoruudun 23 alueella karisiiin pyyntiin syvästä vedestä soveltuvia alueita on lähinnä Raipaluodon saariryhmän lounais- ja pohjoispuolisilla alueilla. Etelämpänä, tilastoruudun 22 alueella syvät alueet sijoittuvat Rönnskäretin ja Bergön ulkopuoliselle alueelle. Ruudulla 28, johon keskittyy paljon siiankalastusta, syviä alueita ei ole. Merenkurkun pohjoispuolella ruudun 24 alueella yli 20 m syviä alueita on laajalti Mikkelinsaarten ja Västerön välisellä alueella. Karisiiin pyyntiin sopivat syvät alueet sijaitsevat Merenkurkussa suurelta osin yleisvesialueella.

4.3. Pyyntin kannattavuus

Karisiiika pienempikokoisena siikamuotona ei ole yhtä kannattava pyyntin kohde kalastajalle kuin vaellussiika, koska sioista maksetaan tuottajahinta kokoluokittain. Karisiiat sijoittuvat keskikoon perusteella pääosin III-luokkaan ja vaellussiikat II-luokkaan (Taulukko 10).

Taulukko 10. Vuonna 2022 rannikkoalueen sioista maksettu keskimääräinen tuottajahinta kokoluokittain (statdb.luke.fi).

Kokoluokka	Tuottajahinta (€)
I (> 0,8 kg)	6,46
II (0,4–0,8 kg)	5,60
III (0,25–0,4 kg)	5,35
IV (< 0,25 kg)	4,16

Tuottajahinnoissa on vaihtelua sesongin mukaan, mutta kalojen keskikoon ja niistä maksettavan hinnan vuoksi vaellussiian pyynti on kannattavampaa kuin karisiian pyynti, jos vaellussiikaan kohdentuva pyynti on mahdollista. Samaan tuloon päästäkseen kalastajan pitää pyytää siten kappalemääränä keskimäärin noin 1,5 kertaa enemmän karisiikoja kuin vaellussiikoja. Karisiika toimii täydentävänä pyyntikohteena erityisesti kesäaikaan, jolloin vaellussiikasaaliit voivat olla heikompia. Karisiian pyyntiä on mahdollista toteuttaa osin myös ajankohtina, jolloin vaellussiian pyynti ei matalista vesistä ole olosuhteiden vuoksi mahdollista. Osalle kaupallisista kalastajista karisiian pyyntimahdollisuudella on siten huomattava merkitys kalastuksen kannattavuuden tasaamisen näkökulmasta. Karisiian kalastuksen kannattavuus saattaisi parantua, jos sen statusta ruokakalana (esim. kätevän kokoisena "pannusiikana") onnistutaan nostamaan.

4.4. Sivusaaliit

Koekalastuksen sivusaaliit koostuivat suurelta osin silakasta, härkäsimpusta, kuoreesta, ahvenesta ja särjistä (Taulukko 8). Pääasiallisten sivusaalislajien kannat ovat elinvoimaisia. Meritaimen on tavallinen sivusaalis matalassa tapahtuvassa siian verkkokalastuksessa (Veneranta ym. 2018), mutta koepyynteissä syvästä vedestä saaliiksi jäi yksi rasvaeväleikattu meritaimen. Koekalastuksissa verkkoihin ei jäänyt lintuja ja kaupallisen kalastuksen saalisnäytteiden yhteydessä niitä ei ollut ilmoitettu lukuun ottamatta kesäkuun lopussa tehtyä pyyntiä, jossa sivusaaliiksi jäi neljä riskilää. Luonnonvarakeskuksen pyynnit tehtiin elo-lokakuussa, jolloin vesilintujen syönnösalueet saattavat poiketa muuton vuoksi kesäaikaisista paikoista. Merenkurkussa kesä-heinäkuussa avoimilla alueilla syönnöstäviä lintuja ovat mm. riskilät, haahkat ja ruokit. Kaupallisille kalastajille suunnatussa kyselytutkimuksessa niitä on ilmoitettu sivusaalina melko pieniä määriä pyyntiponnistukseen nähden (Olin ym. 2021). Merimetsoja alueella esiintyy ajoittain runsaslukuisesti, mutta niiden saalistus kohdentuu pääosin alle 10 m syvyisille alueille ja rantojen tuntumaan (Custer & Bunck 1992, Coleman ym. 2005, Luke, julkaisematon). Todennäköisesti lintujen määrä on suurimmillaan pesimäalueiden lähistöllä, ja se voi myös vaikuttaa lajien alttiuteen jäädä pyynnin sivusaaliksi. Syvällä olevista verkoista lintuja ei voida vapauttaa elävänä.

Luonnonvarakeskuksen koekalastuksissa hylkeen aiheuttamia vaurioita sioissa todettiin kahdessa pyynnissä 12 pyyntikerrasta. Hylkeitä ei nähty ja siten ei tiedetä, oliko kyseessä halli vai norppa. Hylkeen vaurioittamia siikoja todettiin myös verkoissa, jotka nostettiin yli 35 m syvyydestä. Kirjallisuustietojen perusteella (Königgsson ym. 2007, 2009) ns. "hidden loss", eli verkoista jälkiä jättämättä kadonnut saalis voi olla huomattava osa hylkeen aiheuttamaa haittaa.

5. Johtopäätökset ja suositukset

Tulokset näyttävät, että kalastuspaikan ja -ajan säätelyllä pystytään selvästi vaikuttamaan saaliiksi jäävien siikojen ilmiasun perusteella luokitelluiden ekotyyppien osuuksiin: karisiikojen osuus saaliista oli korkea kesäkuukausina ja etenkin kalastettaessa syvältä. Solmuväli vaikuttaa molemmilla kannantunnistuksen tavoilla (ilmiasu ja genotyyppi) karisiiksi määritettyjen siikojen osuuksiin siten, että pienemmällä solmuvälillä saaliiksi jää suhteessa enemmän karisiikaa. Molemmat ekotyyppiluokittelutavat, siian ilmiasuun ja genotyyppiin perustuva, ovat epävarmoja. Aiemmissa tutkimuksissa ja hankkeissa kari- ja vaellussiika on yleensä luokiteltu kasvu- ja siivilähammastietojen perusteella, mutta havaintojemme mukaan tämä luokittelutapa on epävarma ainakin Merenkurkun alueella. Mikäli vanhojen siian suomunäytteiden perusteella selvitetäisiin genotyyppi aiempina vuosikymmeninä, voitaisiin selvittää, onko tilanne ollut aiemmin samankaltainen, vai onko se muuttunut epäselvemmäksi esimerkiksi istutustoiminnan myötä. Tällainen laaja-alainen selvittäminen on mahdollista määritystekniikan kehittämisen myötä.

On huomattava, että syvän veden näytteenoton osalta tulokset perustuvat vain yhden vuoden (2023) aineistoon. Kausittainen vaihtelu siikaekotyyppien saalisuhteessa voi johtua niiden vaellusreittien tai syönnösalueiden vaihtelusta ja vastaavanlaisia eroja saattaa esiintyä myös vuosien välillä. Jotta nähdään mahdolliset muutokset siian eri ekotyyppien liikkeissä vuosien välillä esimerkiksi sää-, ravinto- ja vedenlämpöolosuhteiden myötä sekä kalojen liikkeiden mahdolliset vaikutukset karisiian osuuteen saaliissa eri vuodenaikoina ja syvyyksillä, tilannetta tulisi säännöllisesti seurata, ainakin kunnes asiasta on saatu pidemmän ajanjakson, vähintään kolme vuotta kattava, tutkimuspohjainen tieto. Käytännössä seuranta voidaan toteuttaa osana kaupallisen kalastuksen saalisnäytteseurantaa, jota Luonnonvarakeskus toteuttaa. Tässä yhteydessä siian ekotyyppiluokittelu voidaan ilman merkittäviä lisäponnistuksia tehdä ilmiasun perusteella (sukupuoli, ikä, pituus ja siivilähammasmäärä), geneettinen ekotyyppi- tai kannantunnistuksen edellyttäessä näytteiden erillistä geneettistä analysointia.

Karisiikoihin kohdentuva nykytason mukainen kalastuspaine vaikuttaa siikojen ikäjakauman perusteella kestävältä. Sen sijaan tuloksista ei voi päätellä kuinka paljon nykyistä suuremman kalastuspaineen Merenkurkun karisiikat kestäisivät. Tuloksien perusteella 38 mm ja 40 mm verkot soveltuvat karisiikojen pyytämiseen. Todennäköisesti 38 mm solmuvälillä yksikkösaalis olisi suurempi kuin minkä nykyinen solmuvälisäätely mahdollistaa. Sen sijaan 43 mm ja varsinkin 45 mm verkkoihin karisiikoja ei juurikaan jää saaliiksi. Vaellussiikoihin kohdistuvassa kalastuksessa 45 mm solmuvälirajoitus vaikuttaa hankkeen saaliskalojen ikäjakaumien pohjalta perustellulta, koska nykyisellään pyynti kohdentuu lisääntymisen ja kalataloudellisen tuoton kannalta liian pieniin ja nuoriin vaellussiikoihin. Solmuvälin kasvattaminen nykyisestä säätelystä tulee heikentämään kaupallisen pyynnin siikasaaliita Merenkurkun alueella, koska osin saaliissa on nykyisellään myös matalan veden pyynnissä karisiikaa.

Kiitokset

Hankkeen rahoittajana toimi Maa- ja Metsätalousministeriö. Kiitokset pyyntialueiden kartoitukseen liittyen kalastajakokouksiin osallistuneille kalastajille sekä erityisesti pyyntiin liittyviä neuvoja ja opastusta antaneille kalastajille. Kiitos Luken Jokioisten genomiikkalaboratorion siikojen DNA-näytteiden analyysiin osallistuneille: Tarja Hovivuori, Jouni Virta, Oliver Bitz ja Daniel Fischer.

Viitteet

- 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.
- Custer, T.W. & Bunck, C. 1992. Feeding flights of breeding double-crested cormorants at two Wisconsin colonies (Vuelos de Alimentación de Individuos Reproductivos de *Phalacrocorax auritus* de dos Colonias en Wisconsin). *Journal of Field Ornithology* 63: 203–211.
- 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: 125–131.
- Hudd, R., Veneranta, L. & Harjunpää, H. 2012. Storvuxen skärgårdslekande sik i Vasa. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutes arbetsrapporter, RKT:n työraportteja 20/2012. 38 s.
- 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(3): 456–461.
- Jokikokko, E., Leskelä, L. & Huhmarniemi, A. 2005. Is it possible to increase the stocking results of the whitefish in the Finnish Gulf of Bothnia by means of fisheries management? *Advances in Limnology* 60: 397–404.
- Jokikokko, E. & Veneranta, L. 2022. Pohjanlahden siika. Julkaisussa: Raitaniemi, J. & Sairanen, S. (toim.). Kalakantojen tila vuonna 2021 sekä ennuste vuosille 2022 ja 2023. Silakka, kilohaili, turska, lohi, meritaimen, siika, kuha, ahven ja hauki. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 72/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 9–23.
- 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.
- 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.
- Königson, S., Fjälling, A. & Lunneryd, S.-G. 2007. Grey seal induced catch losses in the herring gillnet fisheries in the northern Baltic. *NAMMCO scientific publications* 6: 203–213.
- Königson, S., Stridh, S. & Sundqvist, F. 2009. Grey seal predation in cod gillnet fisheries in the central Baltic Sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 42: 41–47.
- Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. *Finnish Fisheries Research* 3: 31–83.

- Lehtonen, H. 1988. Management of the whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) fishery in the Gulf of Bothnia. Finnish Fisheries Research 9: 373–387.
- 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. Polish Archives of Hydrobiology 39: 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.
- 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.
- Leskelä, A., Jokikokko, E. & Huhmarniemi, A. 2002. Sea migration patterns of stocked anadromous European whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) fingerlings. Advances in Limnology 57: 119–128.
- Lindén, A., Himberg, M., von Numers, M., Wiklund, T., Engblom, C., Hägerstrand, P., Lill, J.-O. & Hägerstrand, H. 2019. Proportion of river- and sea-spawning whitefish in catches at the Åland Islands (Baltic Sea), estimated from gill raker counts. Boreal Environment Research 24: 101–113.
- Lindström, M. & Lindström, A. 1980. Swimming activity of *Pontoporeia affinis* (Crustacea, Amphipoda)—Seasonal variations and usefulness for environmental studies. Annales Zoologici Fennici 17: 213–220.
- Mäenpää, E. 1999. Vaellussiikanaaraan (*Coregonus lavaretus* L.) koon vaikutus mädin ja poikasten elossasäilymiseen. Turun Yliopisto, tutkielma 35 s. Ekologia ja eläinsystematiikka.
- Olin, M., Moilanen, P., Rahikainen, M., Seimola, T., Söderkultalahti, P. & Tiainen, J. 2021. Kyselytutkimus kaupallisten kalastajien saamasta lintusivusaaliista merialueella 2019. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 74/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 14 s
- Ozerov, M.Y., 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: 1170–1183. doi:10.1111/jeb.12645
- Ozerov, M.Y., Himberg, M., Debes, P.V., Hägerstrand, H. & Vasemägi, A. 2016. Combining genetic markers with an adaptive meristic trait improves performance of mixed-stock analysis in Baltic whitefish. ICES Journal of Marine Science 73: 2529–2538. doi:10.1093/icesjms/fsw122
- Salojärvi K. 1986. Review of whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) fingerling rearing and stocking in Finland. Archiv für Hydrobiologie Ergebnisse der Limnologie Beiheft 22: 99–114.

- Urho, L., Koljonen, M.-L., Saura, A., Savikko, A., Veneranta, L. & Janatuinen, A. 2019. Kalat. Teoksessa: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.). Suomen lajien uhanalaisuus- Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus. Helsinki s. 549–555.
- Valtonen, T. 1964. Siian alin mitta Perämerellä. Tilasto siikaverkoista. Suomen Kalastuslehti, 71: 146–150.
- Veneranta, L. & Harjunpää, H. 2021. Merenkurkun merikutuisen siian istutustuotto ja syönösalueet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 35 s.
- Veneranta, L., Hudd, R. & Vanhatalo, J. 2013. Reproduction areas of sea-spawning coregonids reflect the environment in shallow coastal waters. Marine Ecology Progress Series, 477: 231–250.
- Veneranta, L., Kallio-Nyberg, I., Saloniemi, I. & Jokikokko, E. 2021. Changes in age and maturity of anadromous whitefish (*Coregonus lavaretus*) in the northern Baltic Sea from 1998 to 2014. Aquatic Living Resources 34: 9.
- Veneranta, L., Pakarinen, T., Jokikokko, E., Kallio-Nyberg, I. & Harjunpää, H. 2018. Mortality of Baltic sea trout (*Salmo trutta*) after release from gillnets. Journal of applied ichthyology 34(1): 49–57.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki