



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2024

# Merimetson ja harmaahaikaran suorat kalatalousvahingot

Määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla

Mats Westerborn, Susanna Airaksinen, Valtteri Arkko, Patrik Byholm,  
Camilla Ekblad, Juhani Hopkins, Veijo Jormalainen, Markus Kankainen,  
Toni Laaksonen, Roope Lehmonen, Juhani Lehmuskallio, Pia Lindberg,  
Andreas Lindén, Meri Lindqvist, Noora Moilanen, Jari Niukko,  
Mikko Olin, Antti Ovaskainen, Markus Piha, Jonne Pohjankukka,  
Tuomas Seimola, Kristina Svelds ja Matilda Tiitinen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2024

# Merimetson ja harmaahaikaran suorat kalatalousvahingot

Määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla

**Mats Westerbom, Susanna Airaksinen, Valtteri Arkko, Patrik Byholm, Camilla Ekblad,  
Juhani Hopkins, Veijo Jormalainen, Markus Kankainen, Toni Laaksonen,  
Roope Lehmonen, Juhani Lehmuskallio, Pia Lindberg, Andreas Lindén, Meri Lindqvist,  
Noora Moilanen, Jari Niukko, Mikko Olin, Antti Ovaskainen, Markus Piha,  
Jonne Pohjankukka, Tuomas Seimola, Kristina Svets ja Matilda Tiitinen**



**Viittausohje:**

Westerbom, M., Airaksinen, S., Arkko, V., Byholm, P., Ekblad, C., Hopkins, J., Jormalainen V., Kankainen, M., Laaksonen, T., Lehmonen, R. Lehmuskallio, J., Lindberg P., Lindén, A., Lindqvist, M., Moilanen, N., Niukko, J., Olin, M., Ovaskainen, A., Piha, M., Pohjankukka, J., Seimola, T., Svells, K. & Tiitinen, M. 2024. Merimetson ja harmaahaikaran suorat kalatalousvahingot : Määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 177 s.

**Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:**

Arkko, V., Hopkins, J., Lehmonen, R., Lehmuskallio, J. & Westerbom, M. 2024. Merimetson kalaverkoista poistamien kalojen määrän selvittäminen. Westerbom, M., Airaksinen, S., Arkko, V., Byholm, P., Ekblad, C., Hopkins, J., Jormalainen V., Kankainen, M., Laaksonen, T., Lehmonen, R. Lehmuskallio, J., Lindberg P., Lindén, A., Lindqvist, M., Moilanen, N., Niukko, J., Olin, M., Ovaskainen, A., Piha, M., Pohjankukka, J., Seimola, T., Svells, K. & Tiitinen, M. 2024. Merimetson ja harmaahaikaran suorat kalatalousvahingot : Määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 56/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 103–132.

Mats Westerbom ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-3936-9396>



ISBN 978-952-380-936-9 (Verkkojulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-936-9>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Mats Westerbom, Susanna Airaksinen, Valtteri Arkko, Patrik Byholm, Camilla Ekblad, Juhani Hopkins, Veijo Jormalainen, Markus Kankainen, Toni Laaksonen, Roope Lehmonen, Juhani Lehmuskallio, Pia Lindberg, Andreas Lindén, Meri Lindqvist, Noora Moilanen, Jari Niukko, Mikko Olin, Antti Ovaskainen, Markus Piha, Jonne Pohjankukka, Tuomas Seimola, Kristina Svells ja Matilda Tiitinen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisu vuosi: 2024

Kannen kuva: Luonnonvarakeskus

## Tiivistelmä

*Mats Westerborn*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus

Luonnonsuojelulailla rauhoitettujen lintujen aiheuttamat taloudelliset vahingot ovat kasvaneet viimeisten 20 vuoden aikana suojeltujen lintukantojen vahvistumisen myötä. Vahinkojen kasvu on luonut tarpeen uudistaa lakia, jotta rauhoitettujen eläinten aiheuttamia vahinkoja voidaan ennaltaehkäistä ja korvata. Lain tavoitteena on kehittää ja selkeyttää rauhoitettujen lajien aiheuttamien vahinkojen korvaamisperusteita sekä luoda järjestelmä, joka kohtelee eri toimialoja ja vahingonkärsijöitä oikeudenmukaisesti. Uuden korvausjärjestelmän kehittämisen tueksi tarvitaan tutkimustietoa merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamien vahinkojen määrästä ja laadusta koko Suomen rannikkoalueelta.

Luonnonvarakeskus (Luke) toteutti ympäristöministeriön toimeksiantona vuosina 2022–2023 yhdessä Turun yliopiston ja ammattikorkeakoulu Novian kanssa hankkeen, jossa tutkittiin merimetsan kaupalliselle kalastukselle ja vesiviljelylle aiheuttamien vahinkojen määrää ja laajuutta. Vesiviljelylaitoksilla tutkittiin myös harmaahaikaran vaikutuksia. Hankkeen toteuttamiseen osallistui joukko kaupallisia kalastajia ja vesiviljely-yrittäjiä.

Hankkeessa selvitettiin lintujen aiheuttamia suoria vaikutuksia. Suorilla vaikutuksilla tarkoitetaan todennettuja vahinkoja pyydyksissä ja viljelylaitoksissa oleviin kaloihin. Hankkeen päätaivoitteet olivat: 1) dokumentoida lintujen käyntimääriä pyydyksillä ja vesiviljelylaitoksilla sekä mahdollisuuksien mukaan tehdä arvio vahingoittuneiden tai poistettujen kalojen lukumäärästä, 2) selvittää suojeltujen lintujen aiheuttamia esinevahinkoja ja lintujen torjumisesta aiheutuvia kustannuksia sekä 3) tutkia merimetsojen ravinnonhakumatkojen jakautumista eri puolille Suomen rannikkoa.

Hankkeelle myönnettiin vajaan 1 M€ rahoitus, minkä lisäksi Luonnonvarakeskus osallistui hankkeen rahoittamiseen 0,25 M€ omarahoitusosuudella. Luonnonvarakeskus vastasi hankkeen taloushallinnosta ja -raportoinnista, viestinnästä sekä hankkeen toteuttamisesta.

Tutkimuksen toteutukseen kytkeytyi useita epävarmuuksia. Merkittävimmät haasteet liittyivät tiukkaan aikatauluun, tekniikan toimivuuteen ja luotettavuuteen meriympäristössä, pirstoutuneet ja järjestäytymättömät maa- ja vesiomistussuhteet, merimetsojen käyttäytymiseen ja sen ennakoitavuuteen, tärkeimpien sidosryhmien sitoutumiseen hankkeeseen sekä tulosten yleiseen hyväksyttävyyteen.

Merimetsa on hyvin sopeutuva lintu, jonka käyttäytymistä on vaikea ennustaa. Sen käytös vaihtelee ajallisesti ja alueellisesti monen tekijän vaikutuksesta. Vahinkoa ei siis synny kaikkialla ja kaiken aikaa, vaan vahingon laatu ja määrä vaihtelevat alueittain, pyydystyyppittäin ja kalastettavan kohdelajin mukaan. Tutkimusta merimetsojen ja harmaahaikaroiden vaikutuksista vesiviljelylaitoksissa ja pyydyksissä oleviin kaloihin ei ollut Suomessa aikaisemmin tehty systemaattisesti ja maantieteellisesti kattavasti.

Lukuisista haasteista huolimatta hanke onnistui saavuttamaan sille asetetut päätaivoitteet. Merimetsan osalta tutkimustulokset eivät viittaa merkittävään suoraan haittaan. Merimetsojen

vaikutukset olivat vähäiset tai korkeintaan maltilliset lukuun ottamatta suojaamattomia vesiviljelyaltaita tai altaita, joissa suojaus oli pettänyt. Tutkimus osoitti myös, että avorysät ovat merimetsolle alttiita ja niissä merimetsot saattavat vähentää kalasaaliita tuntuvasti. Sen sijaan harmaahaikara saattaa tutkimuksen perusteella aiheuttaa merkittävää haittaa vesiviljelylaitoksilla ja maltilliset haitat ovat varsin yleisiä.

Tulosten tulkinnessa on huomioitava tutkimuksen kehukset sekä otantaan liittyvät ajalliset ja alueelliset epävarmuudet. Toisin sanoen tässä hankkeessa keskityttiin suoriin vaikutuksiin, mutta erityisesti merimetsojen epäsuorat vaikutukset kaupalliseen kalastukseen ja vesiviljelyyn saattavat olla suoria vaikutuksia suuremmat. Koska epäsuorat vaikutukset jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, tämän hankkeen aineistojen pohjalta ei voida arvioida merimetsojen aiheuttamia taloudellisia kokonaisvaikutuksia ammattikalastukselle tai vesiviljelylle. Erityisesti merimetsan käyttäytyminen on hyvin epäsäännöllistä ja jatkuvasti muuttuvaa. Täten merimetsan paikkaan tai aikaan sidotut kokonaisvaikutukset saattavat vaihdella tavoilla, jotka voivat olla vaikeasti todennettavissa.

Hankkeen toteutuksen kannalta tärkeä tavoite oli toteuttaa hanke kalastajien ja vesiviljelyyrittäjien kanssa yhteistyössä siten, että paikallisosaaminen ja aluetieto tulivat parhaalla tavalla hyödynnetyksi ja siten, että merimetsan vaikutukset eri alueilla saatiin dokumentoitua. Kiitämme kaikkia hankkeessa olevia viljelylaitoksia ja kaupallisia kalastajia ensiluokkaisesta yhteistyöstä. Toivomme yhteistyön jatkuvan myös tulevaisuudessa merimetsaa ja harmaahaikaraa koskeissa hankkeissa. Kiitämme lukuisia yksityisiä ja julkisia maa- ja vesialueiden omistajia tutkimusluvista. Haluamme kiittää myös hankkeen valvojia Hanne Lohilahtea ja Laura Monosta tuesta ja erinomaisesta ohjauksesta sekä hankkeen ohjausryhmää.

**Asiasanat:** Kaupallinen kalastus, kestävä kalastus, vesiviljely, merimetsa, harmaahaikara

## Abstract

*Mats Westerbom*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus

The economic damage caused by birds protected by the Nature Conservation Act has increased over the past 20 years with the strengthening of protected bird populations. The increase in damage caused by protected animals has created the need to reform the law so that this damage can be preempted and compensated. The aim of the law is to develop and clarify the basis for compensating damage caused by protected species and to create a system that treats different industries and injured parties fairly. To support the development of a new compensation system, research on the quantity and quality of damage caused by cormorants and gray herons along the Finnish coast is needed.

In 2022-2023 Natural Resources Institute Finland (Luke) carried out a project commissioned by the Ministry of the Environment together with the University of Turku and Novia University of Applied Sciences, in which the quantity and extent of damage caused by cormorants to commercial fishing and aquaculture was studied. The effects of gray herons were also studied at aquaculture facilities. Commercial fishermen and aquaculture entrepreneurs participated in the implementation of the project.

The project was granted funding of just under €1 million, in addition to which Natural Resources Institute Finland participated in financing the project with a self-financing portion of €0.25 million. Natural Resources Institute Finland was responsible for the project's financial management and reporting, communication and project implementation.

Several uncertainties were connected to the implementation of the study. The most significant challenges were related to the tight schedule, the functionality and reliability of the technology in the marine environment, the behavior and predictability of cormorants, the commitment of the most important stakeholders to the project, and the general acceptability of the results. The duration of the project was very short in relation to the complexity of the assignment. In many respects, the marine environment is a particularly challenging research environment. Reasons for the challenge are the accessibility of research sites, functionality of the technology in the sea environment, and fragmented and unorganized land and water ownership.

The cormorant is a very adaptable bird whose behavior is irregular. Any damage caused by cormorants does not occur everywhere all the time, but the quality and quantity of damage varies by region, by type of fishing gear and by the target species being fished. Systematically and geographically comprehensive studies on the effects of cormorants and gray herons on fish in aquaculture facilities and in traps have not been conducted before in Finland.

Despite numerous challenges, the project managed to achieve all the main goals set for it. Regarding cormorant, the results do not indicate an overall significant direct damage. The effects of cormorants were minor or at most moderate, except for unprotected aquaculture facilities, or facilities where the protection had failed. The study also showed that open fyke nets are vulnerable to cormorants and cormorants may significantly reduce fish catches in

them. In contrast, the study showed that gray herons may cause significant harm in aquaculture facilities and that moderate harm is quite common.

When interpreting the results, the framework of the study and the temporal and spatial uncertainties related to the sampling must be considered. In other words, this project focused on the direct effects, but the indirect impacts of cormorants on commercial fishing and aquaculture may be greater than the direct effects. Since indirect effects were left out of this study, it is not possible to evaluate the total economic effects caused by cormorants on professional fishing or aquaculture based on the data of this project. In addition, the behavior of cormorants is very irregular and constantly changing. Therefore, the overall site- or time-bound effects of cormorants may vary in ways that may be difficult to verify.

An important goal for the implementation of the project was to execute the project in cooperation with fishermen and aquaculture entrepreneurs in such a way that local expertise and regional knowledge were utilized in the best way and in such a way that the effects of cormorants in different areas could be documented. We thank all the aquaculture entrepreneurs and commercial fishermen involved in the project for their first-class cooperation. We hope that the cooperation will continue in future projects concerning cormorants and gray herons. We thank numerous private and public owners of land and water areas for research permits. We would also like to thank the project supervisors Hanne Lohilahti and Laura Mononen for their support and excellent guidance, as well as the project steering group.

**Keywords:** Commercial fishing, sustainable fishing, aquaculture, cormorant, gray heron

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>10</b>
1.1. Merimetsopopulaation kannankehitys Suomessa ja lajin aiheuttamat haasteet kalataloudelle .....	11
1.2. Harmaahaikarakannan kehitys Suomessa ja lajin aiheuttamat haasteet vesiviljelylle.....	16
1.3. Projektin tavoitteet ja toteutus.....	18
1.4. Hankkeen ohjaus .....	19
1.5. Hankkeen aikataulu ja rahoitus .....	19
1.6. Raportin rakenne .....	20
1.7. Johdannon viitteet.....	21
<b>2. Työpakettien esittely ja keskeisimmät tulokset.....</b>	<b>25</b>
2.1. Työpaketit 1 ja 6: Sidosryhmätyö ja viestintä .....	25
2.2. Työpaketti 2: Merimetsan ja harmaahaikaran aiheuttamien taloudellisten vaikutusten arviointi merialueen kalankasvatustiluksilla .....	25
2.3. Työpaketti 3: Merimetsan kalaverkoista poistamien kalojen määrän selvittäminen.....	27
2.4. Työpaketti 4: Merimetsan aiheuttamat vauriot pyydyksissä oleville kaloille.....	28
2.5. Työpaketti 5: Merimetsojen saalistusalueen mallintaminen GPS-seurannan avulla.....	29
<b>3. Yhteenveto tuloksista ja johtopäätökset .....</b>	<b>31</b>
<b>4. Sidosryhmätyö ja viestintä .....</b>	<b>33</b>
<b>5. Merimetsan ja harmaahaikaran aiheuttamien taloudellisten vaikutusten arviointi merialueen kalankasvatustiluksilla .....</b>	<b>37</b>
5.1. Johdanto .....	37
5.1.1. Merimetsa ja harmaahaikara ovat suojeltuja lintulajeja, joiden haittavaikutukset kalankasvatukselle ovat lisääntyneet .....	37
5.1.2. Lintuvahingot vaikuttavat kalankasvatuksen arvoon merialueella .....	39
5.2. Vesiviljelyselvityksen tavoitteet.....	40
5.3. Aineisto ja menetelmät .....	41
5.3.1. Yrityshaastattelut.....	41
5.3.2. Kameraseuranta.....	42
5.3.3. Kalan vahingoittumisen aiheuttaneen lintulajin tunnistus nokkimimisjäljestä saadun DNA:n perusteella .....	53
5.3.4. Tuotannon seuranta.....	54
5.3.5. Taloudellinen tarkastelu .....	55
5.4. Tulokset .....	57
5.4.1. Haastattelututkimuksen yhteenveto .....	57
5.4.2. Video- ja riistakameraseuranta.....	61

5.4.3. Tekoälyn hyödyntäminen riistakamera-aineiston tulkinnessa .....	78
5.4.4. Lintulajin tunnistus nokkimisjäljen DNA-näytteestä .....	81
5.4.5. Tuotantotiedot .....	84
5.4.6. Taloudellinen tarkastelu .....	86
5.5. Tulosten tarkastelu .....	90
5.5.1. Lintujen aiheuttamat tappiot kalankasvattajille .....	90
5.5.2. Havaintoja lintujen käyttäytymisestä kasvatuslaitoksilla .....	93
5.6. Johtopäätökset .....	96
5.6.1. Suosituksia kalahävikin vähentämiseksi .....	96
5.6.2. Kameraseurannan käyttö lintujen aiheuttaman hävikin arvioinnissa .....	96
5.6.3. Menetelmä kalojen nokkimisjälkien aiheuttajan tunnistamiseksi .....	97
5.6.4. Lintujen läsnäolon epäsuorat vaikutukset kalantuotantoon .....	98
5.6.5. Lopuksi .....	98
5.7. Työpakettin 2 viitteet .....	100
<b>6. Merimetson kalaverkoista poistamien kalojen määrän selvittäminen.....</b>	<b>102</b>
6.1. Johdanto .....	102
6.2. Aineisto ja menetelmät .....	103
6.2.1. Tutkimusalueet ja -aika .....	103
6.2.2. Koeverkotus .....	104
6.2.3. Kameraseuranta .....	107
6.2.4. Videoiden tulkinta .....	110
6.3. Tulokset .....	112
6.3.1. Koekalastuksen tulokset .....	112
6.3.2. Riistakameraseurannan tulokset .....	118
6.3.3. Valvontakameraseurannan tulokset .....	121
6.3.4. Yleisiä aluekohtaisia havaintoja merimetsojen liikkeistä tutkimuksen aikana, mutta kohdealueiden ulkopuolella .....	124
6.3.5. Haavaumat ja purentajäljet .....	126
6.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	127
6.5. Työpakettin 3 viitteet .....	131
<b>7. Merimetson aiheuttamat vauriot pyydyksissä oleville kaloille .....</b>	<b>132</b>
7.1. Johdanto .....	132
7.1.1. Tutkimuksen tavoitteet .....	134
7.2. Aineisto ja Menetelmät .....	134
7.2.1. Rysäkalastus ja kameraseuranta .....	134
7.2.2. Tutkimusalueet ja rysätyypit .....	135

7.2.3. Videomateriaalin tulkinta.....	137
7.2.4. EU-tiedonkeruun näytteenotto kaupallisen kalastuksen saaliista .....	139
7.2.5. Vaurioituneiden kalojen esiintyvyyden ennustaminen mallintamalla.....	140
7.2.6. Mallien parametrit .....	140
7.3. Tulokset .....	141
7.3.1. Kameraseuranta.....	141
7.3.2. Merimetsokolonioiden etäisyyden ja koon vaikutus sukellusten määriin.....	144
7.3.3. Merimetsojen pyydystämien kalojen määrä .....	144
7.3.4. Kalastajien kirjanpito.....	146
7.3.5. EU-tiedonkeruun näytteet.....	147
7.3.6. EU-tiedonkeruu: merimetsokolonioiden etäisyyden vaikutus vaurioituneiden kalojen määriin.....	149
7.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	149
7.4.1. Kameraseuranta rysillä.....	150
7.4.2. EU-TIKE-aineisto .....	153
7.4.3. Tutkimuksen tärkeimmät johtopäätökset .....	154
7.5. Työpaketin 4 viitteet.....	156
<b>8. Merimetsojen saalistusalueen mallintaminen GPS-seurannan avulla .....</b>	<b>159</b>
8.1. Johdanto .....	159
8.2. Tavoitteet.....	159
8.3. Aineisto ja menetelmät .....	160
8.3.1. Laitteisto .....	160
8.3.2. Merimetsojen pyynti, käsittely ja seurantalaitteiden jakautuminen rannikolle .....	160
8.3.3. Saalistusetäisyyksien mallintaminen.....	162
8.3.4. Ydinestimointi ja saalistuspaineen arviointi etäisyyksistä.....	163
8.3.5. Elinympäristön mallintaminen .....	164
8.4. Tulokset .....	165
8.4.1. GPS-seurattavien lintujen sukupuolijakauma .....	165
8.4.2. Saalistusetäisyydet.....	166
8.4.3. Nokkimisvahinkoja selittävä etäisyysmalli.....	172
8.4.4. Saalistushabitaatin mallinnus.....	173
8.4.5. Merimetsojen syysmuutto ja talvehtiminen .....	173
8.5. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	174
8.6. Työpaketin 5 viitteet.....	176

# 1. Johdanto

*Juhani Hopkins<sup>1</sup>, Mats Westerbom<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus

Sanna Marinin hallitusohjelman mukaisesti kotimaisen kalan tarjontaa ja osuutta kulutuksesta on lisättävä kestävästi. Myös Petteri Orpon hallitus on sitoutunut tavoitteeseen (Valtioneuvosto 2023). Tätä päämäärää tukee kotimaisen kalan edistämishjelma ja vesiviljelystrategia, joiden tavoite on kaksinkertaistaa kotimaisten luonnonkalojen elintarvikekäyttö vuoteen 2035 mennessä (Maa- ja metsätalousministeriö 2021).

Rannikkokalastuksella pyydytetään suuri osa Suomen elintarvikekäyttöön päätyvistä kaloista. Sitä pidetään tärkeänä elinkeinona rannikkoalueiden kehittämisen kannalta niin paikallisesti, kansallisesti kuin EU-tasolla (Waldo ym. 2020). Pienimuotoisen rannikkokalastuksen toimintaedellytykset ja elinvoimaisuus ovat kuitenkin viimeisten vuosikymmenien aikana heikentyneet. Rannikkokalastajien määrä on vähentynyt ja toimialaan liittyy moninaisia haasteita. Osasyitä pienimuotoisen rannikkokalastuksen heikkenemiseen on lukuisia. Muun muassa hylje-, harmaahaikara- ja merimetsopopulaatioiden kasvu Itämerellä koetaan haasteena, joka luo Suomen rannikkokalastukselle ja vesiviljelylle yhä kasvavan paineen (Kuva 1.1).

Kyselytutkimuksissa ja asiantuntijalausunnoissa on todettu, että kasvavat merimetsokannat aiheuttavat vahinkoa kaupalliselle kalastukselle monella tavalla. Niiden aiheuttamat taloudelliset vahingot liittyvät välillisesti saaliin vähenemiseen, minkä lisäksi merimetsot vahingoittavat välittömästi sekä saaliita että pyydyksiä. Lisäksi saalistaessaan ne muuttavat kalojen käyttäytymistä ja verottavat kalakantoja pesimäalueellaan (Ympäristövaliokunnan mietintö 2021). Taloudelliset vaikutukset ovat siten sekä suoria että epäsuoria. Vesiviljelylaitosten erityishaasteena ovat saalistavat harmaahaikarat, jotka saalistuksen lisäksi aiheuttavat kaloille ylimääräistä rasitusta. Ylimääräinen rasitus saattaa vaikuttaa kalojen kasvunopeuteen ja lisätä niiden kuolleisuutta.

Merimetso ja harmaahaikara kuuluvat EU lintudirektiivin 1. artiklassa mainittuihin luonnonvaraisiin lintuihin, ja niitä koskevat lintudirektiivin määräykset. Suomessa lintudirektiiviä toteutetaan luonnonsuojelulaisissa. Merimetso ja harmaahaikara ovat luonnonsuojelulailta rauhoitettuja lintuja, kuten valtaosa luonnonvaraisista lintulajeista, eikä niitä saa metsästä muuten kuin ELY-keskuksen antamalla poikkeusluvalla.

Rauhoitettujen lintujen aiheuttamien vahinkojen merkittävä lisääntyminen viimeisten vuosien aikana on kasvattanut tarpeen kehittää nykyistä kansallista tukijärjestelmää. Valtioneuvosto sai vuonna 2021 tehtäväkseen selvittää rauhoitettujen lintujen aiheuttamia taloudellisia vahinkoja kaupalliselle kalastukselle. Mikäli vahingot osoittautuvat merkittäviksi, on valtioneuvoston valmisteltava erillinen tukijärjestelmä niiden korvaamiseksi. Lisäksi on varmistettava, että avustuksia koskeva järjestelmä on yhteensopiva valtioneuvoston päätösten kanssa ja että eri elinkeinoja ja elinkeinonharjoittajia kohdellaan tasapuolisesti. Näistä syistä ympäristöministeriö otti 2022 tehtäväkseen selvittää merimetsan ja harmaahaikaran pyydyksiin jääneille kaloille aiheuttamia vahinkojen kokoluokkaa, merimetsojen ja harmaahaikaroiden kalanviljelylaitoksille aiheuttamien vahinkojen suuruutta, mahdollisuuksia ehkäistä vahinkoja ennalta sekä mahdollisuutta luoda omaisuusvahinkojen tukijärjestelmä, joka mielletään oikeudenmukaiseksi.

Luonnonvarakeskus suunnitteli tämän hankkeen yhteistyössä ympäristöministeriön, Turun yliopiston, AMK Novian ja Suomen ympäristökeskuksen kanssa. Tämän hankkeen keskeisenä tavoitteena on selvittää merimetsaista ja harmaahaikaroista aiheutuvien ongelmien laajuutta kalapyydyksillä ja kalanviljelylaitoksilla. Ongelmat voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Suorat vaikutukset ovat niitä, joissa lintu konkreettisesti käy pyydyksellä tai viljelyalalla (varastaa tai vaurioittaa kalan, vaurioittaa omaisuutta). Epäsuorat vaikutukset taas ovat sellaisia, joissa vaikutus ei tapahdu linnun ja ihmisen omaisuuden kohtaamisena (esim. muutokset kalastossa tai kalojen käyttäytymisessä).

Tämä selvitys keskittyy arvioimaan merimetsan aiheuttamia suoria vahinkoja kaupalliselle kalastukselle sekä kalanviljelylaitoksille. Kalanviljelylaitoksilla tarkastellaan myös harmaahaikaran vaikutuksia. Koska epäsuorat vaikutukset jätetään tarkastelun ulkopuolelle, tämän hankkeen aineistojen pohjalta ei voida arvioida merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamia taloudellisia kokonaisvaikutuksia ammattikalastukselle tai vesiviljelylle.



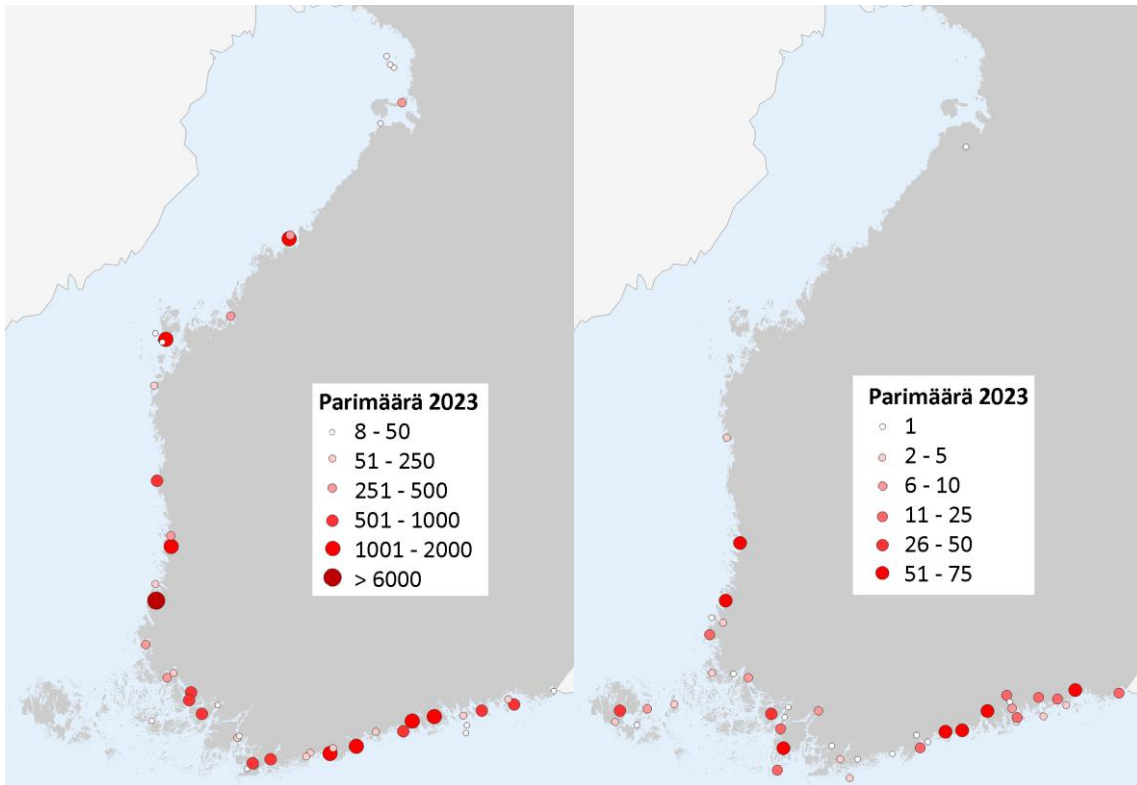
**Kuva 1.1.** Merimetsoja pesimässä. Kuva: Mats Westerbom

## **1.1. Merimetsopopulaation kannankehitys Suomessa ja lajin aiheuttamat haasteet kalataloudelle**

Merimetso (*Phalacrocorax carbo*) on levittäytynyt ja runsastunut voimakkaasti viimeisten 25 vuoden aikana. Vuonna 1996 merimetso palasi yli sadan vuoden tauon jälkeen Suomen pesimälinnustoon, minkä jälkeen merimetsan pesimäkanta kasvoi 20 vuodessa muutamasta parista aina 25 000 pariin vuonna 2016. Vuodesta 2016 populaation koko vakiintui noin 25 000 pariin. Vuonna 2023 Suomen merimetsokanta palasi jälleen kasvu-uralle neljän taantumavuoden jälkeen. Viimeisessä kannanlaskussa 2023 Suomen merialueilla pesi noin 28 000 merimetsoparia (Suomen ympäristökeskus 2023).

Merimetsoyhdyskuntia löytyi 51 kappaletta 68 luodolla vuonna 2023 (Kuva 1.2), ja ne kattivat koko Suomen rannikon (Suomen ympäristökeskus 2023). Merimetso pesii nykyään vakiintuisesti kaikilla Suomen merialueilla. Tiheimmät esiintymät sijaitsevat eteläisillä ja läntisillä merialueilla Suomenlahdella, Saaristomerellä, Selkämerellä ja Merenkurkussa. Merimetsojen määrä on Suomen merialueilla kuitenkin merkittävästi suurempi kuin pesivien parien määrä.

Kun huomioidaan vuoden poikastuotanto ja ei-pesivien lintujen määrä, on Suomen merialueilla loppukesällä ennen syysmuuttoa arviolta noin 120 000 merimetsöyksilöä (Merimetsöryhmä 2016).



**Kuva 1.2.** Merimetsökolonioiden (vasen) ja harmaahaikarakolonioiden (oikea) sijainnit ja parimäärät Suomen rannikolla vuonna 2023. Vain harmaahaikaroiden rannikkopesinnät (< 20 km rannikosta) on esitetty kartassa. Data: Suomen ympäristökeskus ja BirdLife Suomi.

Samalla kun yksilömäärät ovat runsastuneet ovat myös merimetsöyhdyskuntien sijainnit saaristossa siirtyneet (Kuva 1.3). 2000-luvun alussa merimetsöyhdyskunnat sijaitsivat pääosin saariston uloimmissa osissa. 2000-luvun aikana merimetsöyhdyskunnat ovat siirtyneet merkittävästi lähemmäs rannikkoa (Ympäristöministeriö 2019) aiheuttaen kasvavaa ristiriitaa rannikkoläheisen kalastuksen kanssa.

Koska merimetsö on muuttolintu, sen vaikutukset jakautuvat epätasaisesti ympäri vuotta (Kuva 1.4). Esimerkiksi muuton yhteydessä joillekin alueille voi tulla huomattavan suurin määrä merimetsöjä, vaikka loput vuodesta siellä olisi rauhallisempaa. Kannan kasvua ja kolonioiden kokoa rajoittaa lähinnä tarjolla olevan ravinnon määrä (Salmi ym. 2023).



**Kuva 1.3.** Merimetsokoloniat ovat pääosin siirtyneet ulkosaaristosta väli- ja sisäsaaristoon. Kuvassa Tammisaaren edustalla oleva noin 750 merimetsoparin kolonia Kalvön saarella. Kuva: Sanna Kuningas.

Merimetso käyttää ravinnokseen melkein yksinomaan kalaa. Aikuisen merimetsan päiväkohmainen ravinnontarve on noin 400–550 gramma kalaa, riippuen vuodenajasta (Grémillet ym. 1995, Ridgway 2010). Huolimatta kyvystään saalistaa monen kokoista kalaa, merimetso saalistaa pääosin pieniä ja keskikokoisia (10–25 cm) kaloja (Salmi 2011, Troynikov ym. 2013). Koska merimetso on opportunistinen saalistaja, se ei juuri valikoi saalistaan vaan hyödyntää niitä kaloja, jotka esiintyvät tietyllä paikalla tiettyyn aikaan (Boström ym. 2012). Ravinnon koostumus vaihtelee siten kalayhteisön koostumuksen mukaan ja heijastaa saaliskalojen paikallista esiintyvyyttä (Lehikoinen ym. 2011).

Kaupallisesti arvokkaiden kalojen joukossa erityisesti ahven on osoittautunut olevan Suomen rannikolla merimetsolle yleinen saalis (Salmi 2011), ja merimetsojen on arvioitu pienentävän ahvenkantaa pesimäympäristön läheisyydessä (Veneranta ym. 2020). Merimetso suosii ravinnokseen 9–25 cm ahventa (keskikoko 15 cm) (Salmi ym. 2015). Niiden syömien kalojen määrä on verrannollinen muiden vesilintujen, kuten isokoskelon ja silkkiuikun, saalismääriin ja matalampi kuin petokaloilla (Salmi ym. 2023). Merimetsan on arvioitu aiheuttavan ammattikalastukselle tulonmenetyksiä myös kilpailemalla kuha- ja siikasaaliista (Mustamäki ym. 2014, Salmi ym. 2015).

Merimetsan kalastovaikutuksia on tutkittu maailmanlaajuisesti hyvin runsaasti (Ovegård ym. 2021), ja tutkimusta on tehty myös Itämeressä (esim. Arlinghaus ym. 2021). Tutkimustulokset merimetsojen vaikutuksista kalakantoihin ovat olleet vaihtelevia ja ristiriitaisia, mikä kuvastaa vaikutusten määrittämisen haastetta ja monisyisyyttä. Kalastovaikutus vaihtelee suuresti eri alueiden välillä: vaikutus on merkittävä joillakin alueilla (Vetemaa ym. 2010, Veneranta ym. 2020) ja olematon toisilla (esim. Engström 2001, Östman ym. 2012).

Merimetsojen syönnösalueiden laajuus vaihtelee suuresti. Niiden ravinnonhakumatkat pesimäluodolta voivat olla pitkiä, jopa yli 30 km (Potier ym. 2015), mikä vaikeuttaa

paikkakohtaisen saalistuspaineen arviointia. Generalistina merimetso voi elää erilaisissa ympäristöissä, joissa se optimoi ravinnon käyttöä, ja vaihtaa ympäristöä vallitsevien olosuhteiden ja tarjolla olevien saaliskalojen mukaan.

Suurimmat ongelmat merimetsojen kalastusvaikutusten arvioinnissa liittyvät epävarmuuksiin kalakantojen populaatiokoon määrittämisessä, kalojen alueellisessa jakautumisessa, kalojen luontaisessa kasvussa ja kuolevuudessa sekä ihmistoiminnan vaikutuksissa mitattaviin muutuksiin. Siten ei ole olemassa yhtä tekijää, joka vaikuttaisi kalakannan kokoon eikä myöskään merimetson saalistuspaineen suuruuteen. Pikimminkin, kalakantaa säätelevät monet tekijät, joista merimetso on yksi. Merimetson aiheuttamat välilliset taloudelliset haitat pitää siten arvioida tapauskohtaisesti huomioiden suuri määrä epävarmoja taustatekijöitä (esim. Östman ym. 2012).

Vaikka merimetson vaikutuksia kalastukseen on tutkittu laajasti, melkein kaikki tutkimus on keskittynyt tarkastelemaan merimetsojen vaikutusta kalakantoihin ja siten epäsuoria vaikutuksia kaupalliseen kalastukseen. Suoria vaikutuksia, kuten kalojen viemistä pyydyksistä ja pyydysten vaurioittamista, on tutkittu huomattavasti vähemmän. Kaikki tätä raporttia varten löydetty suoria vaikutuksia käsittelevät tutkimukset voidaan jakaa tulosten perustella yhteen kolmesta ryhmästä: 1) merimetsot vievät kalaa avorysistä (esim. Bildsøe ym. 1998), 2) kalastajat raportoivat merimetsojen vievän kalaa pyydyksistä ja vaurioittavan niitä (esim. Salmi ym. 2010, Salmi ym. 2023) ja 3) merimetsoja hukkuu pyydyksiin (esim. Follestad & Runde 1995, Bregnballe & Frederiksen 2006).

Kalastajien raportoimia kalanmenetyksiä ja pyydystuhoja ei ole tutkittu systemaattisesti ja kvantitatiivisesti, vaan ne perustuvat haastatteluihin. Ei siis ole olemassa määrällistä tietoa siitä, missä määrin merimetsot todellisuudessa vievät kalaa. Merimetsoja kuitenkin hukkuu pyydyksiin (esim. Follestad & Runde 1995, Engström 1998), eli on näyttöä siitä, että linnut pyrkivät hakemaan saalista pyydyksistä. Suomessa pyydyksiin arvioidaan hukkuvan noin 750 merimetsoa vuodessa (Olin ym. 2021). Vertailun vuoksi isokoskeloita jää pyydyksiin hieman useammin. Ei kuitenkaan ole tiedossa kuinka paljon kalaa merimetsot vievät, koska viedyistä kaloista ei jää todistusaineistoa. Lisäongelma suorien vaikutusten arvioinnissa muodostuu hylkeistä, jotka vievät kalaa pyydyksistä ja tuhoavat niitä. Kalastajan voi erityisesti verkkokalastuksessa olla hyvinkin vaikea arvioida onko pyydyksessä olevan reiän aiheuttanut hylje, merimetso vai muu eläin.

Merimetson merkitystä ruokakalantuotantoon on tutkittu vähän. Kun tutkittiin viittä karppi-lammikkoa, alle yhdestä prosentista aina 47 %:iin kaloista oli merimetson vaurioittamia (Kortan ym. 2008). Merimetsot aiheuttivat yli 50 % kuolleisuutta sekakalaparvessa patoaltaissa, kun kalatiheydet olivat korkeat ja vaihtoehtoista saalista ei ollut saatavilla (Barlow & Bock 1984). Merimetson on osoitettu voivan aiheuttaa merkittävää haittaa myös pilkkupiikkimonnin-lammikossa, jossa yhden merimetson päiväannokseksi arvioitiin noin 500–600 grammaa kalaa (Glahn & Dorr 2002). Ruokakalan kasvatus ei ole kuitenkaan ainoa vesiviljelyn muoto, joka voi kärsiä lintujen aiheuttamasta saalistuksesta. Tanskassa lohen ja taimenen istukastuotannosta pahimmillaan 88 % on havaittu päätyvän merimetson ravinnoksi, vaihteluvälin ollessa 23–88 % ja keskiarvon 47 % (Jepsen ym. 2019, Euroopan parlamentti 2022).

Merimetsojen aiheuttamien haittojen torjuntaa on kehitetty ja tutkittu (esim. Salmi ym. 2023). Tässä raportissa kuitenkin keskitytään enemmän vahinkojen laajuuden kartoittamiseen kuin kartoittamaan tapoja vähentää vahinkoja.

Itämeren rannikkoalueilla eniten kalaa syövät linnut ovat merimetsot ja koskelot. Koko Itämeren laajuisesti merimetsot kuluttavat kalaa noin kaksi kertaa koskeloita enemmän, mutta alueiden välillä on suuria eroja lintulajien tiheyksien vaihtelun takia (Hansson ym. 2018). Merimetsojen vaikutus etenkin ahventiheyksiin on arvioitu huomattavaksi: monilla Itämeren alueilla merimetsot saalistavat määrällisesti enemmän ahvenia kuin kalastajat ja hylkeet (Hansson ym. 2018).

Vaikka merimetson saalistusbiologia on yksi eniten tutkittuja lintutieteen aiheita Suomessa ja Itämeressä, täyttää tieteellistä yhteisymmärrystä merimetson vaikutuksista kalakantoihin ei ole olemassa (Ovegård ym. 2021). Tämä johtuu osittain siitä, että kausaalisuuden osoittaminen meriympäristössä on hyvin haastava tehtävä ja sen toteaminen edellyttäisi muuta lähestymistapaa kuin havainnoivaa tutkimusta tai haastatteluihin perustuvaa tutkimusta.

Ihmisillä on yleinen taipumus hakea yhteyksiä sellaisten asioiden ja tapahtumien välille, joiden välillä todellisuudessa ei ole syy-seuraussuhdetta. Samanaikaisten tapahtumien sattuessakin ei kuitenkaan tule tehdä päätelmiä ilmiöiden syysuhteesta. Yhteisvaihtelu ei siis merkitse kausaalisuutta. Tämä ongelma koskee myös merimetsojen ja niiden saaliskalojen välisiä vuorovaiikutussuhteita ja näiden yhteisvaikutuksia kaupalliselle kalastukselle (esim. Marzano ym. 2013). Toisaalta tilastollisesti selkeän näytön puuttuminen voi johtaa myös oletukseen siitä, että merkittävää merimetsa-ongelmaa ei esiinny. Tällainen tulkinta asettaa kuitenkin kohtuuttoman todistustaakan esimerkiksi kalastajien harteille ja on siksi tunnustettava, että todisteiden puuttuminen vahingosta ei tarkoita, etteikö vahinkoa tapahdu (esim. Marzano ym. 2013).

Ilmeisestä konfliktista huolimatta, lopullinen näyttö tai tieto siitä, miten merimetsa vaikuttaa yleisesti ja paikallisesti kalakannan kokoon puuttuu yhä. Tämä tiedonpuute vaikeuttaa sellaisen taloudellisen mittarin asettamista, jolla merimetson saalistuksesta johtuva taloudellinen menetys kalastajille voidaan arvioida. Taloudellisten menetysten arvioiminen olisi perusedellytys oikeudenmukaisen tukijärjestelmän pohjaksi.



**Kuva 1.4.** Merimetsoja pesässä. Pesintäaikaan, paikallinen kalastuspaine voi olla suuri alueilla missä merimetsoja on paljon (ks. Luku 8). Iso Järviluoto, Rauma. Kuva: Mats Westerborn.

## 1.2. Harmaahaikarakannan kehitys Suomessa ja lajin aiheuttamat haasteet vesiviljelylle



**Kuva 1.5.** Harmaahaikara. Kuva: Juhani Hopkins

Harmaahaikara (*Ardea cinerea*, Kuva 1.5) on Suomessa vähälukuinen, mutta yleistynyt laji. Laji on pesinyt Suomessa noin sata vuotta, ja kanta on kasvanut nopeasti viime vuosina (Lehikoinen & Väisänen 2023). Vuonna 2011 pareja arvioitiin olevan 700–1 000, kun 1990-luvulla niitä oli joitain satoja (Valkama ym. 2011). Kannan arvioidaan nykyään olevan noin 1 000–1 500 pesivää paria (Lehikoinen ym. 2019). Lajin seurantajakson aikana kannan vuosittainen kasvu on ollut keskimäärin noin 13 prosenttia (Lehikoinen & Väisänen 2023). Kasvun arvellaan johtuvan yhä leudommista talvista ja vesistöjen rehevöitymisestä, jotka vahvistavat särkikalakantoja (Lehikoinen & Väisänen 2023).

Pääosa populaatiosta elää eteläisillä rannikkoseuduilla (Kuva 1.2), mutta pesiä on myös sisämaassa ja maan pohjoisosissa, jossa populaation koko kasvaa nopeammin kuin Etelä-Suomessa (Lehikoinen & Väisänen 2023). Pesintä tapahtuu yksittäin tai jopa satojen parien kolonioissa (Feunteun & Marion 1994, Valkama ym. 2011). Vuonna 2019 Suomen suurimmissa kolonioissa oli alle sata paria. Harmaahaikaran saalistusalueet ovat matalilla lahdilla, soilla ja rannoilla jopa 20 km päässä pesäpaikasta (Jakubas, 2005, Jakubas & Mioduszewska 2005).

Harmaahaikaran ruokavaliosta noin 70–90 % on kalaa (Feunteun & Marion, 1994, Marquiss & Leitch 2008). Kalojen lisäksi harmaahaikarat syövät muita pieniä eläimiä, kuten sammakoita, linnunpoikasia ja pikkujyrssiöitä (Jakubas & Mioduszewska 2005). Kalaravinnossa painottuvat noin 10–25 cm pituiset yksilöt (Gwiazda & Amirowicz 2006), mutta ravinnoksi kelpaavat jopa

50–60 cm pituiset kalat (Feunteun & Marion 1994). Vaikka harmaahaikarat syövät melkein kaikkia ruoaksi kelpaavia kaloja, helpot saaliit ovat yliedustettuina (Feunteun & Marion 1994). Esimerkiksi Ranskassa harmaahaikarat syövät kalastajien rannalle heittämiä monneja (Feunteun & Marion 1994), ja Skotlannissa etenkin nuoret harmaahaikarat ruokailevat kalanviljelylaitoksen tunkiolla (Carss 1993). Kanadassa haikaranpoikasten ravinnosta jopa yli 8 % koostui hetkellisesti lohismolteista (Sherker ym. 2021). Aikuinen harmaahaikara syö lähteestä riippuen noin 20–22 kg pesimäkauden aikana ja poikanen noin 15 kg (Feunteun & Marion 1994) tai 300–500 g päivässä (Lekuona 2002). Täten voidaan arvioida, että Suomen harmaahaikarakanta syö vähintään 100 tonnia kalaa pesintäkauden aikana (100 kg / pari, jolla neljä poikasta \* 1 000 paria). Koska harmaahaikara on muuttolintu, saalistuspaine Suomessa keskittyy maaliskuusta toukokuusta elokuuhun. Muuttoaikoina saalistuspaine saattaa keskittyä pienemmille alueille muuttoreittien varrella.

Maissa, joissa harmaahaikarakanta on voimakas, kalanviljelijät pitävät harmaahaikaraa merkittävänä haittana kalanviljelylle (esim. Lekuona 2002). Harmaahaikarat ovat oppineet saalistamaan kalanviljelylaitosten verkkojen päältä (Carss 1993), ja niiden on arvioitu vievän jopa 12,7 % yksittäisen viljelylaitoksen kaloista (Lekuona 2002). Kirjolohilaitoksilla USA:ssa saalistuksen koon vaihtelu oli mahansisältöaineiston perusteella varsin laaja (12–38 cm), ja hävikki vaihteli 9–39 % välillä (Glahn ym. 1999). Arvioitu määrä kuitenkin vaihtelee eri tutkimuksissa, esimerkiksi Suter (1991) arvioi saalistuksen kooksi 0,4–8 %. Belgialaisessa tutkimuksessa harmaahaikarat aiheuttivat 17–66 % yksittäisen viljelylammen tappioista ja loput tappioista johtuivat mm. taudeista, kilpailusta tai muista pedoista (Draulans 1988).

Tutkimuskirjallisuudessa on myös painotettu sitä, kuinka vaikeaa on laskea harmaahaikaroiden taloudellisia vaikutuksia, sillä haikaran syömät kalat eivät välttämättä ole taloudellisesti arvokkaita, ja harmaahaikaroiden osuutta kalojen kuolleisuudesta on vaikea arvioida. On havaittu, että harmaahaikarat saalistivat viljelylaitoksilta pääosin heikkokuntoisia alle 300 g painoisia kaloja (Lekuona 2002). Loisitut tai muuten heikkokuntoiset kalat uivat hitaasti ja lähellä pintaa, jolloin ne ovat helppoja saaliita haikaralle. Toisaalta kasvatetun kalan valintajalostuksella pyritään muiden edullisten ominaisuuksia ohella edistämään kalan nopeaa kasvua. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu nopean kasvun olevan yhteydessä 'riski'käyttäytymiseen, jolloin kasvatettu kala on mahdollisesti pelottomana korostuneen altis saalistukselle (Biro ym. 2004). Kasvuhormonia kokeellisesti saaneet kirjolohet ruokailivat simuloitujen harmaahaikarahyökkäysten jälkeen lähempänä pintaa, nopeammin ja ahnaammin, mikä altistaa niitä ilmasta tapahtuvalle saalistukselle (Jönsson ym. 1996).

Suomessa harmaahaikaroista tiedetään olleen haittaa kalanviljelylle. Luonnonvarakeskuksen tutkimuksissa on havaittu harmaahaikaroiden kalastavan viljelyallasta peittävän suojaverkon päältä. Harmaahaikaroiden havaittiin esiintyvän laitoksella pääasiassa aamulla ja illalla sekä pimeällä, mutta vähemmän päiväsaikaan (Hauhia ym. 2023). Kalankasvattajien mukaan lajista on tullut riesa, ja harmaahaikaroiden ja merimetsojen takia on pitänyt investoida enemmän lintuverkkoihin. Alueellisia ja ajallisia eroja on paljon. Muurin (2018) tutkimuksessa Loviisassa ja Pyhtäällä kalanviljelylaitoksilla tehtiin vain satunnaisia harmaahaikarahavaintoja, mutta Virolahdella viljelylaitoksilla niitä oli pahimmillaan 500 päivässä. Virolahdella havaintoja oli huhti-kesäkuussa alle 35 päivässä, mutta syyskuun lopussa 460–500. Virolahden laitos raportoi lintujen (merimetso ja harmaahaikara yhdessä) jättäneen altisiin 2 510 kuollutta kalaa ja vahingoittaneen 3 317 kalaa. Lintujen viemät kalat eivät ole mukana luvuissa.

Harmaahaikaroiden suoria kalastusvaikutuksia, eli sellaisia, joissa harmaahaikara veisi kalan suoraan verkosta tai tuhoaisi kalastusvälineitä, ei löytynyt tutkimuskirjallisuudesta. Yksi syy voi olla, että harmaahaikarat eivät voi kalastaa yli puolen metrin syvyydestä, ja pyydykset ovat yleensä syvemmässä vedessä.

Epäsuoria vaikutuksia on tutkittu, mutta kokonaisvaltaista kuvaa ei juuri ole. Kokonaisvaikutusten arvioidaan yleisesti ottaen olevan pienehköt, mutta mielikuvissa ne ovat suuret (esim. Draulans 1988, Harris ym. 2008). Arviot siitä, kuinka suuren osuuden alueen kaloista harmaahaikarat syövät, liikkuvat 0,3–8 % välillä (Draulans 1988, Marion ym. 2000). Paikoitellen haikaran vaikutus voi kuitenkin olla hyvinkin suuri. Euroopan suurimman harmaahaikarayhdyskunnan saalistusalueella harmaahaikarat syövät arviolta 6 % kalojen kokonaismäärästä, mutta jopa 20 % joidenkin lajien kannoista (Feunteun & Marion 1994). Kyseinen yhdyskunta on jokseenkin samankokoinen kuin koko Suomen populaatio, ja sen arvioidaan olevan alueensa kantokyvyn rajoilla.

Harmaahaikaroiden vaikutus kalastukseen voi myös olla positiivinen: linnut, harmaahaikarat mukaan lukien, monesti saalistavat eri lajeja kuin ihmiset ja voivat siten jopa parantaa arvokalojen elinoloja vähentämällä resurssikilpailua (Suter 1991). Samoin kuin merimetson kohdalla, varmaa tietoa harmaahaikaran vaikutuksista kalakantoihin ei juuri ole, joten taloudellisten mittareiden asettaminen mahdollisten haittakorvausten pohjaksi on hyvin haastavaa.

Tällä hetkellä Suomen harmaahaikarakanta on pieni, ja siten sen kokonaisvaikutus kalastalouteen on kokonaisuutena vähäinen. Harmaahaikaroiden vuotuinen kalasaalis ylittää noin tuhannesosaan ihmisten saaliista (Luonnonvarakeskus 2021). Alueellisesti vaikutus voi kuitenkin olla suuri: yksittäinen viljelylaitos saattaa kohdata suuren saalistuspaineen (Muuri 2018). Harmaahaikarakanta vaikuttaa kasvavan, joten mahdollisten haittojen määrä ja laajuus voi hyvinkin nousta tulevina vuosina. Esimerkkinä voi käyttää merimetson huomattavan nopeaa lisääntymistä Suomessa ja siitä syntynyttä keskustelua. Oikeudenmukaisen tukijärjestelmän rakentaminen tulee vaatimaan tasapuolista tietoa vahingoista sekä tulevaisuuteen suuntaavaa ajattelua, jossa huomioidaan mahdollinen harmaahaikarakannan kasvu ja levittäytyminen pohjoisemmaksi ja sisämaahan.

### **1.3. Projektin tavoitteet ja toteutus**

Merimetso on yksi Suomen kiistanalaisimmista eläimistä, jonka populaatiokokoon ja populaation hallintaan kytkeytyy monia yhteiskunnallisia arvoja ja käsityksiä. Merimetso ja harmaahaikara aiheuttavat suoria vahinkoja ja taloudellisia menetyksiä, joiden arvioiminen on helpompaa kuin epäsuorien vaikutusten. Tämä hanke keskittyi selvittämään näitä suoria vaikutuksia. Hankkeen tärkeimpiä tavoitteita oli selvittää:

- 1) merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamia vahinkoja kalanviljelylaitosten ja pyydysten rakenteisiin
- 2) vahingoittuneiden kalojen lukumäärää pyydyksissä ja kalanviljelylaitoksilla sekä näiden suhdetta merimetso- ja harmaahaikaramäärään ja pesien sijaintiin
- 3) merimetsojen ja harmaahaikaroiden pyydyksistä ja kalanviljelylaitoksilta poistamien kalojen määrää

4) merimetsojen ravintohakumatkojen alueellinen ulottuvuus ja merimetsojen tilankäyttö. Ravinnonhakumatkojen maantieteellisen ulottuvuuden kartoitus ja mallintaminen auttavat ymmärtämään, miten merimetsa hyödyntää tilaa ja tarjoaa tärkeää taustatietoa tulevaisuuden tukijärjestelmän rakentamisessa. Samalla tavalla kuin maakotkalle on perustettu reviiiperusteinen korvausjärjestelmä – joka on koettu toimivaksi ja oikeudenmukaiseksi – merimetson kohdalla pesintään ja tilankäyttöön perustuva laskennallinen tuki olisi mahdollista suunnitella sillä edellytyksellä, että osataan ennustaa ravinnonhakumatkojen maantieteellistä ulottuvuutta.

On huomioitava, että tämän hankkeen aineistojen pohjalta ei voida arvioida merimetsojen aiheuttamia taloudellisia kokonaisvaikutuksia ammattikalastukselle eikä tuloksista siten voida tehdä johtopäätöksiä siitä, miten merimetsojen aiheuttamat ongelmat tulisi ratkaista. Tässä hankkeessa ei selvitetä, miten paljon merimetsa käyttää luonnonvaraista kalaa ravintonaan, eikä selvitys koske kalastusvahinkojen ehkäisytoimien tehoa. Tämän hankkeen tavoite oli kerätä taustatietoa mahdollisen tukijärjestelmän tueksi siltä osin, kuin taustatieto koskee suoria mitattavia vaikutuksia pyydyksiin tai kalanviljelylaitoksiin. Vahingon merkittävyyden määrittelyyn ei sen sijaan otettu kantaa tässä hankkeessa.

## 1.4. Hankkeen ohjaus

Ympäristöministeriö asetti hankkeelle ohjausryhmän, jonka tehtävänä oli edesauttaa hankkeen onnistumista, seurata hankkeen edistymistä, seurata hankebudjetin toteutumista sekä hyväksyä projektin mahdollisia muutoksia. Ohjausryhmä kokoontui neljä kertaa.

Ohjausryhmään pyydettiin edustajia keskeisistä sidosryhmistä, kuten ympäristöministeriöstä, maa- ja metsätalousministeriöstä, ELY-keskuksista sekä kalastajien ja vesiviljelijöiden edunvalvontajärjestöistä. Johtoryhmään kuuluivat: ympäristöministeriö: Hanne Lohilahti (hankkeen valvoja ja Ohryn puheenjohtaja 04/2022 – 05/2023) ja Laura Mononen (hankkeen valvoja ja Ohryn puheenjohtaja 08/2023 - 12/2023), maa- ja metsätalousministeriö: Orian Bondestam, Saana Tarhanen (varajäsen), Luonnonvarakeskus: Meri Kallasvuo, Markus Melin (varajäsen), Turun yliopisto: Veijo Jormalainen, Toni Laaksonen (varajäsen), Suomen Ammattikalastajaliitto ry: Kim Jordas, Jarno Aaltonen (varajäsen), Suomen kalankasvattajaliitto ry: Irja Skytén-Suominen, Mari Virtanen (varajäsen), Suomen ympäristökeskus: Pekka Rusanen, Aili Jukarainen (varajäsen), Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus: Robin Ramstedt, Jaana Höglund (varajäsen), Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus: Juhani Salmi, Salli Uljas/Maria Westerman (varajäsen), Itä-Suomen yliopisto: Lasse Peltonen, Outi Ratamäki (varajäsen), BirdLife Suomi ry: Teemu Lehtiniemi, Tero Toivanen (varajäsen). Mats Westerbom (Luke) toimi ohjausryhmän sihteerinä.

## 1.5. Hankkeen aikataulu ja rahoitus

Ympäristöministeriö myönsi 6.4.2022 Luonnonvarakeskukselle 1 M€ tuen käytettäväksi tutkimukseen ajanjaksolle 6.4.2022–31.12.2023. Luonnonvarakeskus osallistui hankkeeseen 0,25 M€ euron omarahoitusosuudella (20 %). Turun yliopisto ja Novian ammattikorkeakoulu osallistuivat hankkeeseen ostopalvelun muodossa ympäristöministeriön hyväksynnällä. Yhteistyökäytäntökalastajille ja vesiviljely-yrittäjille maksettiin hankkeeseen osallistumisesta nimellinen korvaus. Euroopan meri-, kalatalous- ja vesiviljelyrahasto (EMKVR) rahoitti tämän raportin loppuunsaattamista.

## 1.6. Raportin rakenne

Tämän loppuraportin rakenne noudattaa hankkeen rakennetta. Hanke koostui seitsemästä itsenäisestä, mutta toisiaan tukevasta työpaketista. Kukin työpaketti esitetään tässä raportissa omassa luvussaan. Työpaketilla 1 (sidosryhmätyö) ja työpaketilla 6 (viestintä) oli yhteinen päämäärä, ja näiden lopputulos on tässä raportissa yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi. Työpaketti 7 oli puhtaasti hallinnollinen, eikä sitä raportoida erikseen. Luvussa 2 esitetään tiiviisti hankkeen lopputuloksia ja luvuissa 4–8 kunkin työpaketin/osaprojektin taustat ja tulokset esitetään laajemmin. Hankkeen lopputuloksia tullaan julkaisemaan erikseen tieteellisinä artikkeleina, mutta niiden kirjoittaminen ei ollut tämän hankkeen rahoituksen alainen työtehtävä.

1. Osallistava sidosryhmäyhteistyö työpakettien sujuvoittamiseksi ja viestinnän tehostamiseksi. Vastuututkijat: Kristina Svelds (Luke), Mats Westerbom (Luke).
2. Merimetson ja harmaahaikaran aiheuttamat tappiot kalanviljelylaitoksilla. Vastuututkijat: Markus Kankainen (Luke), Veijo Jormalainen (TY), Toni Laaksonen (TY).
3. Merimetson kalaverkoista poistamien kalojen määrän selvittäminen. Vastuututkijat: Mats Westerbom (Luke), Veijo Jormalainen (TY).
4. Merimetson aiheuttamat kalavauriot pyydyksissä. Vastuututkijat: Mikko Olin (Luke), Veijo Jormalainen (TY).
5. Merimetsojen syönnösalueiden mallintaminen GPS-seurantaa hyödyntäen. Vastuututkijat: Andreas Lindén (Luke), Patrik Byholm (Novia AMK).
6. Viestintä. Vastuuhenkilöt: Noora Moilanen (Luke), Mats Westerbom (Luke).
7. Merimetsohankkeen koordinointi ja taloushallinto. Vastuuhenkilö: Mats Westerbom (Luke), Katja Halme (Luke).

## 1.7. Johdannon viitteet

- Arlinghaus, R., Lucas, J., Weltersbach, M.S., Kömle, D., Winkler, H.M., Riepe, C., Kühn, C. & Strehlow, H.V. 2021. Niche overlap among anglers, fishers and cormorants and their removals of fish biomass: a case from brackish lagoon ecosystems in the southern Baltic Sea. *Fisheries Research* 238: 105894.
- Barlow, C.G. & Bock, K. 1984. Predation of fish in farm dams by cormorants, *Phalacrocorax* spp. *Wildlife Research* 11(3): 559–566.
- Bildsøe, M., Jensen, I.B. & Vestergaard, K.S. 1998. Foraging behaviour of cormorants *Phalacrocorax carbo* in pound nets in Denmark: The use of barrel nets to reduce predation. *Wildlife Biology* 4: 129–136.
- Biro, P.A., Abrahams, M.V., Post, J.R. & Parkinson, E.A. 2004. Predators select against high growth rates and risk-taking behaviour in domestic trout populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 271.1554: 2233–2237.
- Boström, M.K., Östman, Ö., Bergenius, M.A.J. & Lunneryd, S.-G. 2012. Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 69(2): 175–183. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss002>
- Bregnballe, T. & Frederiksen, M. 2006. Net-entrapment of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in relation to individual age and population size. *Wildlife Biology* 12(2): 143–150. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[143:NOGCPC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[143:NOGCPC]2.0.CO;2)
- Carss, D.N. 1993. Grey heron, *Ardea cinerea* L., predation at cage fish farms in Argyll, western Scotland. *Aquaculture Research* 24: 29–45. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1993.tb00826.x>
- Draulans, D. 1988. Effects of fish-eating birds on freshwater fish stocks: An evaluation. *Biological Conservation* 44(4): 251–263. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(88\)90019-5](https://doi.org/10.1016/0006-3207(88)90019-5)
- Engström, H. 1998. Conflicts between cormorants (*Phalacrocorax carbo* L.) and fishery in Sweden. *Nordic Journal of Freshwater Research* 74: 148–155.
- Euroopan parlamentti 2022. Public hearing on Cormorant problematic affecting EU fisheries and aquaculture. <https://www.europarl.europa.eu/committees/en/public-hearing-on-cormorant-problematic-/product-details/20220503CHE10123>. (Viitattu 16.1.2024).
- Feunteun, E. & Marion, L. 1994. Assessment of grey heron predation on fish communities: The case of the largest European colony. *Hydrobiologia* 279/280: 327–344.
- Follestad, A. & Runde, O.J. 1995. Sjøfugl og fiskeredskaper: Gjenfunn av ringmerkede fugler. NINA Oppdragsmeldning 350: 1–26.
- Glahn, J.F. & Dorr, B.S. 2002. Captive Double-crested Cormorant *Phalacrocorax auritus* Predation on Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Fingerlings and Its Influence on Single-batch Cropping Production. *Journal of the World Aquaculture Society* 33: 85–93. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00482.x>
- Glahn, J.F., Tomsa, T. & Preusser K.J. 1999. Impact of great blue heron predation at trout-rearing facilities in the northeastern United States. *North American Journal of Aquaculture* 61.4: 349–354.

- Grémillet, D., Schmid, D. & Culik, B. 1995. Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. Marine Ecology-Progress Series 121: 1–9.
- Gwiazda, R. & Amirowicz, A. 2006. Selective foraging of grey heron (*Ardea cinerea*) in relation to density and composition of the littoral fish community in a submontane dam reservoir. Waterbirds 29(2): 226–232. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2006\)29\[226:-SFOGHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2006)29[226:-SFOGHA]2.0.CO;2)
- Hansson, S., Bergstrom, U., Bonsdorff, E., Harkonen, T., Jepsen, N., Kautsky, L., Lundstrom, K., Lunneryd, S.G., Ovegard, M., Salmi, J., Sendek, D. & Vetemaa, M. 2018. Competition for the fish – fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. ICES Journal of Marine Science 75(3): 999–1008
- Harris, C.M., Calladine, J.R., Wernham, C.V. & Park, K.J. 2008. Impacts of piscivorous birds on salmonid populations and game fisheries in Scotland: A review. Wildlife Biology 14(4): 395–411. <https://doi.org/10.2981/0909-6396-14.4.395>
- Hauhia, V., Niukko, J. & Kankainen, M. 2023. Riistakamerasuranta kalankasvatustiluksilla Saaristomerellä: Merimetson (*Phalacrocorax carbo*) ja harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) seurantatarkoitukseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s.
- Jakubas, D. 2005. Factors affecting the breeding success of the grey heron (*Ardea cinerea*) in northern Poland. Journal of Ornithology 146(1): 27–33. <https://doi.org/10.1007/s10336-004-0051-8>
- Jakubas, D. & Mioduszewska, A. 2005. Diet composition and food consumption of the grey heron (*Ardea cinerea*) from breeding colonies in northern Poland. European Journal of Wildlife Research 51(3): 191–198. <https://doi.org/10.1007/s10344-005-0096-x>
- Jepsen, N., Flávio, H. & Koed, A. 2019. The impact of cormorant predation on Atlantic salmon and sea trout smolt survival. Fisheries Management and Ecology 26(2): 183–186.
- Jönsson, E., Johnsson, J.I. & Björnsson, B.T. 1996. Growth hormone increases predation exposure of rainbow trout. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 263(1370): 647–651.
- Kortan, J., Adámek, Z., Flajšhans, M. & Piačková, V. 2008. Indirect manifestation of cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)) predation on pond fish stock. Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems 389: 01. DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae:2008006>.
- Lehikoinen, A., Below, A., Jukarainen, A., Laaksonen, T., Lehtiniemi, T., Mikkola-Roos, M., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rusanen, P., Sirkiä, P., Tiainen, J. & Valkama, J. 2019. Suomen lintujen pesimäkantojen koot. Linnut vuosikirja 2018: 38–45.
- Lehikoinen, A., Heikinheimo, O. & Lappalainen, A. 2011. Temporal changes in the diet of great cormorant on the southern coast of Finland – comparison with available fish data. Boreal Environment Research 16(suppl. B): 61–70.
- Lehikoinen, A. & Väisänen, R.A. 2023. Pesivien maalintujen kannanmuutokset Suomessa 1975–2022. Linnut-vuosikirja 2022: 14–29.

- Lekuona, J.M. 2002. Food intake, feeding behaviour and stock losses of cormorants, *Phalacrocorax carbo*, and grey herons, *Ardea cinerea*, at a fish farm in Arcachon Bay (South-west France) during breeding and non-breeding season. *Folia Zoologica* 5: 23–34.
- Luonnonvarakeskus 2021. Kalansaalis ja tuotanto 2021. Luonnonvarakeskus.  
<https://www.luke.fi/fi/tilastot/kalansaalis-ja-tuotanto/kalansaalis-ja-tuotanto-2021>.
- Maa- ja metsätalousministeriö. Kotimaisen kalan edistämishjelma. Hakupäivä 19.10.2022.  
<https://mmm.fi/kalat/strategiat-ja-ohjelmat/kotimaisen-kalan-edistamishjelma>.
- Marion, L., Feunteun, E., Carpentier, A. & Rigaud, C. 2000. Modification of feeding strategies of grey herons (*Ardea cinerea* L.) in response to a major decline in the preyed fish community's biomass. *SIL Proceedings 1922-2010* 27(5): 3192–3194.  
<https://doi.org/10.1080/03680770.1998.11898267>
- Marquiss, M. & Leitch, A.F. 2008. The diet of Grey Herons *Ardea cinerea* breeding at Loch Leven, Scotland, and the importance of their predation on ducklings. *Ibis* 132(4): 535–549. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1990.tb00277.x>
- Marzano, M., Carss, D.N. & Cheyne, I. 2013. Managing European cormorant-fisheries conflicts: problems, practicalities and policy. *Fisheries Management and Ecology* 20(5): 401–413.
- Merimetsotyöryhmä 2016. Työryhmän raportti 6.4.2016. [\(https://www.ymparisto.fi/fi-FI/-/Luonto/Lajit/Lajien\\_seuranta/Merimetsoseuranta/Merimetsotyoryhman\\_raportti\\_-642016\(38762\)\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/-/Luonto/Lajit/Lajien_seuranta/Merimetsoseuranta/Merimetsotyoryhman_raportti_-642016(38762)) (Viitattu 22.2.2022).
- Mustamäki, N., Bergström, U., Ådjers, K., Sevastik, A. & Mattila, J. 2014. Pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in decline: High mortality of three populations in the Northern Baltic Sea. *Ambio* 43: 325–336.
- Muuri, L. 2018. Merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamat haitat kalankasvatukselle itäisellä Suomenlahdella. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti nro 389/2018.
- 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.
- Ovegård, M.K., Jepsen, N., Bergenius Nord, M. & Petersson, E. 2021. Cormorant predation effects on fish populations: a global meta-analysis. *Fish and Fisheries* 22: 605–622.
- Potier, S., Carpentier, A., Grémillet, D., Leroy, B. & Lescroël, A. 2015. Individual repeatability of foraging behaviour in a marine predator, the great cormorant, *Phalacrocorax carbo*. *Animal Behaviour* 103: 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.02.008>
- Ridgway, M.S. 2010. A review of estimates of daily energy expenditure and food intake in cormorants (*Phalacrocorax* spp.). *Journal of Great Lakes Research* 36(1): 93–99.  
<https://doi.org/10.1016/j.jglr.2009.10.002>
- Salmi, J. 2011. Merimetson (*Phalacrocorax carbo* (L.)) ravinto Suomen rannikkovesissä. Pro gradu –tutkielma, Jyväskylän yliopisto.
- Salmi, J.A., Auvinen, H., Raitaniemi, J., Kurkilahti, M., Lilja, J. & Maikola, R. 2015. Perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Sander lucioperca*) in the diet of the great cormorant

- (*Phalacrocorax carbo*) and effects on catches in the Archipelago Sea, Southwest coast of Finland. *Fisheries Research* 164: 26–34.
- Salmi, P., Pellikka, J., Veneranta, L., Svets, K. & Lehtonen, E. 2023. Merimetson ja kalatalouden välisten konfliktien lieventämiskeinot. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 79/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 71 s.
- Sherker, Z.T., Pellett, K., Atkinson, J., Damborg, J. & Trites A.W. 2021. Pacific great blue herons (*Ardea herodias fannini*) consume thousands of juvenile salmon (*Oncorhynchus* spp.). *Canadian Journal of Zoology* 99(5): 349–361.
- Suomen ympäristökeskus 2023. Suomen merimetsokanta kasvoi neljän taantumavuoden jälkeen yli kymmenen prosenttia. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/70005404/suomen-merimetsokanta-kasvoi-neljan-taantumavuoden-jalkeen-yli-kymmenen-prosenttia?publisherId=69819243&lang=fi> (Viitattu 17.11.2023)
- Suter, W. 1991. Der Einfluss fischfressender Vogelarten auf Susswasserfisch-Bestände – eine Übersicht. *Journal für Ornithologie* 132: 29–45.
- Troynikov, V., Whitten, A., Gorfine, H., Pütys, Ž., Jakubavičiūtė, E., Ložys, L. & Dainys, J. 2013. Cormorant catch concerns for fishers: Estimating the size-selectivity of a piscivorous bird. *PLoS ONE* 8(11).
- Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A. 2011. Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. <http://atlas3.lintuatlas.fi>
- Valtioneuvosto 2023. Vahva ja välittävä Suomi: Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma. Valtioneuvoston julkaisuja 2023. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-763-8>
- Veneranta, L., Heikinheimo, O. & Marjomäki, T. 2020. Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) predation on a coastal perch (*Perca fluviatilis*) population: estimated effects based on PIT tag mark-recapture experiment, *ICES Journal of Marine Science* 77: 2611–2622.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saks, L., Verliin, A., Jürgens, K., Kesler, M., Hube, K., Hannesson, R. & Saat, T. 2010. Changes in fish stocks in an Estonian estuary: overfishing by cormorants? *ICES Journal of Marine Science* 67: 1972–1979.
- Waldo, Å., Johansson, M., Blomquist, J., Jansson, T., Königson, S., Lunneryd, S.-G., Persson, A. & Waldo, S. 2020. Local attitudes towards management measures for the co-existence of seals and coastal fishery - A Swedish case study. *Marine Policy* 118: 104018.
- Ympäristöministeriö 2019. Kansallinen merimetsostrategia ja toimenpidesuunnitelma. Ympäristöministeriö. <https://www.kansalaishavainnot.fi/download/noname/%7B55EC131C-D4BB-4D1A-9ED8-872524324839%7D/152153>
- Ympäristövaliokunnan mietintö (2021). Valiokunnan mietintö YmVM 10/2021 vp. [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/YmVM\\_10+2021.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/YmVM_10+2021.aspx). Haettu 8.4. 2024.
- Östman, Ö., Bergenius, M.A.J., Boström, M.K. & Lunneryd, S.-G. 2012. Do cormorant colonies affect local fish communities in the Baltic Sea? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 1047–1055.

## **2. Työpakettien esittely ja keskeisimmät tulokset**

### **2.1. Työpaketit 1 ja 6: Sidosryhmätyö ja viestintä**

Työpaketin tarkempi kuvaus luvussa 4.

Sidosryhmätyön tavoitteena oli tukea sidosryhmien mahdollisuuksia vaikuttaa hankkeen sisältöön sekä helpottaa tiedonkulkua, vuoropuhelua ja toinen toisiltaan oppimista. Viestinnän tavoitteet olivat tukea sidosryhmätyötä ja viestiä hankkeen etenemisestä. Osana viestintää hankkeen tutkijat kirjoittivat artikkeleita ja osallistuvat työpajoihin, seminaareihin ja konferenssiin.

Hankkeen tavoitteista, etenemisestä ja tuloksista tiedotettiin aktiivisesti eri tahoille suunnatuilla esitelmillä, julkaisulla ja eri partnereiden nettisivustolla. Hankkeen pääasialliset viestintäkanavat olivat päivälehdet, yhteistyökumppaneiden omat verkkosivut sekä ammattilehdet, kuten Suomen kalastuslehti ja Fiskarposten. Ympäristöministeriön, elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyössä järjestettiin keväällä 2023 merimetsoihin keskittyvä webinaari.

Hanketoimijat, toimenpiteet ja tavoitteet tuotiin selkeästi ja läpinäkyvästi esille hankkeen alussa. Osallistamalla keskeisimpiä kohde- ja sidosryhmiä – erityisesti kaupallisia kalastajia ja kalaviljelylaitosten yrittäjiä – heidän toiveensa, tarpeensa ja näkemyksensä pystyttiin paremmin huomioimaan hankkeen käytännön töiden suunnittelussa. Viestinnän tavoite oli hankkeen alussa ankkuroida hanke, innostaa sidosryhmiä ja yhteistyökumppaneita mukaan hankkeeseen sekä tuoda esille, miksi hanke on yhteiskunnallisesti tärkeä. Tavoitteena oli myös madaltaa kynnystä ottaa hankkeen tutkijoihin yhteyttä. Tässä onnistuttiinkin hyvin. Kalastajia ja kalanviljelijöitä saatiin mukaan hankkeeseen yleisötapahtumien kautta. Hankkeen elinkaaren loppupuolella viestintä painottui tuloksiin ja niiden käytännön soveltamiseen. Koska hanke oli lyhyt ja uutta materiaalia kerättiin vielä pitkälle vuoden 2023 syksyille asti, hankkeen tuloksista päästään viestimään vasta varsinaisen hankkeen loputtua. Tieteelliset artikkelit ja loppuraportti valmistuvat vasta varsinaisen hankkeen päätyttyä.

Hankkeen aikana valmisteltiin ja julkaistiin neljä julkaisua, hankkeesta julkaistiin 16 mediajulkaisua, pidettiin 11 esitelmää/posteria sekä järjestettiin yksi webinaari.

### **2.2. Työpaketti 2: Merimetson ja harmaahaikaran aiheuttamien taloudellisten vaikutusten arviointi merialueen kalankasvatustaloksilla**

Työpaketin tarkempi kuvaus luvussa 5.

Tämän työpaketin keskeisin tavoite oli systemaattisesti selvittää suojeltujen lintujen suoria vaikutuksia viljelylaitoksilla. Lintujen kalantuotannolle aiheuttamaa kokonaishaittaa ei tunneta, mutta sen voidaan olettaa koostuvan lintujen syömistä ja vahingoittamista kaloista sekä lintujen torjuntaan ja niiden käsittelyyn liittyvistä kustannuksista. Lintujen kasvatustalosta syömien tai vahingoittamien kalojen määrästä ei ole olemassa luotettavia tai systemaattisia arvioita. Lintujen aiheuttama pelko voi tuottaa stressiä ja ruokahaluttomuutta kaloille, mikä saattaa

heijastua heikompana kasvuna ja vähentyneenä tuotantona. Lisäksi taloudellisia haittoja aiheutuu lintujen torjuntaan ja niiden käsittelyyn liittyvistä kustannuksista.

Työpaketissa 1) arvioitiin yrityshaastatteluiden avulla lintuvahinkojen suuruutta, vahinkojen ennaltaehkäisy menetelmien käyttöä ja niiden kustannuksia koko Suomen rannikkoalueella ja 2) dokumentoitiin kameraseurannan avulla merimetsojen, harmaahaikaroiden ja muiden lintujen käyntimääriä, käyttäytymistä ja syötyjen kalojen määrää usealla rannikon kalankasvatuslaitoksella. Lisäksi 3) kehitettiin kalan vahingoittumisen aiheuttaneen lintulajin tunnistusta nokkimisjäljestä saadun DNA:n perusteella sekä 4) testattiin koneoppimisen hyödyntämistä kohdelajien ja vaikutusten tunnistamisen apuvälineenä.

Valvontakamera-aineistoon perustuen osoitettiin, että merimetsot ja harmaahaikarat saalistavat kalankasvatusaltailla. Lintujen aiheuttamat vahingot kalankasvatukselle vaihtelevat suuresti. Joillain kasvatusaltailla vahinkoja ei ole lainkaan ja joillain ne voivat aiheuttaa merkittäviä taloudellisia tappioita. Harmaahaikarat aiheuttivat tässä tutkimuksessa tappioita laitoksilla huomattavasti enemmän kuin merimetsot. Yksittäisillä kalankasvatusaltailla lintujen aiheuttama reuhävikki sekä kuolevuus- ja liikevoittotappio voivat suurimmillaan olla jopa lähes satauhatta euroa. Keskimääräinen vahinko jää alle tuhannen euron, ja vajaa viidennes seurannassa mukana olleista kasvatusaltaista oli täysin vahingottomia. Päiväkohtainen allaskohtainen kustannus saalistettujen kalojen arvossa laskettuna niillä altailla, joilla lintuja kävi, vaihteli vajaasta 3 eurosta 236 euroon. Menetettyjen kalojen inventaarioarvoon perustuva molempien lintulajien yhdessä aiheuttama saalistustappioiden mediaaniarvo seuranta-aineistossamme oli 6,60 €/pv/allas ja koko kasvatuskaudelle (150 pv) laskettuna 990 €/allas. Maanlaajuisesti vahingon kokonaissuuruus mitataan noin miljoonassa eurossa, kun huomioidaan liikevaihtotappiot ja linnuista koituva lisätyö.

Tappioita aiheuttavat lintulajit vaihtelivat laitosten välillä. Kasvatusaltaissa kalojen koolla ja suojausmenetelmällä oli suuri vaikutus siihen, mitkä lajit saalistivat altaalla. Suojaverkolla oli erilainen vaikutus eri lintulajeihin. Petolinnut, sääksi ja merikotka, pystyivät saalistamaan vain altailla, joilla ei ollut suojaverkkoa. Merimetsot saalistivat todennäköisemmin altaalla, jolla ei ollut suojaverkkoa, mutta ne pystyivät saalistamaan myös suojaverkollisilla altailla. Harmaahaikarat puolestaan saalistivat lähes yksinomaan altailla, joilla oli verkko. Ne seisoivat verkon päällä ja nokkivat kaloja verkon läpi. Suojaverkko jopa mahdollisti harmaahaikaran saalistuksen altaista.

Toimiala käyttää lintujen aiheuttamilta vahingoilta suojautumiseen arviolta lähes 500 000 €/vuosi. Suojautumisesta huolimatta linnut aiheuttavat vahinkoja. Kullakin suojausjärjestelmällä oli hyvät ja huonot puolensa. Eri ratkaisut olivat toimivimpia eri lintulajeille. Suojaverkot suojasivat petolinnuilta ja olivat myös yleisesti ottaen tehokkaita merimetsoja vastaan. Matalat, pienisilmäiset verkot toimivat kuitenkin saalistusalustoina harmaahaikaroille ja näiden aikaansaamat vahingot olivat paikoittain mittavia. Korkeammalle asennetuilta lintuverkoilta harmaahaikarat eivät ylettyneet veteen, mutta silloin taas merimetsojen oli helpompi liikkua verkon alla.

Parhaan suojavaikutuksen saa tulostemme perusteella lintuverkolla,

- joka on tarpeeksi korkealla estääkseen harmaahaikaroita ja petolintuja kalastamasta altaassa. Korkea verkko ehkäisee myös kalojen tarttumisen verkkoon.
- joka on niin tiukka, että linnut eivät pysty painamaan sitä alas eikä siihen muodostu painaamia, joista linnut ylettyvät veteen.
- jossa on riittävän pieni silmäkoko, etteivät linnut pääse kiipeämään sen läpi.
- joka on kiinni altaan kehyksessä tiiviisti eikä kehyksen ja verkon väliin jää aukkoja, joista linnut pääsevät kiipeämään läpi.

Lintujen esiintymisessä kasvatuslaitoksilla oli myös alueellisia eroja. Pohjanlahdella harmaahaikat eivät aiheuttaneet ongelmia, eli siellä voi harkita ratkaisua, joka suojaa nimenomaan merimetsoilta ja petolinnuilta, eikä harmaahaikaroiden vaikutusta välttämättä tarvitse huomioida. Harmaahaikara kuitenkin levittäytyy pohjoisemmaksi ja saattaa tulevaisuudessa vaatia suojaustoimenpiteitä myös Pohjanlahdella.

Tutkimushankkeen aikana testattiin Luonnonvarakeskuksen kehittämän NatureWatch-koneneä soveltuvuutta lintujen tunnistamiseen kuvista ja videoista. Sillä saavutettiin hyvä tunnistustarkkuus. Koneäkösovelluksen kehittäminen ei hankkeen aikataulun puitteissa edennyt niin pitkälle, että sitä olisi voitu hyödyntää konkreettisesti apuvälineenä tämän tutkimuksen toteutuksessa. Koneälyn hyödyntämisellä voidaan kuitenkin tulevaisuudessa merkittävästi helpottaa kuva-aineistojen manuaaliseen läpikäymiseen vaadittavaa erittäin suurta työpäystä, kun koneäkömallit kehittyvät ja avautuvat niin tutkija- kuin yleisökäyttöön.

### **2.3. Työpaketti 3: Merimetson kalaverkoista poistamien kalojen määrän selvittäminen**

Työpaketin laajempi kuvaus on luvussa 6.

Tämän työpaketin tarkoituksena oli tehdä kvantitatiivinen selvitys siitä, kuinka paljon merimetsot poistavat kalaverkoista kaloja ja siitä, onko merimetsokolonoiden koolla vaikutusta vahingoitetun saaliin määrään sekä verkkojen vaurioitumisen frekvenssiin. Tutkimusaineisto kerättiin kokeellisen kalastuksen avulla sekä tallentamalla kuvamateriaalia pyydyksistä ja laskemalla poistettujen kalojen määrää. Syöttikalakokeilla yritettiin selvittää poistavatko merimetsot verkoista kokonaisia kaloja ja kuinka suuri osa vahingoista jää havaitsematta verkko-kalastuksessa silloin, kun merimetsot poistavat kaloja verkoista kokonaisina. Kokeella pyrittiin myös arvioimaan merimetson aiheuttamia nokkimisvaurioita verkkoon jääneisiin kaloihin sekä määrittämään pyydyksiin kohdistuvia pyydysvahinkoja. Syöttikalakokeen aikana vesialue verkon yläpuolella kuvattiin videokameralla ja/tai riistakameralla. Tallenteilta saatiin arvioitua lintujen lukumäärä pyydyksen lähellä, aktiivisesti sukeltavien lintujen määrä ja selkeästi saalistavien lintujen määrä.

Työpaketin kokeellinen osio jakautui neljään kokonaisuuteen: 1) koeverkotukseen ja 2) riistakameraseurantaan sekä näitä tukeviin 3) valvontakameraseurantaan ja 4) pyydyksiin jääneiden kalojen vammojen tarkasteluun. Koeverkotuksella selvitettiin, kuinka paljon kalaa on yleisesti tarjolla ja kuinka paljon kalaa merimetsot mahdollisesti vievät verkoista. Riistakameroilla kuvattiin verkkoja jaksottaisesti ja selvitettiin merimetsojen ja muiden lintujen toimintaa verkkojen äärellä. Riistakameroilla selvitettiin etenkin sitä, kalastivatko merimetsot verkkojen vieressä tai verkoilta. Jaksottaisesti kuvaavien riistakameroiden perusteella tehdyt tulokset

varmistettiin jatkuvasti kuvaavilla valvontakameroilla. Kaikista verkotuksissa saaduista kaloista tarkistettiin mahdolliset merimetsojen ja muiden eläinten aiheuttamat haavaumat ja purentajäljet.

Tutkimuksessa oli kokonaisuudessaan suuri työpanos. Verkkoitaa oli yhteensä 72. Riistakameroista videomateriaalia kertyi melkein kolme vuorokautta ja valvontakameroista yli 20 vuorokautta. Kokeita tehtiin kolmen kunnan alueella yhteensä 18 paikassa. Suuresta työpanoksesta ja alueellisesta edustavuudesta huolimatta tutkimuksessa ei voitu osoittaa, että merimetsot aiheuttavat merkittäviä suoria ongelmia verkkokalastukselle.

## **2.4. Työpaketti 4: Merimetsan aiheuttamat vauriot pyydyksissä oleville kaloille**

Työpaketin laajempi kuvaus on luvussa 7.

Työpaketin 4 tavoitteena oli tutkia luonnonsuojelulla rauhoitettujen lintujen aiheuttamia suoria saalis- ja pyydysvahinkoja rysäkalastuksessa. Tutkimuksessa verrattiin avorysää, pohjarysää ja push-up-rysää. Etenkin selvitettiin kameraseurannan avulla 1) kuinka usein merimetsot kalastavat eri rysätyypeillä, 2) kuinka paljon kalaa merimetsot vievät eri rysätyypeistä ja 3) voidaanko vahinkojen määrää ennustaa pyydysten sijainnilla suhteessa merimetsokolonioihin. Tutkimuksessa käytettiin ympäri vuorokauden kuvaavia kameroita 15 rysän luona. Kamera-seurannan lisäksi hyödynnettiin EU-TIKE-seurannan tuottamaa aineistoa.

Työpaketti toteutettiin yhteistyössä seitsemän kaupallisen kalastajan ja Turun yliopiston Saaristomeren tutkimuslaitoksen kanssa yhteensä 15 rysällä vuosina 2022 ja 2023 (5 rysää ja 3 kalastajaa v. 2022, 10 rysää ja 7 kalastajaa v. 2023). Rysille asennettiin jatkuvatoimiset videovalvontakamerat, jotka kuvasivat rysää ja sen välitöntä ympäristöä vuorokauden ympäri keskimäärin 45 päivää. Työpaketissa hyödynnettiin myös kalatalouden EU-tiedonkeruunohjelman (EU-TIKE) saalisnäytteenotosta tullutta materiaalia. Vuodesta 2018 vuoden 2023 syyskuuhun rannikon kaupallisesta verkko- ja rysäkalastuksesta otettiin kalanäytteitä, joista tutkittiin kaupallisesti tärkeiden lajien (ahven, hauki, kuha, lohi, meritaimen, siika, silakka ja turska) osalta petojen aiheuttamat vauriot. Vuosina 2022 ja 2023 tutkittiin petojen aiheuttamat vauriot myös muiden lajien osalta (kuore, made, särkikalat). Näytekaloista tutkittiin purema- ja raapimisjäljet ja, jos mahdollista, pääteltiin niiden aiheuttaja (hylje, lintu tai merimetsa).

Avorysä oli tutkituista rysätyypeistä alttein merimetsojen saalistukselle. Merimetsot saalistivat enemmän lähempänä pesimäkoloniaa. Oli myös viitteitä siltä, että merimetsot oppivat hakemaan kalaa rysistä, sillä ne sukelsivat aktiivisesti myös juuri tyhjennetyissä rysissä. Toisaalta vaikuttaa siltä, että suuri osa merimetsoista ei käy lainkaan rysillä: rysien lähellä näkyi välillä suuriakin merimetsoparvia, mutta ne eivät tulleet rysään saalistamaan. EU-TIKE-aineistossa petojen aiheuttamia vaurioita oli kaiken kaikkiaan hyvin vähän, alle puolessa prosentissa näytekaloista. Vauriot keskittyivät 20–40 cm pituisiin kaloihin ja vaurioiden todennäköisyyden nousi kalan koon kasvaessa. Kuha, ahven ja siika olivat yleisimmät lajit, joissa vaurioita havaittiin.

Tutkimuksen tärkeimmät johtopäätökset ovat:

1. Pohja- ja push-up-rysät ovat paremmin suojassa merimetsoilta kuin avorysät. Avorysistä häviää saalista merimetsojen syömänä etenkin alueilla, joilla on runsaasti merimetsoja. Hävikkiä voisi mahdollisesti vähentää käyttämällä muita rysätyyppejä, mikäli muu rysätyyppi soveltuu saalistettavan kalan pyydystämiseen. Pohja- ja push-up-rysissä, syvällä kalastettaessa ja yli 5 km etäisyydellä koloniasta kalasaalis on paremmin suojassa merimetsoilta.
2. Merimetsot vaurioittavat osan taloudellisesti arvokkaasta saaliista rysässä ja verkoissa, mutta suorat saalisvahingot ovat kokonaissaaliiseen nähden hyvin vähäiset.

## **2.5. Työpaketti 5: Merimetsojen saalistusalueen mallintaminen GPS-seurannan avulla**

Työpaketin laajempi kuvaus on luvussa 8.

Merimetsan liikkumisessa ja saalistuskäyttäytymisessä Suomen rannikolla on paljon tietoaaukoja, joita tutkimuksessa pyrittiin täyttämään GPS-seurannan avulla. Merimetsovahinkojen ymmärtämiseksi tärkeimpiä tietoja ovat muun muassa se, kuinka pitkiä etäisyyksiä merimetsot lentävät kalastaakseen eri alueilla pesimäaikana ja sen ulkopuolella, millaisia paikkoja ne valitsevat kalastusalueikseen sekä se, kuinka kauan ne viipyvät Suomessa. Tavoitteena oli muodostaa mallinnettuja ennusteita merimetsan aiheuttamasta saalistuspaineesta ja julkaista siitä paikkatietoaineistoja. Lisäksi TP5:ssä kehitettyjen työkalujen avulla pyrittiin tukemaan hankkeen muita työpaketteja, joissa tarkasteltiin merimetsan aiheuttamia vahinkoja.

Analyysien perustana oli aiemmissa hankkeissa tuotettu aineisto 25:stä GPS-seurannassa olevasta merimetsosta (AMK Novian aineisto) sekä tässä hankkeessa tuotettu uusi aineisto (Lukken aineisto) 27 merimetsosta, joille asennettiin lähettimet touko–kesäkuussa 2023 Pohjanlahdella ja Saaristomerellä. Aineistossa oli GPS-paikannuksia merimetsojen liikkeistä parhaimmillaan viiden minuutin välein sekä tietoa sukellussyvyyksistä sekunnin välein.

Ennen analyysijä merimetsojen paikannusaineistoista suodatettiin pois virhepaikannukset. Tämän jälkeen määritettiin sukellusjaksojen ja yöpymisjaksojen ajat ja paikannukset. Lisäksi laskettiin kalastuslentojen etäisyydet yöpymispaikasta, joka usein sijaitsee koloniassa tai kolonin lähellä. Tulevien elinympäristöanalyysien tueksi arvottiin jokaiselle sukellusjaksolle 10 satunnaista etäisyyttä havaittujen kalastusetäisyyksien jakaumasta sekä 10 satunnaista lento-suuntaa, joista valittiin vesialueita todellisten kalastuspaikkojen satunnaisiksi vertailukohteiksi.

Etäisyysmallinnuksen perusteella merimetsojen keskimääräinen saalistusetäisyys edellisestä yöpymispaikasta on noin 7,2 km (95 % luottamusväli: 5,8–8,9 km). Etäisyys kuitenkin vaihtelee merkittävästi yksilöiden ja alueiden välillä (alueellinen vaihteluväli 4–11 km). Pesimäaikaan, kesäkuussa, keskimääräinen saalistusetäisyys on hieman alle 8 kilometriä, mutta heinäkuun aikana se laskee vajaan 7 kilometriin. On syytä huomioida, että vaikka keskimääräinen etäisyys on alle 10 kilometriä, voivat yksilöt käydä kalastamassa toisinaan jopa 20–30 kilometrin etäisyydellä.

Tässä osatutkimuksessa tehtiin täydentävä analyysi Luonnonvarakeskuksen TIKE-aineistosta, joka koskee pyydyksillä todettujen merimetsan aiheuttamien nokkimisvahinkojen lukumääriä (lajit: siika, kuha ja ahven). Työpaketissa laadittiin malli, jossa selittäväksi muuttujaksi asetettiin

ydinestimoinnilla arvioitu saalistuspaine, joka perustui tunnettujen kolonioiden sijainteihin, kolonioiden kokoihin ja arvioituun saalistusetäisyyteen. Nokkimisvahingot selittyivät parhaiten 22 kilometrin ydinfunktion keskihajonnalla, mikä vastaa selvästi pidempiä etäisyyksiä kuin mitä linnut lentävät kalastaessaan pesimäaikaan.

Hankkeen loppuraporttia kirjoittaessa elinympäristömallinnus on vielä kesken. Siinä käytettäväksi suunniteltuja selittäviä muuttujia ovat syvyys, etäisyys rannasta, altistus aallokelle, merenpohjan pohja-aines sekä rakkolevän esiintymistodennäköisyys, vitapohjat ja laguunit. Pelkästään vuoden 2019 Suomenlahden aineiston mallinnuksen perusteella tiedämme, että merimetso kalastavat kyseisellä alueella mieluiten alle viiden metrin syvyydessä, ja kalastuskohteen käyttöaste laskee tasaisesti 15 metriin syvyyteen asti. Lisäksi aallokelle alttiimmat alueet ovat merimetsojen suosiossa.

Havaitsimme uutena tietona, että Pohjanlahden ja Suomenlahden merimetsoilla on selvästi toisistaan eroavat syysmuuton ajoitukset. Pohjanlahden linnut muuttavat pois Suomen aluevesiltä noin kuukautta aikaisemmin (keskimäärin elokuun lopulla) kuin Suomenlahden linnut (keskimäärin syys–lokakuun vaihteessa). Lisäksi Pohjanlahden linnut suuntaavat muuttonsa selvemmin lounaaseen ja talvehtivat keskimäärin lännempänä kuin Suomenlahden linnut.

### 3. Yhteenveto tuloksista ja johtopäätökset

Hankkeessa oli neljä tutkimuksellista työpakettia, joilla selvitettiin merimetson ja harmaahaikaran liikkeitä ja suoria vaikutuksia verkkokalastukseen, rysäkalastukseen, vesiviljelyyn ja pyydystettyjen kalojen laatuun.

Kalanviljelylaitoksilla etenkin harmaahaikaroista oli haittaa, mutta myös merimetsot aiheuttivat joissain laitoksissa ongelmia. Lintujen vahinkojen estämiseen, lähinnä lintuverkkoihin ja niiden asentamiseen, arvioitiin kuluvan toimialalla kustannuksia vuosittain noin puoli miljoonaa euroa. Tästä huolimatta lintujen vahingoiksi arvioitiin yleistäen mediaanihavaintojen perusteella noin 660 000 euroa vuodessa. Lisäksi yksittäiset vahinkotapaukset voivat nostaa vahinkojen arvoa ja korvaushakemuksia muutamilla sadoilla tuhansilla euroilla.

Oikein käytetyt lintuverkot osoittautuivat toimivaksi suojaksi lintuja vastaan, mutta verkot pitää valita ja asentaa alueen linnusto huomioiden. Lisäksi suojausta pitää ylläpitää kasvatuskauden aikana. Harmaahaikaraa vastaan toimii parhaiten korkea verkko, tai kokonaan suojaamaton allas, mutta harvasilmäinen korkea verkko ei välttämättä estä merimetsokäyntejä. Harmaahaikaran aiheuttamat ongelmat ovat suurimmat altaissa, joissa suojaverkko on lähellä vedenpintaa, eli verkon pitää olla kireä ja tarpeeksi korkea, esimerkiksi korotettu keskellä allasta. Mikäli allas on suojattu pienisilmäisellä verkolla, ja mikäli suojausta ylläpidetään kauden aikana, altaan suojaaminen verkoilla on tehokas tapa vähentää merimetsojen aiheuttamia ongelmia.

Merimetsojen ei havaittu vievän merkittävästi kalaa verkoista tai rysistä, pois lukien avorysät, jotka olivat alttiita saalistukselle. Kokonaisuudessaan merimetsojen suorat vaikutukset kalastukseen ovat tämän hankkeen tulosten perusteella vähäiset. Kuvaavaa on, että hankkeen laajassa kameraseurannassa näkyi runsaasti merimetsoja, mutta vain pienehkö osa niistä saalisti rysissä tai verkoissa. Lintuja saattoi siis olla alueella runsaasti, mutta ne eivät suuremmin käyneet verkoilla tai pohjarysiillä. Siten merimetsojen läsnäolo ei suoraan korreloi pyydyksissä tapahtuvan vahingon määrän kanssa. Avorysissä saalistus oli runsasta ja vaikutukset saattavat olla merkittäviä. Tämän tutkimuksen mukaan alueilla, joissa merimetsomäärä on korkea, avorysäkalastuksessa voisi kokeilla kalapesän peittämistä verkolla. Tämä mahdollisesti vähentäisi merimetsojen aiheuttamia suoria tappioita. Ongelma-alueilla vaihtoehdoksi jää myös avorysien vaihtaminen pohjarysiin jos se kalastettavan lajin suhteen on mahdollista.

Laajan EU-TIKE-aineiston perusteella ei vaikuta siltä, että linnut aiheuttaisivat merkittävää haittaa kalojen markkina-arvolle. Vaikka lintujen vaurioittamia kaloja löytyi, niiden osuus koko saaliista oli kokonaisuudessaan hyvin alhainen. On myös viitteitä siitä, että merimetsojen vaikutus on suurempaa lähempänä koloniaa. GPS-seurannan perusteella selvisi, että merimetsot saalistavat keskimäärin 5,8–8,9 km päässä yöpymispaikastaan. Mallinnustyö, jolla pyritään ennustamaan millä alueilla ja mihin aikaan merimetsot saalistavat, on vielä kesken.

Hanke keskittyi tutkimaan vain suoria kalatalousvaikutuksia, joten tuloksia ja johtopäätöksiä ei voi yleistää kuvaamaan kaikkia kalatalouden kokemia taloudellisia haittoja. Esimerkiksi mahdolliset muutokset kalakantoihin, saaliskalojen säikäyttäminen pyydyksistä tai muut epäsuorat vaikutukset eivät ole pääteltävissä näiden tulosten pohjalta. Lisäksi, vaikka tutkimuksen alueellinen ja ajallinen edustavuus on hyvä, on mahdollista, että tietyillä alueilla esiintyy tiettyinä aikoina suurempia ongelmia kuin tulosten perusteella voi odottaa. Päätuloksena kuitenkin on, että merimetsojen suorat vaikutukset pyydyksissä oleviin kaloihin ovat keskimäärin

varsin vähäiset, mutta merimetsoista ja varsinkin harmaahaikaroista saattaa olla haittaa merialueen kalanviljelylle. Ongelmat eivät jakaudu tasaisesti, vaan niissä on merkittävää ajallista ja paikallista vaihtelua.

Hankkeessa oli tutkimustyön lisäksi hyvin aktiivista sidosryhmätyötä ja viestintää, joiden ansiosta julkaistiin neljä julkaisua ja 16 mediajulkaisua, pidettiin 11 esitelmää / posteria sekä järjestettiin yksi webinaari. Viestinnän tavoitteita olivat esitellä hanketta ja tuloksia, innostaa sidosryhmiä ja yhteistyökumppaneita mukaan hankkeeseen sekä tuoda esille, miksi hanke on yhteiskunnallisesti tärkeä. Tavoitteena oli myös madaltaa kynnystä ottaa hankkeen tutkijoihin yhteyttä.

## 4. Sidosryhmätyö ja viestintä

Noora Moilanen<sup>1</sup>, Kristina Svells<sup>1</sup>, Mats Westerborn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus



**Kuva 4.1.** Kaupallisten kalastajien tiedotus- ja koulutusristeily 2022. Kuva: Petri Suuronen

Sidosryhmätyön tavoitteena oli tukea sidosryhmien mahdollisuuksia vaikuttaa hankkeen sisältöön sekä helpottaa tiedonkulkua, vuoropuhelua ja toinen toisiltaan oppimista. Viestinnän tavoitteet olivat tukea sidosryhmätyötä ja viestiä hankkeen etenemisestä. Osana viestintää hankkeen tutkijat osallistuvat työpajoihin, seminaareihin ja konferenssiin (Kuva 4.1).

Hankkeen tavoitteista, etenemisestä ja tuloksista tiedotettiin aktiivisesti eri tahoille suunnatuilla esitelmillä, julkaisulla ja eri partnereiden nettisivustolla. Hankkeen pääasialliset viestintäkanavat olivat päivälehdet, yhteistyökumppaneiden omat verkkosivut sekä ammattilehdet kuten Suomen kalastuslehti ja Fiskarposten. Ympäristöministeriön, elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY) ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyössä järjestettiin keväällä 2023 merimetsoihin keskittyvä webinaari.

Hanketoimijat, toimenpiteet ja tavoitteet tuotiin selkeästi ja läpinäkyvästi esille hankkeen alussa. Osallistamalla keskeisimpiä kohde- ja sidosryhmiä – erityisesti kaupallisia kalastajia ja kalaviljelylaitosten yrittäjiä – heidän toiveensa, tarpeensa ja näkemyksensä pystyttiin paremmin huomioimaan hankkeen käytännön töiden suunnittelussa. Viestinnän tavoite oli hankkeen alussa ankkuroida hanke, innostaa sidosryhmiä ja yhteistyökumppaneita mukaan hankkeeseen sekä tuoda esille, miksi hanke on yhteiskunnallisesti tärkeä. Tavoitteena oli myös madalta kynnystä ottaa hankkeen tutkijoihin yhteyttä. Tässä onnistuttiinkin hyvin. Kalastajia ja kalanviljelijöitä saatiin mukaan hankkeeseen yleisötapahtumien kautta. Hankkeen elinkaaren

loppupuolella viestintä painottui tuloksiin ja niiden käytännön soveltamiseen. Koska hanke oli lyhyt ja uutta materiaalia kerättiin vielä pitkälle vuoden 2023 syksylle asti, hankkeen tuloksista päästään viestimään vasta varsinaisen hankkeen loputtua. Tieteelliset artikkelit ja loppuraportti valmistuvat myös vasta varsinaisen hankkeen päätyttyä.

Hankkeen aikana valmisteltiin ja julkaistiin neljä julkaisua, hankkeesta julkaistiin 16 mediajulkaisua, pidettiin 11 esitelmää/posteria sekä järjestettiin yksi webinaari.

### **Esitelmät ja Posterit**

1. Westerbom M. Esitelmä. Kaupallisten kalastajien tiedotus ja koulutusristeily 2022. Viking Line m/s Glory. Hankkeen yleisesittely. Osallistujat mm. Ammattikalastajia, Varsinaissuomen Ely, Kalatalouden keskusliitto, SKL, Åbolands fiskarförbund, Kalaleaderit, Apetit Oy, Airisto-Velkuan kalatalousalue. 16.8–17.8. 2022
2. Westerbom M. Esitelmä. Varsinaissuomen ja Satakunnan merimetsotyöryhmän kokous, Turku. Hankkeen esittely alueelliselle yhteistyöryhmälle. 1.9. 2022
3. Westerbom M. Esitelmä. Suomen Ammattikalastajien liiton (SAKL) kokous, Tampere. Hankkeen yleisesittely. 2.9. 2022
4. Westerbom M, Svells K, Veneranta L. Esitelmä. Österbottens Fiskarförbund, syyskokous, Mustasaari. Hankkeen esittely alueellisen yhteistyön edistämiseksi. 24.11. 2022
5. Ekblad C. Esitelmä. Kaupallisten kalastajien tiedotus ja koulutusristeily 2023. Viking Line. Esitelmä hankkeen alustavista tuloksista. 1.2. 2023
6. Westerbom M. Esitelmä. Merimetso webinaari. YMn, EPOElyn ja Luken järjestämä webinaari. Hankkeen yleisesittely ja alustavat tulokset. 4.4. 2023
7. Ekblad C. Posterit. European Ornithologists' Union Congress (EOU), Lund, Ruotsi. Työpaketti 2 alustavien tulosten esittely kansainvälisessä lintutieteellisessä konferenssissa. 21.8–25.8. 2023
8. Westerbom M. Esitelmä. Kalankasvatuksen ympäristösuojelupäivät, Otaniemi. Työpaketti 2 alustavien tulosten esittely. 3.10. 2023
9. Westerbom M. Esitelmä. BSAC Workshop on Seals and cormorants - the Baltic predators: Balancing fisheries and the environment. Baltic Sea Advisory Council Secretariat Gdynia, Puola. Hankkeen esittely merimetsoa ja kalastusta käsittelevässä kansainvälisessä seminaarissa. 27.10. 2023
10. Westerbom M. Esitelmä. Seminaari Jyväskylän yliopisto - Kalankasvatuskurssi. 2.11. 2023.
11. Westerbom M. Esitelmä. Länsi Suomen kalatalouskeskus. Kalatalouskatsaus. Viking Line. 24.11. 2023

## Julkaisut

1. Kankainen M, Hauhia V, Niukko J, Westerbom M, Ekblad C, Ovaskainen A. (2022). Merimetso- ja harmaahaikaravaikutuksia tutkitaan merialueen kasvatuslaitoksilla. Suomen Kalankasvattajaliitto uutiskirje 8/2022.
2. Westerbom M. Skarvskador utreds i nytt projekt (2022). Fiskeritidsskrift för Finland 3: 35–36.
3. Hauhia V, Niukko J, Kankainen M. (2023). Riistakameraseuranta kalankasvatuslaitoksilla Saaristomerellä: Merimetson (*Phalacrocorax carbo*) ja harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) seurantatarkoitukseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s.
4. Airaksinen S, Ekblad C, Kankainen M, Lindberg P, Niukko J, Ovaskainen A, Westerbom M. (2023). Merimetson ja harmaahaikaran aiheuttamien vahinkojen määrän arviointi merialueen kalankasvatuslaitoksilla. Suomen Kalankasvattajaliitto uutiskirje 8/2023.

## Lehtiartikkelit ja Media

1. Yle 17.6.2022. Tutkijat selvittävät merimetson kalastukselle aiheuttamat haitat – tulos voi vaikuttaa vahingonkorvauksiin. <https://yle.fi/uutiset/3-12498290>
2. Yle Svenska 17.6.2022. Nytt projekt utreder hur omfattande skador skarven egentligen orsakar – nu behövs yrkesfiskarnas hjälp. <https://svenska.yle.fi/a/7-10017802>
3. Turun Sanomat. 17.6.2022. Merimetson aiheuttamat vahingot syyniin – kalastajilta ja vesiviljelijöiltä toivotaan apua. <https://www.ts.fi/uutiset/5689631>
4. Turun Yliopisto. 17.6.2022. Merimetson kalansaaliille ja vesiviljelylle aiheuttamia vahinkoja selvitetään uudessa hankkeessa – kaupallisia kalastajia ja vesiviljelijöitä toivotaan yhteistyöhön. <https://www.utu.fi/fi/ajankohtaista/uutinen/merimetson-kalansaaliille-ja-vesiviljelylle-aiheuttamia-vahinkoja-selvitetaan>
5. Luonnonvarakeskus 17.6.2022. Merimetson kalansaaliille ja vesiviljelylle aiheuttamia vahinkoja selvitetään uudessa hankkeessa – kaupallisia kalastajia ja vesiviljelijöitä toivotaan yhteistyöhön. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/merimetson-kalansaaliille-ja-vesiviljelylle-aiheuttamia-vahinkoja-selvitetaan-uudessa-hankkeessa-kaupallisia-kalastajia-ja-vesiviljelijöitä-toivotaan-yhteistyöhön>
6. Åbo Underrättelser. 17.6.2022. Skarvforskare samlar in fakta om skarvskador – ”Vi önskar att fiskare och fiskodlare kontaktar oss”. <https://abounderrattelser.fi/skarvforskare-samlar-in-fakta-om-skarvskador-vi-onskar-att-fiskare-och-fiskodlare-kontaktar-oss/>
7. Ilkka Pohjalainen. 17.6.2022. Rauhoitetun merimetson haitoista laaja kartoitus – Kalastajilta ja vesiviljelijöiltä halutaan täsmätietoja vahingoista. <https://ilkkapohjalainen.fi/ymparisto-ja-liikenne/rauhoitetun-merimetson-haitoista-laaja-kartoitus-kalastajilta-ja-vesiviljelij%C3%B6ilt%C3%A4-halutaan-t%C3%A4sm%C3%A4tietoja-vahingoista>
8. Uudenkaupungin Sanomat. 21.6.2022. [https://www.lehtiluukku.fi/esikatselu/uudenkaupungin\\_sanomat/21.6.2022/311778.html](https://www.lehtiluukku.fi/esikatselu/uudenkaupungin_sanomat/21.6.2022/311778.html)
9. Yle Östranyland. 11.7.2022. Skarv och säl äter upp matfisker i östnyländska vatten – yrkesfiskarna lider och fritidsfiskarna saknas ute på fjärdarna i år. <https://svenska.yle.fi/a/7-10018549>
10. Suomen Ammattikalastajien liitto. Merimetson kalansaaliille ja vesiviljelylle aiheuttamia vahinkoja selvitetään uudessa hankkeessa. <https://sakl.fi/merimetson-kalansaaliille-ja-vesiviljelylle-aiheuttamia-vahinkoja-selvitetaan-uudessa-hankkeessa/>

11. Suomen kalankasvattajaliitto. Merimetson kalansaaliille ja vesiviljelylle aiheuttamia vahinkoja selvitetään uudessa hankkeessa – kaupallisia kalastajia ja vesiviljelijöitä toivotaan yhteistyöhön. <https://www.kalankasvatus.fi/tag/merimetsa/>
12. Turun Sanomat. 19.12.2022. Harmaahaikarat rynnäköivät kala-altaille ja ovat merimetsoakin suurempi taloudellinen haitta – parven kurkkuihin katosi tuhat kalaa neljässä päivässä. <https://www.ts.fi/uutiset/5853409>
13. Fiskarposten (2022). I aktivt samarbete mot en bättre förståelse – Naturresursinstitutet söker samarbete med yrkesfiskare och vattenbruksföretagare för att kartlägga storskarvens direkta effekter på fiskfångsten. Fiskarposten 6: 3.
14. Fiskarposten (2022). Kombinerat informationstillfälle och höstmöte lockade folk till Korsholm. Fiskarposten 9–10: 19.
15. Aamuset - kaupunkimedia. 25.3.2023. Riistakameroilla uutta tietoa merimetson ja harmaahaikaran käyttäytymisestä vesiviljelylaitoksilla. <https://aamuset.fi/artikkeli/5942657>
16. Elinkeino-, liikenne ja ympäristö. 4.4.2023. Merimetson hallinnon ja tutkimuksen ajankohtaisasioita käsiteltiin webinaarissa. <https://www.sttinfo.fi/tiedote/69972300>

## 5. Merimetson ja harmaahaikaran aiheuttamien taloudellisten vaikutusten arviointi merialueen kalankasvatustaloksilla

*Susanna Airaksinen<sup>1</sup>, Camilla Ekblad<sup>2</sup>, Veijo Jormalainen<sup>2</sup>, Markus Kankainen<sup>1</sup>, Toni Laaksonen<sup>2</sup>, Pia Lindberg<sup>1</sup>, Meri Lindqvist<sup>2</sup>, Jari Niukko<sup>1</sup>, Mikko Olin<sup>1</sup>, Antti Ovaskainen<sup>1,2</sup>, Jonne Pohjankukka<sup>1</sup>, Matilda Tiitinen<sup>2</sup>, Mats Westerbom<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus

<sup>2</sup> Turun yliopisto

### 5.1. Johdanto

#### 5.1.1. Merimetso ja harmaahaikara ovat suojeltuja lintulajeja, joiden haittavai- kutukset kalankasvatukselle ovat lisääntyneet

Luonnonvarakeskuksen kokoaman kalankasvatuksen olosuhdekatsausten 2018, 2019 ja 2020 (Kankainen ym. 2019, 2020, 2023) mukaan kasvattajat kokivat merimetsojen haittaavan kalankasvatusta paikallisesti ja harmaahaikaroiden vierailujen laitoksilla havaittiin lisääntyneen. Suomen kalankasvattajaliitto ry:n mukaan harmaahaikara ja merimetso aiheuttavat lokkien, varisten, koskeloiden ja kalasääsken ohella vahinkoja etenkin merialueen kasvatuslaitoksilla (julkaisematon jäsenkysely).

Merimetso koetaan ongelmana etenkin kolonioiden vaikutuspiirissä olevilla laitoksilla, mutta myös merimetsojen muuttoparvet voivat aiheuttaa ongelmia. Liiton mukaan lintujen aiheuttamia vahinkoja ovat pyydystetyt ja vahingoittuneet kalat, lintujen kantamat loiset, hygieniahaitat ja rehusäkkien rikkominen tai muu rehun tärvely. Lintujen vahinkoja verkkoaltaissa oleville kaloille voidaan ehkäistä erilaisilla suojaverkoilla, mutta verkoista ja kiinnitysrakenteista koituu kasvattajille kustannuksia. Lisäksi lintujen poisto ja verkkojen asentaminen lisäävät työtä. Harmaahaikara saattaa jopa hyötyä merimetsoja torjuvasta verkkoaltaan päälle asetettavasta verkosta, sillä se mahdollistaa harmaahaikaran saalistuksen altaan päältä käsin.

Itäisellä Suomenlahdella on havainnoitu ja laskettu kalankasvatustaloksilla vierailevien lintujen lukumääriä, ja kalankasvattajat ovat arvioineet lintujen syömien kalojen määriä (Muuri 2018). Merimetsoja nähtiin alueella päivittäin jopa satoja, ja 6 % niistä ui altaiden välittömässä läheisyydessä tai istui altaan reunalla. Osa merimetsoista kulki kala-altaaseen, sukelteli siellä ja poistui altaasta suojaverkkojen aukoista. Havaituista harmaahaikaroista 37 % istui verkkoalasta peittävän suojaverkon päällä ja nokki sieltä kaloja. Kalankasvattajien oman kirjanpidon mukaan kuolleiden ja lintujen vahingoittamien kalojen yhteismäärä Vironlahden kasvatuslaitoksilla huhti-lokakuun välisenä aikana oli noin 6 000 kalayksilöä.

Lintujen kalantuotannolle aiheuttamaa kokonaishaittaa ei tiedetä, mutta sen voidaan olettaa muodostuvan lintujen syömistä ja vahingoittamista kaloista sekä lintujen torjuntaan ja niiden käsittelyyn liittyvistä kustannuksista (Gorenzel ym. 1994, Manikowska-Ślepowrońska 2016, Barrett ym. 2019). Lintujen kasvatusaltaista syömien kalojen määrästä ei ole kuitenkaan olemassa luotettavia, systemaattisia arvioita. Sama koskee vahingoittuneiden kalojen määriä ja vahingoittumisen aiheuttamaa kuolevuutta. Vaikka vahingoittunut kala selviäisikin hengissä,

vähentävät vahingoittumisjäljet kalan arvoa ja kala altistuu helpommin erilaisille taudeille (esim. Strömberg ym. 2012). Vierailevat linnut voivat lisätä tautiriskiä aiheuttamalla stressiä ja levittämällä taudinaiheuttajia sekä villeissä (Sahlstén ym. 2023) että kasvatetuissa kaloissa (esim. Cunningham ym. 2018). Linnut voivat toimia välillisinä vektoreina kalatautien leviämiseen joko niin, että siirtävät tautisia kaloja paikasta toiseen saalistamisen yhteydessä tai jopa ruoansulatuskanavan kautta, vaikka tieteellistä näyttöä ei Suomen olosuhteissa olekaan (suullinen tiedonanto 8.12.2023, Eriksson-Kallio, Ruokavirasto). Kuolinsyyn ja vahingoittumisjälkien välinen syy-seuraussuhde ei ole kuitenkaan yksiselitteinen. Linnuista stressaantunut kala voi kuolla, koska sairastuu tai saa parasiittitartunnan herkemmin, mutta myös muusta syystä sairastunut tai vahingoittunut kala voi joutua helpommin nokituksi ja/tai menehtyä (Ondračková ym. 2012).

Linnut voivat aiheuttaa tuotantotappioita myös vähentämällä kalan kasvua ja rehutehokkuutta. Näiden tappioiden osoittaminen on vaikeaa, mutta taloudelliset vaikutukset voivat olla suuria. Lintujen aiheuttama pelko voi aiheuttaa kaloille stressiä ja ruokahaluttomuutta (EIFAC 1988, Kortan ym. 2008). Tämä puolestaan saattaa heijastua kalan heikompana kasvuna ja laitoksen vähentyneenä tuotantona.

Lisäksi taloudellisia haittoja aiheutuu lintujen torjuntaan ja niiden käsittelyyn liittyvistä kustannuksista. Linnut voivat aiheuttaa fyysisiä vahinkoja kalantuotantolaitoksilla repimällä verkkoja ja rehusäkkejä (Gorenzel ym. 1994).

Suomessa ei ole systemaattisesti tutkittu havaintoihin perustuen suojeltujen lintujen aiheuttamia vaikutuksia kalankasvatustaloksilla. Vahingonkorvausjärjestelmän kustannusten arvioimiseksi tehdyissä kyselyissä kalankasvattajat ovat arvioineet vahinkojen suuruutta todeten, että lajikohtaiset vaikutukset ovat paikoittain merkittäviä, mutta kaikkien vaikutusten arvioiminen on haastavaa (julkaisemattomat kyselytutkimukset Kalankasvattajaliitto 2021 ja Alioravainen ym. 2022). Suorien ja epäsuorien vahinkojen haitat realisoituvat vaikeasti mitattavina taloudellisina tappioina kalantuottajalle, koska on vaikea arvioida, kuinka suuri osa hävikistä, kuolleisuudesta ja/tai rehukertoimen heikkenemisestä johtuu tiettyjen lintujen vaikutuksesta.

Ajankohtaisen ympäristöministeriön [ohjeistuksen](#) (VN/13726/2022) mukaan kalankasvattajien on mahdollista hakea korvausta ELY-keskuksilta rauhoitettavien lintujen aiheuttamista eläinvahingoista. Tukea on mahdollista saada myös vahinkojen ennaltaehkäisyyn. Yleisissä korvauseriaatteissa mainitaan, että ensisijaisesti tulisi pyrkiä minimoimaan vahingot, jonka jälkeen ulkopuolisen asiantuntijan tulisi todentaa vahingot. Korvauseriaatteena käytettäisiin käypää hintaa ja vahinkojen minimikorvausarvo olisi 170 euroa. Rauhoitettujen lintujen korvauseriaatteista on säädetty laissa (<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220015>) ja valtioneuvoston asetuksessa (<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230115>). Eläinten korvaamisesta on erikseen säädetty riistavahinkolain 11§:ssä seuraavasti: *”Vahingoittuneen eläimen osalta voidaan korvata enintään eläinlääkintäkustannuksia ja menetetyt tuoton arvoa vastaava määrä eläimen tai hunajan käypään arvoon asti.”*

Tässä työpaketissa tavoitteena oli arvioida 1) merimetsojen ja harmaahaikaroiden kalankasvatukselle aiheuttamien vahinkojen ennaltaehkäisymenetelmien kustannuksia, 2) menetelmiä, joilla voidaan todentaa vahinkojen suuruutta, 3) vahinkojen käypää arvoa sekä 4) vahinkojen kokonaismäärää yhteiskunnalle ja valtiontaloudelle.

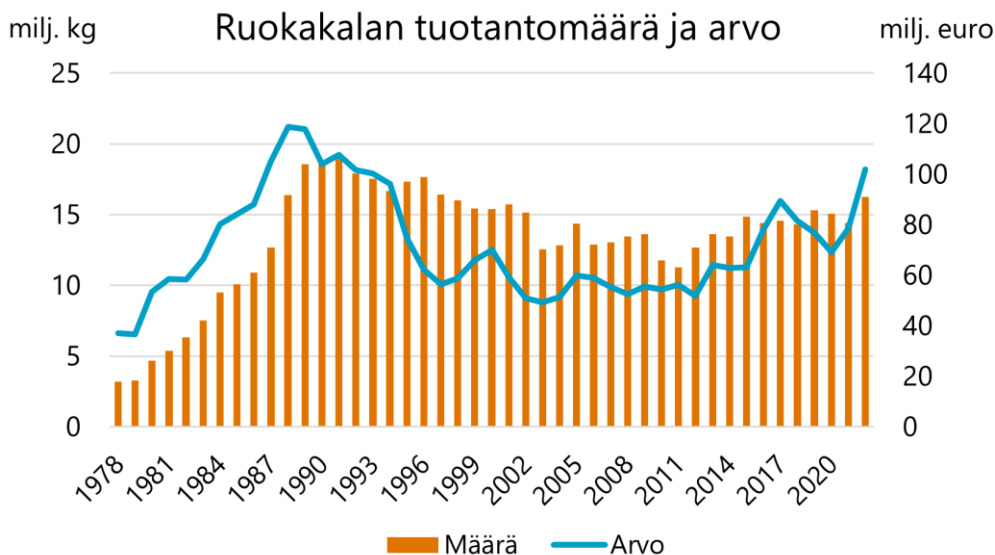
### 5.1.2. Lintuvahingot vaikuttavat kalankasvatuksen arvoon merialueella

Harmaahaikara- ja merimetsovahingot ovat toistaiseksi keskittyneet merialueen laitoksille. Ulkomailla vahinkoja on havaittu myös sisävesillä sijaitsevilla kalankasvatustuotantolaitoksilla (Kortan ym. 2008). Suomen merialueella on 111 kalankasvatustuotantolaitosta 39:n kalankasvatustuotantoyrityksen hallinnassa. Lisäksi Ahvenanmaalla toimii kuusi kalankasvatustuotantoyritystä (Taulukko 5.2). Yrityksistä neljännes on keskittynyt poikastuotantoon ja loput ruokakalatuotantoon, mutta useat yritykset kasvattavat sekä poikasia että isompia markkinakokoisia kaloja.

Suomen merialueella tuotetaan merkittävä määrä kalaa, joka vastaa noin kymmentä prosenttia koko Suomen kalankulutuksesta. Suomen 16,3 miljoonan kilon kalankasvatustuotannosta yli 80 % tuotetaan merialueen kasvatuslaitoksissa. Noin 94 % kasvatustuotannosta on kirjolohta. Kirjolohta lisäksi Suomessa tuotetaan noin 800 tonnia siikaa. Manner-Suomen puolella tuotetaan saman verran kalaa kuin Ahvenanmaalla (Taulukko 5.1). Kalankasvatustuotannon suora arvo vuonna 2022 oli noin 102 miljoonaa euroa (Kuva 5.1), josta siian arvo oli 8,5 ja kirjolohta 91,6 miljoonaa euroa, määti mukaan lukien (Suomen virallinen tilasto (SVT): Vesiviljely 2022).

**Taulukko 5.1.** Ruokakalatuotanto (1 000 kg perkaamatonta kalaa) Manner-Suomessa ja Ahvenanmaalla vuonna 2022.

	Merialue	Sisävesialue	Yhteensä
Manner-Suomi	6 026	3 301	9 327
Ahvenanmaa	6 954	0	6 954
Yhteensä	12 980	3 301	16 281



**Kuva 5.1.** Ruokakalatuotanto ja tuotannon arvo vuosina 1978–2022 vuoden 2022 hintatasossa (Suomen virallinen tilasto (SVT): Vesiviljely 2022).

**Taulukko 5.2.** Kalanviljely-yritysten määrä vuonna 2022.

	<b>Merialue</b>	<b>Sisävesialue</b>	<b>Yhteensä</b>
Ruokakalayritykset	32	35	67
Poikasyritykset	13	50	63
Luonnonravinto- lammikkoviljelijät	0	129	129

### **Vahinkojen ajoittuminen**

Poikastuotantoon kohdentuvat vahingot realisoituvat toimialan arvoon täysimääräisesti tavallisesti vuoden viiveellä, koska hävikkivahingot havaitaan vasta kasvatuskautta seuraavana keväänä, kun poikasia siirretään tulevan kasvatuskauden ruokakalalaitoksiin. Poikasia kasvatetaan kysyntäperusteisesti vain ruokakalalaitosten ympäristölupien rajaamaan tarpeeseen. Jos poikasia kuolee merkittävästi, ei täydennyspoikasia ole välttämättä enää saatavilla, jolloin kokonaistuotanto ja toimialan kokonaisliikevaihto laskee. Näin kävi esimerkiksi vuonna 2021, koska vuosi 2020 oli monin paikoin huono poikaskasvatusvuosi.

Kalankasvatustiloksilla ei ole ohjeistuksen perusteella mahdollisuutta hakea korvausta samana vuonna, kun vahinko on tapahtunut. Poikastuotantoyrityksillä liiketoimintatappiot kohdistuvat vahinkoja seuraavaan kasvukauteen, jolloin poikaset siirretään tai myydään ruokakalakasvattajille. Vastaavasti ruokakalakasvatuksessa vahingot ovat havaittavissa vasta perkuuden yhteydessä aina syyskaudesta kevääseen.

## **5.2. Vesiviljelyselvityksen tavoitteet**

Asetimme tavoitteiksemme

1. arvioida yrityshaastatteluiden avulla lintuvahinkojen suuruutta, vahinkojen ennaltaehkäisy menetelmien käyttöä ja niiden kustannuksia koko Suomen rannikkoalueella sekä sopia kasvattajien kanssa yhteistyöstä laitoksissa, joissa tarkempi seuranta voidaan toteuttaa
2. dokumentoida kameraseurannan avulla merimetsojen, harmaahaikaroiden ja muiden lintujen käyntimääriä, käyttäytymistä ja syötyjen kalojen määrää usealla rannikon kalankasvatustiloksella
3. arvioida lintujen aiheuttamien tuotantotappioiden suuruutta edellä mainituilla tiloksilla vertaamalla kuolleisuutta, rehutehokkuutta ja kasvua vastaaviin tiloksiin tai tuotantoparametreihin, jossa painetta ei esiinny
4. määrittää kuolleina kasvatustalasta kerätyistä, vahingoittuneista kaloista merimetson, harmaahaikaran ja muiden saalistajien jättämien jälkien osuus joko villeillä kaloilla käytetyllä visuaalisella tunnistusmenetelmällä tai DNA-perusteisella purema-/nökkimisjäljen aiheuttajan lajintunnistusmenetelmällä
5. testata koneoppimisen ja tekoälyn (artificial intelligence) hyödyntämistä kohdelajien ja vaikutusten tunnistamisessa mittavan havaintomateriaalin käsittelyn tehostamiseksi.

Saavutimme täysin tavoitteet 1) ja 2). Tavoite 3) toteutui osittain, sillä laitosten toimittamat tuotantoparametrit ovat valtaosin laskennallisia, mallin tuottamia, kun taas lintujen tuotantovaikutusten arviointi edellyttäisi jatkuvaa seurantaa sekä mittauksia rehukulutuksesta, kalojen ja kalamassan kasvusta sekä kuolevuudesta. Vahinkoja voitiin arvioida kuitenkin

kasvatuskauden jälkeisen aineiston perusteella, lähinnä suurimmissa vahinkotapauksissa. Vuoden 2023 osalta tuotantodata on osittain vielä selvittämättömänä raportoinnin yhteydessä. Tavoitteen 4) saavuttamiseksi kehitimme DNA-perusteisen lajintunnistusmenetelmän ja osoitimme sen toimivuuden lintupetojen tunnistamisessa pilottikokeella. Menetelmää ei hankkeen aikana ehditty soveltamaan verkkoallasnäytteisiin. Emme myöskään saaneet riittävästi näytteitä visuaalisen tunnistamisen tarpeisiin. Testit koneoppimisen käytöstä haittoja aiheuttavien lintulajien tunnistamisessa (tavoite 5) aloitettiin.

### **5.3. Aineisto ja menetelmät**

Tietoa lintujen aiheuttamista vahingoista ja kustannuksista vesiviljelylaitoksilla kerättiin hankkeessa kahdella menetelmällä: yrityshaastatteluilla ja kameraseurannoilla. Haastatteluilla selvitettiin lintujen esiintyvyyttä sekä niiden aiheuttamaa välitöntä ja välillistä haittaa kalanviljelylaitoksilla. Haastattelujen yhteydessä yrittäjiltä kysyttiin haluavatko he osallistua kameraseurantatutkimukseen.

Kuvaamalla kasvatusaltaita valvonta- ja riistakameroilla kerättiin tietoa lintujen määrästä ja ajallisesta esiintymisestä sekä kasvatettaviin kaloihin kohdistuvasta saalistuspaineesta. Samalla vertailtiin eri kalalajeihin ja eri kokoihin kaloihin kohdistuvan saalistuksen määrää. Käytössä oli jatkuvasti kuvaavia valvontakameroita sekä jaksoittain kuvaavia riistakameroita, jotka aktivoituivat liikkeestä tai kuvasivat ennalta asetetun protokollan mukaisesti. Havaintoaineistoa siirrettiin Luonnonvarakeskuksen konenäkösovellukseen NatureWatchiin, jotta voitiin arvioida olisiko konenäköä ja tekoälyä mahdollista hyödyntää jatkossa lintulajien tunnistamisessa laajasta kuvamateriaalista.

#### **5.3.1. Yrityshaastattelut**

Yrityshaastattelut toteutettiin vuotuisen kalankasvattajille suunnatun Olosuhdekatsaus-kyselytutkimuksen yhteydessä erillisenä kohdistettuna teemana, jossa laajennettiin kysymyksiä merimetsojen ja harmaahaikaroiden vaikutusten osalta. Vuonna 2023 kysely tehtiin laajemmalle otantajoukolle, joka kattoi yrittäjiä Suomen rannikkoalueelta.

Yhteensä haastateltiin 15 kalankasvatusyritystä Suomenlahden, Saaristomeren ja Pohjanlahden alueelta. Kaikki haastateltavat kasvattivat kalaa meressä verkkoaltaissa. Kolme yrityksistä kasvatti kirjolohen lisäksi siikaa. Haastattelut toteutettiin puhelinhaastatteluina vuosien 2022 ja 2023 aikana. Otokseen pyrittiin valitsemaan suurimmat toimijat, mutta samalla huomioiden otoksessa koko Suomen rannikko.

Kyselyssä pyrittiin selvittämään, onko yrittäjien eri kasvatusalueiden välillä eroja, eli suosivatko harmaahaikarat ja merimetsot yrittäjien havaintojen mukaan tiettyä kalalajia, -kokoa tai verkkoaltaan sijaintia. Samalla tiedusteltiin, miten kasvatuspaikalla suojaudutaan lintujen aiheuttamalta häirinnältä ja saalistukselta sekä sitä, kuinka suuret työkustannukset lintujen torjuntatoimenpiteistä aiheutuvat. Yrittäjää pyydettiin myös arvioimaan lintujen aiheuttamien vahinkojen välitöntä ja välillistä haittaa (mm. nokkimisjälkiä, tuotantotappiota, suojautumiskustannuksia). Yhteistyölaitokset valittiin haastattelujen perusteella niin, että ne edustivat mahdollisimman monipuolisesti eri kasvatussuuntauksia ja jakautuivat maantieteellisesti koko rannikon alueelle.

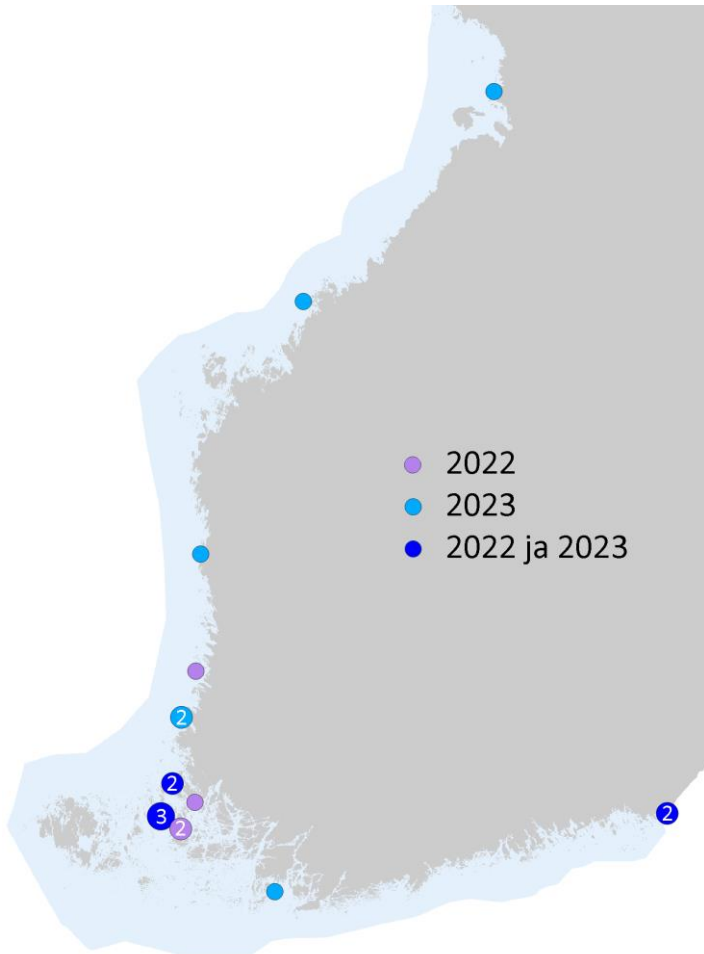
Maa- ja metsätalousministeriö ja ympäristöministeriö ovat aiemmin tilanneet Lukelta eläinten vaikutuksia koskevan tilastollisen esiselvityksen, jonka vastauksia hyödynnetään tämän tutkimuksen tausta-aineistona. Tilastollista tutkimusta voidaan hyödyntää vaikutusten yleistämiseen, menetelmien vertailuun sekä kokonaisvaikutusten arviointiin.

### **5.3.2. Kameraseuranta**

#### **Kalantuotantolaitoksien valvonta- ja riistakameraseuranta**

Seurantaan valittiin yritysraastattelujen perusteella kalankasvatustiloja Suomenlahden, Saaristomeren, Selkämeren ja Pohjanlahden alueilta (Kuva 5.2). Mukaan pyydettiin tiloita, jotka sijaitsivat eri etäisyyksillä merimetsokolonioista niin, että myös lähellä kolonioita sijaitsevia tiloita tuli mukaan. Merimetsokolonioiden etäisyys vaihteli 3,4 km ja 43,4 km välillä tiloista. Mukaan valittiin sekä poikasia että ruokakalaa ja sekä kirjolohta että siikaa kasvattavia viljelytiloita rannan läheltä ja ulkosaaristosta. Hankkeessa pyrittiin valitsemaan tarkkailuun suurimmat ongelmalaitokset maksimivahinkojen kartoittamiseksi. Tilojen valintaa rajoitti toisaalta myös seurantaan halukkaiden yrittäjien määrä. Muutamilla tiloilla, joissa oli havaittu ongelmia lintujen kanssa, yrittäjä ei halunnut seurantaa. Toisaalta useat yritykset sanoivat, että seuranta on tarpeetonta, koska lintuja ei juurikaan ole. Vaikka tarkkailuun saatiin kattavasti erilaisia tiloita, keskiarvotuloksia ei voida yleistää kaikkiin rannikon viljelytiloihin, joissa lintuja vierailee, vaan haittoja voi esiintyä tässä havaittua vähemmän tai enemmän.

Työpakettien valvontakameraseurannat toteutettiin yhteistyössä kymmenen vesiviljely-yrittäjän kanssa yhteensä 14 tiloksella vuosien 2022–2023 aikana. Vuoden 2022 seurantaan valittiin kahdeksan tiloista, joissa merimetsan ja/tai harmaahaikaran aiheuttamia ongelmia on viime vuosina esiintynyt. Vuonna 2023 seurantaa jatkettiin kahdeksalla tiloksella, joista yhdellä oli seurantakamera kahdella tilalla. Yrityksistä kolme osallistui seurantaan kumpanakin vuotena. Ainoastaan yhdellä kasvatustiloksella kasvatettiin siikaa, kaikilla muilla kirjolohta. Siikalaitosta seurattiin molempina vuosina.



**Kuva 5.2.** Videoseuranta-altaiden sijainnit. Isompien ympyröiden kohdalla on ollut useampi seuranta-allas. Sinisellä merkityjä kohteita seurattiin molempina vuosina, violetteja vain vuonna 2022 ja vaaleansinisiä vain vuonna 2023.

Kalantuotantolaitosten seuranta toteutettiin kala-altaisiin asennettavilla jatkuvatoimisilla videovalvontakameroilla, jotka tallensivat videokuvaa vuorokauden ympäri. Kameran sijoitettiin niin, että niillä saatiin katettua mahdollisimman hyvin kohteena oleva verkkoallas. Videokuvasta selvitettiin merimetson ja harmaahaikaran aiheuttamia suoria kalataloudellisia vahinkoja eli saalistusyrytysten ja saalistettujen kalojen lukumääriä.

Vuonna 2023 havainnoimme lisäksi kahdella laitoksella riistakameroiden avulla lintujen käyntimäärän vaihtelua kasvatusaltaiden välillä. Toisella kohdelaitoksella kamerat asennettiin kaikkiin altaisiin ja toisella kohteella suunnilleen joka toiseen altaaseen. Kuvattavat altaat valikoitiin muun muassa kalojen koon perusteella.

Valvontakameraseuranta toteutettiin mobiiliverkon kautta siten, että materiaali tallennettiin aluksi pilvipalveluun ja sieltä kovalevyille videoiden tulkintaa varten. Valvontakamerat varustettiin omalla akulla ja aurinkopaneelilla, ja ne olivat internetyhteydessä palvelimeen. Jatkuvatoimisilla valvontakameroilla pystyttiin tuottamaan videokuvaa tarvittaessa vuorokauden ympäri. Jatkuvatoimisten valvontakameroiden tallentamasta videomateriaalista oli siis mahdollista selvittää kalantuotantolaitoksilla vierailevien lintujen lukumäärät ja tehdä havaintoja lintujen saalistuskäyttäytymisestä laitoksilla. Öisin lintujen käyttäytymisen havainnointi tai määrän laskeminen oli ajoittain mahdotonta pimeyden vuoksi. Videomateriaalin suuren määrän vuoksi videoanalyysiä, eli lintuhavaintoja ja käyttäytymisen seuranta, tehtiin nauhoitetusta

aineistosta systemaattisen otannan avulla. Pääsääntöisesti analysointiin joka kuudennen vuorokauden videomateriaali.

Valvontakameroilla tarkkailtiin lintujen lukumäärän lisäksi niiden käyttäytymistä. Tärkein tutkimuskysymys oli, saalistavatko linnut kaloja ja mikä saalistettujen kalojen määrä on. Kuvamateriaalin perusteella laskettiin, kuinka paljon linnut tekivät saalistusyrityksiä, ja kuinka usein linnut onnistuivat saalistusyrityksissään. Saalituksen määrällisellä arvioimisella pyrittiin arvioimaan, kuinka paljon linnut aiheuttavat suoraa hävikkiä kasvatusaltaan kalamäärille. Videomateriaalin käsittelyvaiheessa tehtiin lisäksi silmämääräisiä havaintoja erilaisten suojaustoimien, kuten lintuverkkojen, tehokkuudesta kalojen suojaamiseksi lintujen saalistukselta.

Valvontakameraseurannan ajankohta vaihteli laitoksittain kasvatuskauden aikana huhtikuusta lokakuuhun, jolloin jokaiselle laitokselle kohdistui keskimäärin noin 2,5 kk (7 pv–5 kk) pituinen seurantajakso. Useimmilta laitoksilta kuvamateriaalidataa ei saatu tai käsitelty koko kasvatuskaudelta, joten havaintoja ei voi suoraan luotettavasti verrata ja yleistää eri tuotantolaitoksien kasvatuskausien tuotantodataan. Vahinkohavaintotietoa ei ole siis ajalta ennen kameroiden asettamista, tai sen jälkeen kuin kamerat poistettiin laitoksilta. Koska kalankasvatuslaitokset jakautuivat maantieteellisesti hyvin laajalle alueelle Suomenlahdelta Perämerelle, ja otokseen valittiin lähtökohtaisesti laitoksia, joissa lintuja on havaittu, eivät tulokset ole lintujen esiintymisen, käyttäytymisen tai vahinkojen kannalta suoraan verrannollisia keskenään, eivätkä yleisettävissä kaikkiin laitoksiin.

### **Valvontakameraseurannan tutkimusalueet**

Vuoden 2022 otantaan pyrittiin valitsemaan poikaslaitoksia, jotka sijaitsivat lähempänä rannikkoa, sekä jatkokasvatuslaitoksia, joissa on isompia kaloja ja jotka usein myös sijaitsevat ulompana saaristossa. Vuonna 2023 pyrittiin valitsemaan kohteita, jotka sijaitsivat mahdollisimman lähellä asuttua merimetsokoloniaa, sillä tällaisia kohteita ei ollut mukana vuoden 2022 seurannassa. Samalla valittiin pohjoisempana Pohjanlahdella sijaitsevia laitoksia maantieteellisten erojen havaitsemiseksi. Seurantaan otettiin myös mukaan laitoksia, joissa vuoden 2022 kenttäkauden aikana saatiin havaintoja mahdollisesti merkittävästä rauhoitettujen lintujen aiheuttamasta saalistuspaineesta.

Tavoitteena oli selvittää vuosien välistä vaihtelua lintujen esiintyvyydessä ja saalistuskäyttäytymisessä sekä vuodenajan merkitystä mahdollisten kalataloudellisten vahinkojen määrään. Tarkkailuun valikoitui sekä suojaverkollisia että -verkottomia kohteita. Suojaverkottomien altain seurannalla pyrittiin saamaan käsitys suojaustoimien tehokkuudesta merimetsan ja harmaahaikaran saalistuspaineen vähentämisessä.

Tutkimuskohteiksi valikoiduilla laitoksilla seurantaan valittiin 1–2 verkkoallasta. Altain valinnassa pyrittiin kattamaan laaja joukko erikokoisia kaloja aina poikaskokoisesta kalasta teuras kokoiseen kalaan. Sisällyttämällä eri kokoluokkia tutkimukseen pyrittiin kartoittamaan koon mahdollisia vaikutuksia lintujen aiheuttamaan saalistuspaineeseen ja saalistuksesta aiheutuvien kalataloudellisten vahinkojen määrään (Taulukko 5.3).

**Taulukko 5.3.** Tutkimuslaitosten ominaisuudet. KL = Kirjolohi

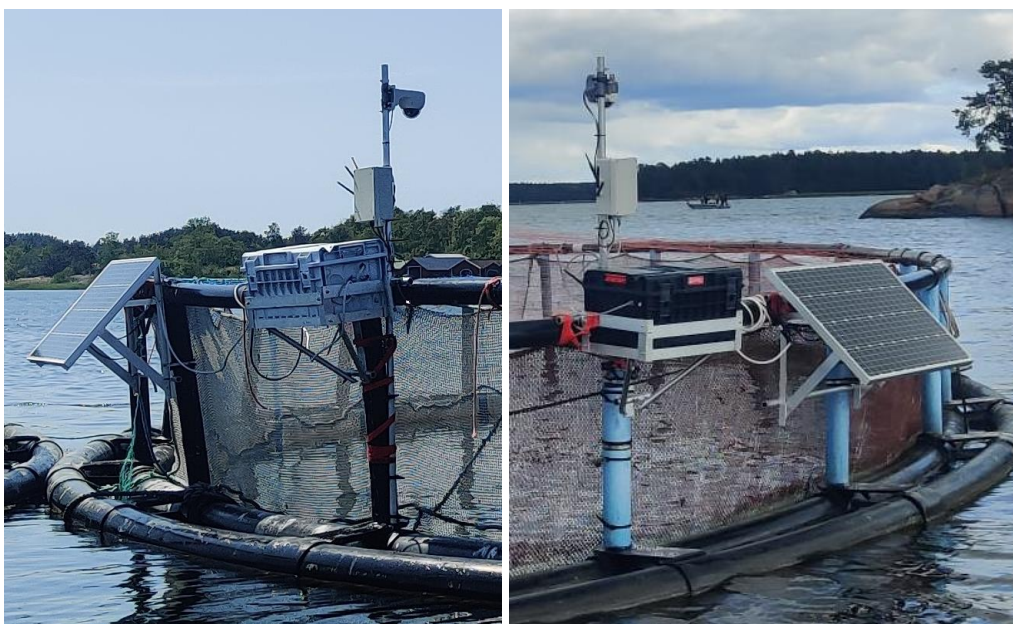
ID	Pvm	Vuosi	Sijainti	Verkon korkeus	Verkon silmäkoko	Kalan mediaanikoko seuranta-aikana (g)	Laji	Kuvattuja päiviä	Tulkittuja päiviä (otanta)	Merimetsot		Harmaahaikara	
										Etäisyys koloniaan (km)	Pesiä	Etäisyys koloniaan (km)	Pesiä
15	20.7.–11.9.	2023	Oulu	korkea	iso	478	KL	54	8	14,8	450	53,0	1
14	21.7.–29.8.	2023	Pietarsaari	matala	iso	1220	KL	40	7	43,4	1207	164,0	1
13	12.5.–3.10.	2023	Kristiinankaupunki	-	-	1003	KL	145	19	4,4	504	58,7	75
17	6.9.–11.10.	2022	Pori	korkea	iso	434	KL	36	7	8,2	235	22,6	75
11	9.6.–6.9.	2023	Rauma	keski	pieni	891	KL	86	14	16,4	6830	13,0	3
2	9.6.–6.9.	2023	Rauma	keski	pieni	97	KL	85	15	16,4	6830	13,0	3
7	14.–17.7., 1.–13.9.	2023	Kustavi	matala	pieni	102	KL	37	7	23,3	492	26,0	1
6	17.6.–20.9.	2022	Kustavi	matala	pieni	65	KL	96	17	23,3	795	26,0	1
16	29.6.–28.8.	2022	Naantali	keski	pieni	2110	KL	48	9	13,6	30	13,6	1
9	2.7.–3.10.	2022	Houtskari	matala	pieni	393	KL	94	18	16,8	20	34,3	3
10	2.7.–3.10.	2022	Houtskari	-	-	2436	KL	94	18	15,5	20	31,2	3
3	15.6.–4.9.	2023	Brändö	matala	pieni	46	Siika	73	13	31,0	20	17,9	3
1	29.7.–29.9.	2022	Brändö	matala	pieni	112	Siika	63	12	17,1	20	17,9	3
12	22.7.–29.9.	2022	Brändö	korkea	iso	1066	KL	70	13	25,3	20	23,6	3
8	22.6.–27.9.	2023	Kemiönsaari	keski	pieni	124	KL	93	13	24,1	160	11,9	65
5	25.4.–26.9.	2023	Virolahti	matala / -	pieni / -	1107	KL	155	27	3,4	14	2,5	20
4	3.9.–18.10.	2022	Virolahti	keski	iso	256	KL	42	9	10,2	32	2,5	20

### Valvontakamerajärjestelmän kuvaus

Kalantuotantolaitoksien seurantaan varten kehitettiin etäseurattava ja itsenäisesti toimiva tutkimuskamerajärjestelmä (Kuva 5.3). Tutkimuskohteissa videokuvaa tallennettiin alumiinitankoon kiinnitetyllä SD49225XA-HNR-P Dahua PTZ Lite-AI IR 2 Mpx 25x IP-kameralla (4.8–120 mm) vuorokauden ympäri. Syksyllä valon määrän vähentyessä kamerat asetettiin tallentamaan vain vuorokauden valoisa ja hämärät tunnit (8–22). Kameratangossa oli kiinnitettynä vedenpitävä, IP-suojattu muovinen laitekotelo, joka sisälsi reitittimen (RUT240) ja virranjaon sekä datasiirtokaapelin (RJ45) kameralle. Kameratanko kiinnitettiin kala-altaan rakenteessa olevaan pystypuuhun kehikon reunan ulkopuolelle ja tuettiin sivusuuntaisiin kehikkorakenteisiin kameratangon vakauttamiseksi.

Kameratangon yhteyteen kala-altaan kehikkoon asennettiin käyttötarkoitusta varten suunniteltu ja toteutettu alumiininen asennusteline laitekotelolle. Asennustelineeseen nostettiin vedenpitävä, IP-suojattu, 585 x 385 x 320 mm kokoinen muovinen laatikko. Laatikko sisälsi järjestelmän virtalähteenä toimivan Li-ion-akun (Tab HD 12V 100Ah LiFePO4 BT HD12-100) ja aurinkopaneelin lataussäätimen (Sunbeam MoonRay 160 MPPT). Lataussäätimen- ja akun toiminnassa syntyvän lämmön poistuminen kotelosta mahdollistettiin paineentasausventtiileillä.

Kamerajärjestelmän virta saatiin 125W monikide PERC (Passivated Emitter and Rear Contact) aurinkopaneelistä. Aurinkopaneelin kiinnittämistä varten suunniteltiin ja toteutettiin oma alumiininen tuki- ja kiinnitysjärjestelmä. Olosuhteiltaan erityisen haastavissa avomerialueiden kalantuotantolaitoksilla aurinkopaneeliin rakennettiin ylimääräinen tukikehikko. Aurinkopaneeli kiinnitettiin kala-altaan yläriman muovirakenteisiin tutkimuslaitteiston läheisyyteen ja tuettiin pystypuuhun aurinkopaneelin heilunnan minimoimiseksi. Aurinkopaneelin asennuskohdaksi valittiin tutkimuskohteissa kala-altaan tukiraamin kaarteeseen eteläinen puoli. Aurinkopaneelin paneeliosaa oli aina suunnattuna ulospäin kala-altaasta, jotta aurinkopaneeli tai sen tukirakenteet eivät aiheuttaisi vahinkoa mahdollisille altaan lintuverkoille tai hankaloittaisi tuotantolaitoksen työntekijöiden työskentelyä kala-altaalla. Paneelit asennettiin noin 45 asteen kulmaan kenttäkauden aikana vaihtuvan auringonvalon tulokulman ja energiantuotannon maksimoimisen kompromissina.



**Kuva 5.3.** Valvontakamerajärjestelmä asennettuna tutkimuskohteeseen.

Kuva: Antti Ovaskainen.

Kaikissa laitteiston johdotuksien läpivienneissä ja liitoksissa käytettiin IP-suojattuja komponentteja, jotta voitiin varmistua laitteiston riittävästä suojauksesta kosteissa ja haastavissa meriolosuhteissa. Kiinnitysratkaisut sekä koteloihin ja laatikoihin liittyvät muokkaukset toteutettiin suolapitoista vettä kestävästä materiaaleista, muovista, alumiinista ja haponkestävästä teräksestä. Kaikki tutkimusvälineistön kiinnitykset suunniteltiin ja toteutettiin siten, että niiden asentaminen tutkimuskohteeseen ei vaatinut muokkauksia kala-altaan rakenteisiin. Kiinnityslaitteisto suunniteltiin skaalautuvaksi, sillä kala-altaan tukikehikoiden rakennemitoista ei yleensä saatu tarkkaa tietoa ennen varsinaista tutkimuslaitteiston asennushetkeä.

Asennusvaiheessa kala-altaan raamin muovirakenteet suojattiin merivettä ja uv-säteilyä kestäväillä kumiliuskoilla. Altaan rakenteiden suojaamisella estettiin se, etteivät kiinnityskomponenttien alumiinista tai teräksestä valmistetut osat päässeet kuluttamaan muoviputkirakenteita aallokon aiheuttaman pysty- ja sivuttaissuuntaisen liikkeen vuoksi. Laitteiston suurehkon kokonaispainon ja haastavien asennusolosuhteiden vuoksi kiinnitysjärjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa käytettiin erityistä huolta ja tarkkuutta. Luotettavilla kiinnityksillä varmistettiin, ettei tutkimuslaitteisto pääsisi kärsimään vahinkoja kenttäkauden aikana ja ettei se pääsisi irtomaan ja aiheuttamaan vahinkoja yhteistyöyrittäjien omaisuudelle eli tutkimuskohteenä olevalle kala-altaalle tai muulle yrittäjän omaisuudelle.

Valvontakameralaitteistot kestivät erinomaisesti haastavat meriolosuhteet kummankin kenttäkauden (2022 ja 2023) ajan. Merkittäviä laitteistotappioita kärsittiin vain yhdessä tutkimuskohteessa, jossa akkusuojaalaatikon vedenpitävät tiivisteet olivat vialliset ja laatikkoon sisälle päässyt merivesi vioitti laitteiston. Eräässä avomeriolosuhteissa sijaitsevassa tutkimuskohteessa osa kiinnikkeistä irtosi voimakkaan aallokon aiheuttaman heilunnan ja puutteellisen varmistuksen vuoksi, mutta laitetappioilta vältyttiin tuotantolaitoksen työntekijöiden tekemien nopeiden lisäkiinnityksien ansiosta.

### **Valvontakameradatan siirto ja tallennus sekä laitteiston etähallinta**

Seurantajärjestelmä siirsi valvontakameran kuvavirtaa mobiilidatana 3–4G-verkkoon, jonka välityksellä kuvatiedostot tallennettiin Turun yliopiston hallinnoimalle palvelimelle FTP:tä (File Transfer Protocol) hyödyntäen. Kunkin kameran nauhoittama kuvavirta asetettiin tallentamaan palvelimelle yhden tunnin pituisina videotiedostoina. Lyhyempi tallennusväli valittiin, jotta mahdollisissa kuvatiedoston korruptiotilanteissa kuvamateriaalihävikki olisi minimaalista ja jotta yksittäisen videotiedoston lataaminen palvelimelta sujuisi kohtuullisessa ajassa. Kaikki tallennettu videomateriaali varmuuskopioitiin automaattisesti erilliselle Turun yliopiston hallinnoimalle datapalvelimelle.

Kameroiden etähallinta mahdollistettiin siltauksella reitittimen välityksellä. Kameran etähallintaohjelmistona käytettiin kameravalmistajan Dahua Network Speed Dome & PTZ Camera Web 3.0 -ohjelmaa. Etähallintaohjelmistoon kirjaututtiin internet-selaimella. Kunkin tutkimuskohteena olleen kala-altaan yrittäjälle luotiin kameran hallintaohjelmistoon omat yksilöidyt tunnukset ja salasanat, joiden avulla myös yrittäjä pystyi kirjautumaan hallintaohjelmistoon ja seuraamaan sen välityksellä kyseiseen kohteeseen asennetun kameran reaaliaikaista kuvavirtaa. Kameran- ja reitittimen etähallinnan avulla tutkimuslaitteiston ohjelmistoon tai kuvavirtaan liittyvät toimenpiteet oli mahdollista suorittaa ilman fyysistä siirtymistä kaukasiin ja usein vaikeissa hankalasti saavutettavissa oleviin tutkimuskohteisiin. Kameroiden toiminta varmistettiin säännöllisesti, vähintään kerran viikossa etäyhteyden välityksellä tarkastamalla

niiden kuvavirta. Videotiedostojen tallentuminen FTP-palvelimelle tarkastettiin säännöllisesti, vähintään kerran viikossa, mahdollisten tallennusongelmien havaitsemiseksi.

Kamerat asetettiin tallentamaan kuvavirtaa alemmilla videotarkkuusasetuksilla sen sijaan, että olisi hyödynnetty laitteiston täysi suorituskyky. Syynä olivat tutkimuskohteiksi valittujen kalaltaiden suuren lukumäärä, mahdolliset 3–4G-verkon datasiirtonopeuden rajoitteet ja käytetyn palvelimen rajallinen tallennuskapasiteetti. Alemmilla videotarkkuusasetuksilla varmistettiin, että kuvavirtaa saadaan tallennettua kustakin sijainnista yhtäjaksoisesti ja mahdollisimman vähin katkoksin. Korkeampi videotarkkuus olisi voinut johtaa tallennuskapasiteetin loppumiseen ja tutkimusaineiston menettämiseen.

Tutkimuslaitteistojen videodatan siirto- ja tallennus toimivat pääosin erinomaisesti kummankin kenttäkauden ajan (2022 ja 2023). Videokuva-aineiston tallennuksessa esiintyi joitakin lyhyitä katkoksia, joiden kokonaiskesto suhteessa kaikkeen nauhoitettuun materiaaliin on verrattain pieni. Yksittäisillä kameroilla ja otantaan osuneilla tunneilla data oli kuitenkin alkukaudesta 2023 niin katkonaista, että luotettavia arvioita harmaahaikaroiden saalistusyrytyksistä ja saaliismääristä ei pystytty tekemään. Harmaahaikaramäärät saatiin kuitenkin näiltäkin päiviltä arvioitua.

Lyhyet katkokset olivat yleisesti ottaen seurausta kamerasiirto- tai reitittimen ohjelmistossa tapahtuneesta virheestä, jonka seurauksena kamera oli lopettanut videodatan tallentamisen FTP-serverille, tai asennuksessa tai asennuksen jälkeen syntyneestä johtoviasta. Johtovikatilanteissa virransyöttö akustolle ei toiminut suunnitelmien mukaan, ja kameralaitteisto toimi vain niin kauan, kuin akussa riitti virtaa (3–4 päivää). Mahdollisten vikatilanteiden havaitsemiseksi ja videodatahävikin minimoimiseksi kaikkien kameroiden kuvavirta, toiminta ja datasiirron toimivuus tarkastettiin etäyhteyden välityksellä vähintään kerran viikossa.

### **Kalantuotantolaitosten aineisto ja videoanalyysi**

Kustakin tutkimuskohteesta saatavilla olevasta videomateriaalista valittiin analysoitavaksi joka kuudes päivä. Otanta alkoi ensimmäisestä sellaisesta päivästä kamerasiirto-asetuksen jälkeen, jona videodataa oli vuorokauden jokaiselta tunnilta. Harvaan otantaan päädyttiin videoaineiston suuren koon ja aikarajoitteiden vuoksi sekä siksi, että analysointiin saataisiin mahdollisimman ajallisesti kattava aineisto kustakin kamerasta. Videoaineistosta analysoitiin joka kuudes päivä, jotta mahdolliset tietyille viikonpäiville osuvat säännönmukaisuudet, esimerkiksi kalankasvatustilanteiden yrittäjän huoltokäynnit tai mahdollinen lintujen käyttäytymisen viikonpäiviin liittyvä rytmikka, eivät loisi vääristymää mahdollisiin lintulajihavaintoihin tai niiden käyntitiheyksiin ja siten vääristäisi tutkimustuloksia. Laveampi otanta mahdollisti myös havaintojen tekemisen koko kenttäkauden osalta niissä kameroissa, jotka päästiin asentamaan tutkimuskohteeseen jo alkukesästä.

Videot analysoitiin otannan mukaisesti katsomalla kaikki päivän videomateriaali VLC-media-soittimella ja tekemällä siitä havaintoja. Laajan videoaineiston läpikäynnin sujuvoittamiseksi videot katsottiin 0,5–32-kertaisella nopeutuksella, ja nopeutta hidastettiin, kun havaittiin lintu. Nopeutuksen käyttäminen oli välttämätöntä analysoitavan aineiston suuren koon vuoksi. Havainnot kirjattiin Excel-taulukko-ohjelmaan yhden tunnin pituisina tarkkailujaksoina. Videota kelattiin tarvittaessa taaksepäin tai se pysäytettiin lintujen tunnistamista ja yksilömäärien laskeutusta varten sekä saalistusyrytyksien tai onnistuneiden saalistuksien varmentamiseksi. Varsinaisen lintujen saalistuspaineen arviointiin käytettyjen määreiden lisäksi kirjattiin ylös

myöhempää havaintojen laadunvarmistusta varten kultakin tunnilta havaittavissa oleva säätila (pilvisuus, aallokko, sade, valon määrä). Lisäksi videolta havaintoja tehnyt henkilö kirjasi ylös oman arvionsa havainto-olosuhteiden haastavuudesta (huono, normaali, hyvä) sekä mahdollisia lintujen käyttäytymiseen liittyviä erityishuomioita.

Videolta tunnistettiin ja kirjattiin ylös kunkin lintulajin määrät, saalistuskerrat ja saaliit (Taulukko 5.4.).

**Taulukko 5.4.** Videomateriaalista kirjatut ja analyyseissä käytetyt lintujen lukumääriä ja saalistusta koskevat muuttujat.

	Harmaahaikara	Merimetso	Sääksi ja merikotka
Maksimimäärät Potentiaalisesti saalistamassa Kaikki kasvatusaltaalla oleilevat	Suurin yksilömäärä samanaikaisesti verkolla / altaassa tunnin ajan Suurin yksilömäärä yhteensä, mukaan lukien rakenteilla istuvat		
Saalistusyritykset	Nokkaisu	Sukellus	Jalat vedessä
Onnistuneet saalistukset	Lintu pyydysti kalan ja söi sen		
Epäonnistuneet saalistukset	Lintu sai kalan, joka karkasi tai päästettiin		
Haikarapaine	Keskiarvo tunnin aikana verkolla olevien harmaahaikaroiden määrästä <sup>1</sup>		
Saalistustapahtumat		Merimetso laskeutui veteen ja sukelteli, kunnes sai kalan tai lähti pois <sup>2</sup>	
Merimetsominuutit		Kuinka monta minuuttia merimetso sukelsi altaassa <sup>3</sup>	

<sup>1</sup> Harmaahaikaroille laskettiin viiden minuutin välein (00:00, 00:05, 00:10 jne.) kaikki verkolla istuvat yksilöt. Lukujen keskiarvosta saatiin tuntikohtainen haikarapaine, eli kuinka monta harmaahaikaraa tunnin aikana keskimäärin istuu verkolla ja on potentiaalisesti saalistamassa. Luku 1 tarkoittaa, että tunnin aikana oli keskimäärin yksi harmaahaikara verkolla koko ajan (tai kaksi harmaahaikaraa puolen tunnin aikana, jne.)

<sup>2</sup> Jos altaassa sukelteli samanaikaisesti useampi merimetso niitä ei voitu yksilöidä, mutta saalistusyritysten määräksi kirjattiin yhtä monta kuin merimetsoa oli samaan aikaan sukeltamassa.

<sup>3</sup> Koska lintuja ei voitu yksilöidä laskettiin erikseen minuutit, jolloin altaassa sukelteli 1, 2, 3 tai useampaa merimetsoa. Useamman merimetsan sukeltelun tapauksissa aika kerrottiin merimetsojen määrällä.

### Videodatan korjaus

Valvontakameroiden yöllisinä, pimeinä ajanjaksoina tallentama data oli ajoittain liian pimeää analysoitavaksi. Ainoastaan keskikesän valoisaalta ajanjaksolta saatiin analyysikelpoista videomateriaalia vuorokauden ympäri. Kaikesta analyysikelpoisesta videodatasta kävi ilmi, että merimetsot ja petolinnut eivät käyneet altailla pimeään aikaan, mutta harmaahaikarat oleilivat ja

kalastivat altailla aktiivisesti myös öisin. Näiltä tunneilta saalistusten ja saalismäärien arvioita ei pystytty tekemään, mikä vaikuttaa vuorokauden kokonaissaalismääriin. Asian huomioimiseksi harmaahaikaroiden saalistusdataa korjattiin siten, että havaittujen saaliiden ja saalistusten määrä jaettiin katsottujen tuntien määrällä ja kerrottiin 24:llä.

Esimerkki: Päivänä, jolloin havaintoja ei kyetty tekemään klo 01–03 välillä, havainnointituntien määrä on 22. Jos harmaahaikarat ovat nokkaisseet (saalistusyritys) 100 kertaa ja saaneet 40 saalista, korjatut arvot ovat  $100/22 \text{ h} \times 24 \text{ h} = 109,09$  nokkaisu (saalistusyritystä) ja  $40/22 \text{ h} \times 24 \text{ h} = 43,64$  saalista. Tämä pyöristettynä tasanumeroiksi on 109 (saalistusyritystä) ja 44 (onnistunutta saalistamista).

Tallennetun videokuvan laatu oli muutamana otantapäivänä huonolaatuista ja/tai katkonaista, minkä vuoksi näiltä päiviltä videodatasta voitiin analysoida luotettavasti vain osa materiaalista. Näiden päivien osalta tarkastelusta poistettiin saalistus. Haikaramäärät oli kuitenkin mahdollista arvioida.

### **Lintu- ja kalamuuttajat**

Harmaahaikaroiden ja merimetsojen pesimätietojen avulla tarkasteltiin harmaahaikaroilta kahta ja merimetsoilta kolmea lintujen esiintyvyyttä selittävää tekijää. Jokaiselle seurantalaitokselle laskettiin 1) etäisyys lähimpään harmaahaikara- ja merimetsokoloniaan ja 2) kummankin lajin pesien määrän 5, 10 ja 15 km säteellä laitoksesta. Merimetsoilta laskettiin lisäksi 3) koloniapaine, jossa lähimmän kolonian lintuparien määrä jaettiin ko. kolonian etäisyydellä laitoksesta. Millään laitoksella ei ollut useampaa kuin yhtä koloniaa 15 km säteellä. Merimetsojen pesimäkolonioiden vuosikohtaiset sijainnit saatiin Suomen Ympäristökeskuksen merimetsoseurannasta. Harmaahaikaroille ei ole vastaavaa keskitettyä tietoa, joten niille luotiin pesimätietokartta BirdLife Suomelta saadun havaintodatan perusteella.

Kalankasvatuslaitoksilta saatiin kalan koot kasvatuksen alkaessa ja loppuessa. Joiltakin laitoksilta saatiin tieto kalojen koosta myös 1–7 kertaa kasvatuksen alku- ja lopetushetken väliltä. Yhdeltä laitokselta saatiin vain aloituspaino. Kalojen kokoarvio saatiin laskemalla kasvukerroin annettujen arvojen välille, jonka avulla päiväkohtainen kokoarvio pystyttiin laskemaan. Altaalta, jolta saatiin vain aloituskoko, koot laskettiin käyttämällä toisen vastaavan, samankokoisia kaloja samaan vuodenaikaan sisältävän laitoksen kasvukerointa. Nämä koot ovat summittaisia keskimittoja altaassa oleville kaloille, mutta antavat riittävän käyvän arvion kokoluokasta eri laitoksilla kauden mittaan.

### **Riistakameroiden käyttö tarkkailumenetelmänä**

Vuonna 2022 riistakameroiden hyödyntämistä kalankasvatuslaitosten lintuseurantaan pilotoitiin meriolosuhteissa (Hauhia ym. 2023). Riistakameroita kokeiltiin viidellä eri kalankasvatuslaitoksella Saaristomerellä. Seurantajaksot olivat 1–2 viikon mittaisia. Kokeilussa oli Luonnonvarakeskuksella jo entuudestaan olevia Uovision 785 -riistakameroita. Riistakamerat asennettiin kalankasvatuslaitoksen raamiin kiinnitettyihin pystylautoihin. Kamerat asennettiin sekä avoimille laitoksille, joissa aallokko ja raamin liike on suurempaa, että lähellä rantaa oleville kohteille, joissa ympäristöolosuhteet ovat vakaammat. Esiselvityksessä testattiin tekniikan käytettävyyttä eri asetuksilla. Muuttujina oli liiketunnistin ja sen herkkyys, eri pituiset videokuvat, still-kuvat ja erilaiset viiveet näiden välillä. Riistakameroiden havaintoja verrattiin myös alustavasti valvontakameran havaintoihin luotettavuuden arvioimiseksi.

Vuonna 2023 riistakameroiden hyödyntämistä päätettiin jatkaa. Tavoitteena oli saada tarkemmin tietoa saman laitoksen eri kasvatusalustoilla käyvistä harmaahaikaramääristä, määrien vaihtelusta ja harmaahaikaroiden vuorokausirytmistä. Tietoa pyrittiin saamaan kasvatuskaudelta ajallisesti kattavammin kuin vuonna 2022. Havaintojen saaminen laitoksella mahdollisesti vierailevista merimetsoista tiedettiin hankalaksi, koska tietyin väliajoin otettaviin kuviin sukeltavat merimetsot eivät välttämättä tallennu, kun taas pidempään altaan päällä paikallaan seisovista harmaahaikaroista tietoa olisi helpommin saatavissa. Yksittäisistä kuvista lintujen käyttäytymistä, esimerkiksi syötyjen kalojen määrää, ei myöskään voida tutkia. Riistakamerat ovat kuitenkin valvontakameroita edullisempia sekä helpompia asentaa ja ylläpitää, jolloin ne voisivat olla käytännön apuväline kalankasvatusyrityksille vahinkoja aiheuttavien eläinlajien seurannassa. Tutkimuksen apuvälineenä riistakameroita voitiin asentaa kasvatuslaitoksella useaan altaaseen, kun suurempia ja runsaasti videodataa kerääviä valvontakameroita oli asennettuna laitoksilla vain yhteen tai kahteen altaaseen. Näin ollen oli mahdollista nähdä, kuinka valvontakamera-altaan (josta saatiin tietoa syödyistä kalamääristä) lintumäärät vertautuivat laitoksen muiden kuvattavien altaiden lintumääriin. Samalla voitiin nähdä lintumäärät laitoksen eri alustoilla, joissa oli eri kokoisia kaloja.

Uovision 785 -riistakameroiden lisäksi vuonna 2023 hankittiin Burrel S 22 WA 4G -mallisia lähettäviä riistakameroita. Burrelin ottamia kuvia ja esimerkiksi kameran toimintaa voitiin seurata mobiililaajakaistan ja internetin välityksellä Burrel+ -pilvipalvelusta ajantasaisesti. Kuvat tallentuivat myös muistikortille. Pilvipalvelusta voitiin seurata esimerkiksi patterien latausta ja linssien puhtautta. Tarpeen vaatiessa kalankasvattaja kävi puhdistamassa linssin tai vaihtamassa patterit. Pattereiden ohella Burreleissa käytettiin pieniä aurinkopaneeleita. Burrel-kamerat poikkesivat Uovision kameroista myös kuvan laajuuden suhteen. Burreleilla saatiin kuvaa laajalta alueelta (kuvakulma 110 astetta), ja niillä pystyttiin seuraamaan kasvatusallasta suurelta osin. Uovisionin havaintoalue oli huomattavasti suppeampi (kuvakulma 50–52 astetta, käytössä 4:3 kuvasuhde), ja suuri osa kasvatusaltaasta jäi kuvan ulkopuolelle. Burreleilla käytössä oli 5 MP:n kuvatarkkuus ja Uovisionilla kuvatarkkuus oli 8 MP.

Vuonna 2023 riistakameroita asennettiin yhdelle Ahvenanmaalla sijaitsevalle laitokselle sekä yhdelle Saaristomerellä sijaitsevalle laitokselle. Näissä kohteissa kameroita kokeiltiin myös vuonna 2022. Molemmat laitokset sijaitsevat suhteellisen suojaisella alueella ja lähistöllä on runsaasti saaria. Lähistöllä ei ollut vuonna 2022 merimetsokolonioita, mutta ainakin vuonna 2023 merimetsoja oleili toisen laitoksen lähellä olevalla kallioluodolla. Ahvenanmaan laitoksella kasvatetaan erikokoisia siikoja ja Saaristomerellä pienisiä kirjolohia. Näiden laitosten katsottiin olevan harmaahaikaraseurantaan mielekkäitä, koska harmaahaikaravahinkojen oletettiin kohdistuvan ensisijaisesti poikaslaitoksille.

Ahvenanmaalla riistakamera kuvasi tasavälein kuusi kuvaa tunnissa ja Saaristomerellä neljä kuvaa tunnissa. Kuvamateriaalista käytiin läpi vaihtelevasti joko jokaisen päivän data tai suunnilleen joka kolmas päivä. Kuvista laskettiin harmaahaikaroiden määrät tarkasteltavan altaan päällä, ruokinta-automaatin päällä tai kyseisen altaan reunalla. Yhteenvedossa verrattiin altaissa vuorokaudessa olleita maksimihaikaramääriä (esim. Ahvenanmaalla 144 kuvaa/vrk, josta merkittiin ylös suurin kuvassa samanaikaisesti ollut haikaramäärä aina kultakin vuorokaudelta jokaisesta kuvattavasta altaasta). Lisäksi tarkasteltiin eräiltä päiviltä tarkemmin vuorokauden kunkin tunnin maksimimäärää, jolloin voitiin nähdä vuorokauden aikaisia vaihteluita.

Riistakameroiden lintuhavaintomääriä verrattiin myös samassa altaassa jatkuvasti kuvanneiden valvontakameroiden havaintomääriin niiltä tunneilta, joilta lintuja oli etsitty kummaltakin kameralta.

### Koneälyn hyödyntäminen eläinten esiintymisen seurannassa

Hankkeessa testattiin Luonnonvarakeskuksen kehittämää konenäköön pohjautuvaa Nature-Watch-pilvisovellusta (NW), joka tarjoaa yleisen infrastruktuurin konenäkösovellusten toteutukseen. Hankkeen aineistoon hyödynnettiin NW-sovelluksen Birdeye-mallia, joka on lintueläinten tunnistamiseen erikoistunut konenäkömalli. Mallia on nyt koulutettu kuvilla seuraavista lintulajeista: metsähanhi, harmaahaikara, merimetso, lokki ja merikotka. Kalankasvatustiluksilla käy kuitenkin muitakin lintuja, kuten variksia, joita ei ole toistaiseksi opetettu Birdeye-malliin. Mitä paremmin malli tunnistaa eri lintulajit, sitä paremmin se myös erottaa ne toisistaan. Mallia päivitettiin aina opetusaineiston kertyessä (Taulukko 5.5). Mallille saatiin hankkeen aikana koulutusaineistoksi harmaahaikarasta 2 254 kpl ja merimetsosta 220 kpl. Linnuista opetusmateriaalina käytettiin kasvatusalialta tai kasvatusverkolla seisovat linnut, verkkoallasalueella lentävät linnut sekä vedessä uivat linnut, eli kaikki alueella havaitut linnut.

**Taulukko 5.5** NatureWatch-sovelluksen Birdeye-mallin koulutukseen käytetyt aineistot ja opetusaineiston yksityiskohdat. Tunnistusten lukumäärä nousi opetusaineiston kasvaessa.

	NW vanha malli	NW uusi malli	Muutos verrattuna vanhaan
<b>Kuvia yhteensä</b>	431	1,606	1,175
<b>Harjoituskuvien lkm</b>	388	1,431	1,043
<b>Testikuvien lkm</b>	43	175	132
<b>Merkinnät, harjoitus</b>			
<b>Metsähanhi</b>	603	603	0
<b>Merimetso</b>	52	220	168
<b>Harmaahaikara</b>	669	2254	1,585
<b>Lokki</b>	170	846	676
<b>Merikotka</b>	21	18	-3
<b>Merkinnät, testi</b>			
<b>Metsähanhi</b>	38	38	0
<b>Merimetso</b>	11	28	17
<b>Harmaahaikara</b>	50	248	198
<b>Lokki</b>	15	75	60
<b>Merikotka</b>	2	5	3

Konenäkömallin luotettavuutta harmaahaikaroiden tunnistamisessa testattiin verrattuna ihmisen analysoimiin kuviin. Edistymistä arvioitiin ensin syyskuussa 2023 (Taulukko 5.5, vanha malli), jolloin opetusmateriaaliksi oli tunnistettu 669 haikaran kuvaa. Aineistoa verrattiin lokaan 2023 päivitettyyn malliin, kun mallin opetusmateriaaliksi oli lisätty 2 254 tunnistettua harmaahaikarakuvaa, mutta myös muiden lintujen tunnistekuvia (Taulukko 5.5, uusi malli). Tarkastelussa käytettiin eri kameroilla (Uovision, Burrel, valvontakamerat) otettuja kuvia ja kuvakaappauksia videoilta eri kasvatuslaitoksilta, jotta luotettavuutta voitiin arvioida erilaisissa ympäristöissä, sääolosuhteissa ja eri kuvalaaduilla. Konenäön toimivuutta merimetsoilla ei päästy vielä testaamaan, koska koulutusmateriaalia ei ole toistaiseksi riittävästi. Sama koskee kasvatuslaitoksilta saatua videomateriaalia.

### 5.3.3. Kalan vahingoittumisen aiheuttaneen lintulajin tunnistus nokkimisjäljestä saadun DNA:n perusteella

Lähes kaikki eläimet jättävät jälkeensä irronneita soluja, joiden sisältämän DNA:n perusteella on mahdollista määrittää, mitä lajeja ympäristössä esiintyy. Tämän ns. ympäristö-DNA:n (eDNA) hyödyntäminen lajien esiintymisen kartoittamisessa on yleistymässä nopeasti. Aloitimme lintujen DNA-tunnistukseen perustuvan menetelmän kehittämisen. Tavoitteena oli luoda menetelmä, jolla kalaan jääneestä linnun nokkimisjäljestä voitaisiin tunnistaa nokkimisjäljen aiheuttanut laji (Kuva 5.4).

Toteutimme pilottikokeen, jossa lintujen annettiin nokkia niille tarkoitettuja kaloja. Pilottikoe tehtiin Heinolan lintutarhalla 6.5.2022. Tarhassa olleille harmaa-, selkä-, kala- ja naurulokille sekä harmaahaikaralle, isokoskelolle ja kanadanhanhelle annettiin nokittavaksi kirjolohen paloja (n=6), kokonainen ahven (n=1) ja kokonainen särki (n=1). Kun kaloihin oli saatu nokkimisjälkiä, niistä otettiin pyyhkäisynäyte puikolla (4N6 FLOQ Swab), 2–4 toistonäytettä kustakin, ja näyte suljettiin välittömästi näytteenottoputkiloon. Osa näytteistä kerättiin tuoreesta nokkaisujäljestä, osa nokituista paloista käsiteltiin pakastamalla tai vedessä liottamalla ennen näytteenottoa. Viimeksi mainittujen käsittelyjen tavoitteena oli selvittää DNA-jäljen säilyvyyttä näytteessä. Saadaksemme myös lintujen DNA-näytteen, otimme pyyhkäisynäytteet myös suoraan lintujen nielusta. Koska lintutarhassa ei ollut merimetsoa, haimme näytteen merimetsokoloniasta, jossa pyyhkäisynäyte oli mahdollista ottaa pesäpoikasen nielusta (Kuva 5.5).

Käytimme tässä pilottikokeessa ns. DNA-metabarcoding menetelmää, jonka kohdensimme selkärangkaisiin lajeihin mitokondriaalisen 12S rRNA geenin avulla. Teknisenä haasteena on näytteiden sisältämän kala-DNA:n suurempi määrä suhteessa lintu-DNA:han. Ongelma pyrittiin ratkaisemaan käyttämällä ns. estoalukkeita (blocking primers). Testasimme tässä pilotissa estoaluketta ainoastaan kirjolohelle.

Näytteistä eristettiin DNA suolaeristyksellä (Aljanabi & Martinez 1997), ja siitä monistettiin mitokondriaalinen 12S rRNA -alue modifioiduilla universaaleilla MiBird-alukkeilla (Ushio et al. 2018). Kirjolohen monistumista varten suunniteltiin estoaluke 492R\_MiBirdOmBlock (sekvenssi 5'-3' CCCAGTTTGTCTTAGCTGTCG with 3' Mod: [SpcC3]), jota lisättiin PCR-reaktioon 6-kertainen määrä verrattuna MiBird-alukkeisiin. Saadut ampikonit puhdistettiin entsyymaattisesti (Exo-Sap ja presipitointi), ja sekvensoitiin uuden sukupolven sekvensoinnilla, Illuminan 2\*250 bp lukupituudella Genewiz'in tuottamassa Amplicon-EZ palvelussa. Saaduista sekvensseistä määritettiin ASV:t (amplified sequence variants) ja näitä verrattiin GenBank-tietokantaan.

Pyysimme yrittäjiltä myös näytteitä kasvatusaltaista löytyneistä kuolleista kaloista. Tavoitteena oli valokuvata niistä löytyneet nokkaisujäljet, määrittää jäljen aiheuttanut lintulaji DNA-tunnistusmenetelmällä ja selvittää, onko lintulaji tunnistettavissa nokkaisujäljen visuaalisista piirteistä. Näytteitä kasvatuskasseilla kuolleista kaloista saatiin kuitenkin vain muutamia, eikä DNA-tunnistusmenetelmää ehditty hankkeen keston aikana käyttämään näihin näytekaloihin. DNA-tunnistusmenetelmän käyttö ja testaus altailta tai pyydyksiltä kerätyistä näytteistä jää tulevien hankkeiden tehtäväksi.



**Kuva 5.4.** Nokkimisjälki ahvenessa ja pyyhkäisynäytteenotto kirjolohessa olevasta nokkimisjäljestä. Kuva: Camilla Ekblad



**Kuva 5.5.** Harmaahaikaralta ja harmaalokilta otetaan nielusta pyyhkäisynäytettä DNA-tunnistuksen menetelmän kehittämiseen. Kuva: Camilla Ekblad

#### 5.3.4. Tuotannon seuranta

Tuotantoaineistoa kerättiin kalankasvatuslaitoksilta, joissa oli altaita kameraseurannassa. Tuotantotiedot kerättiin kasvattajilta suullisesti sekä toimitettujen aineistotietojen perusteella. Pääasiallisesti varmistettiin verkkoaltaissa olevien kalojen laji, keskikoko sekä verkkoaltaan ominaisuudet mukaan lukien käytössä olevat suojauskeinot. Lisäksi kysyttiin tuotantotietoja seurantajaksoilta sekä koko kauden ajalta koskien kalojen lisäkasvua, rehunkulutusta ja kuolleiden kalojen lukumäärää. Huomioitavaa on, että edellä mainittuihin tietoihin liittyy lukuisia epävarmuuksia ja saatavuushaasteita, koska tarkkaan biomassaseurantaan, mukaan lukien kuolleisuus ja kalojen keskipaino, ei ole käytettävissä olevia menetelmiä. Myös esimerkiksi rehukerrointa (rehunkulutus/kalojen lisäkasvu) käytettiin harkiten arvioinnin pohjana, koska käytetyllä koeasetelmalla rehukerroinmuutoksia ei voida osoittaa linnuista johtuviksi.

Yrityskumppaneilta ei edellytetty normaalista poikkeavia kalaparven ylimääräisiä punnituksia, mikä olisi koemittakaavassa luotettava menetelmä kalan koon, kasvun ja rehutehokkuuden seurantaan. Välipunnitukset heikentävät tuotantotehokkuutta ja aiheuttavat tarpeettomia tuotannollisia riskejä. Käsittelyn siedon parantamiseksi kalat muun muassa paastotetaan aina ennen punnituksia, mikä on pois kasvuspäivistä. Lisäksi paastotuksesta huolimatta

kalankäsittelytilanteet aiheuttavat kaloille aina stressiä, mikä voi pahimmassa tapauksessa laukaista taudinpurkauksen.

Kalan keskimääräisen koon lisäksi yrittäjät eivät tiedä täsmällistä kokonaisbiomassaa, koska osa kuolleista kaloista päätyy altaiden pohjaan, vaikka kuolleet kalat kerätään ja lasketaan altaiden pinnasta. Kuolleiden ja vahingoittuneiden kalojen määrää verkkoaltaiden pohjalta käytin arviomassa ROV-sukellusrobotilla kahdella laitoksella. Menetelmä todettiin sinällään toimivaksi, mutta aktiiviseen, toistuvaan seurantaan ei ollut hankkeessa resursseja.

Tuotantotiedot ovat yrityksissä lakisääteisesti seurattavia, mutta perustuvat tuotantocyklin aikana perkuuseen tai kalasiirtoihin saakka pitkälti laskennallisiin arvoihin. Kaloja perataan kyllä ympäri vuoden, mutta pääsääntöisesti syys-tammikuun aikana, mistä syystä vuotta 2023 koskevat perkuutiedot eivät olleet hankkeen päättyessä vielä käytettävissä. Myös kalaparville, jotka jatkavat kasvatuksessa vielä toisen vuoden, punnitus tehdään vasta talven jälkeen seuraavan kasvukauden alkaessa. Tarkka seuranta punnituksineen sekä muiden tuotantoon vaikuttavien tekijöiden hallinta olisi välttämätöntä tarkempien lintujen tuotantovaikutusten arvioimiseksi. Niiltä osin kuin mahdollista, tarkastelemme nyt tuotantomuuttujia suhteessa verkkoallaskohtaisiin lintujen vierailumääriin.

### **5.3.5. Taloudellinen tarkastelu**

Merimetson ja harmaahaikaran taloudellisia vaikutuksia kalankasvatusektorille arvioitiin sekä yksittäisen verkkoaltaan, yrityksen että toimialan näkökulmasta. Näin voitiin haarukoida, kuinka suuria korvausmääriä ja tuottavuustappioita yhteiskunnalle rauhoitetuista merimetsoista ja harmaahaikaroista saattaa muodostua (mikro- ja makrotasot). Lisäksi arvioitiin, miten eläinvahinkoina korvattavien kasvatettujen kalojen "käypä hinta" tulisi laskea.

#### **Vahinkojen ennaltaehkäiseminen ja vahinkojen minimointi**

Lintujen aiheuttamat vahingot ja tappiot ovat tavallisesti sellaisia, ettei niitä voi minimoida eikä niihin voi varautua ennakolta sen jälkeen, kun tiedostetut vahinkojen torjuntaan liittyvät toimenpiteet, kuten lintuverkkojen asentaminen, on tehty. Jos lintujen aiheuttamat vahingot olisivat toistuvia ja säännönmukaisia, voisi tuottaja periaatteessa varautua lintuvahinkoihin ostamalla hävikkiä vastaavan ylimäärän poikasia. Hävikin määrää ei kuitenkaan ennakolta tunneta.

Vahingon jälkeen korvaavia lisäpoikasia ei ole yleensä saatavilla, koska poikastuottajat eivät kasvata "ylimääräisiä" poikasia, joille ei ole jatkokasvatuspaikkaa ja ostomarkkinoita. Näin vahinkojen pienentäminen lisäpoikashankinnoilla on haastavaa. Vahingon sattuessa myöskään perkuukokoisen kalan kasvattaja ei pääse välttämättä tuotantotavoitteeseensa kasvattamalla kalaa suuremmaksi, vaikka kasvatustiimi sen sallisikin, koska kalan rehutehokkuudelle, kasvulle ja laadulle tulee vastaan omat rajoitteensa vuodenaikojen ja kalan fysiologian kautta.

#### **Käypä arvo**

Käypää arvoa ei ole perusteltu laskea lopullisen kalan myyntihinnan eli oletetun liikevaihtotappion perusteella, koska kaikki kustannukset, kuten esimerkiksi perkuutyö, eivät ole sitoutuneet kaloihin niiden hävikkihetkellä. Liikevaihto laskee kuolleisuuden lisääntyessä ja yritykset menettävät siten liikevoiton tuotantomäärän ja liikevaihdon laskiessa. Liikevoittotappio olisi siten perusteltu korvaus yrittäjälle. Hävikkikaloihin on jo sitoutunut realisoituneita

kustannuksia. Hävikkikustannus lasketaan yleisesti inventaariolaskennassa keskimääräisen arvon perusteella, jos tarkasti ei tunneta, milloin hävikki on tapahtunut. Tässä yhteydessä kalojen hinnanarviointiin käytetään Luken ohjehinnastoa. Lisäksi käypään korvausarvoon on syytä laskea muut vahingoista aiheutuvat tuotantotappiot.

Tutkimusaineistosta havaittiin, että lintujen vaikutuksesta myös reuhävikki kasvaa suurissa vahinkotapauksissa, koska ruokintaa tehdään suhteessa oletettuun biomassaan, johon linnut siis aiheuttavat tiedostamattoman vajeen. Ylimääräinen rehu, josta ei synny tuotantoa on syytä huomioida laskettaessa lintujen aiheuttamia kustannuksia. Myös tuotantoeläinten heikentyneestä kasvusta johtuvat tappiot olisi perusteltua korvata vastaavalla tavoin kuin hävikistä johtuva liikevoittotappio, mikäli se olisi todennettavissa tuotannosta.

### **Tappioiden ajoittuminen, vaikuttavuus ja riski**

Rauhoitettujen eläinten korvausta koskevan lain mukaan vahingot tulisi hakea korvattavaksi samana kalenterivuotena, kun ne ovat syntyneet. Kalankasvatuksessa taloudelliset tappiot eivät yritys- tai toimialatasollakaan realisoidu kokonaan samana vuonna, koska kalankasvatuksen tuotantokierto on monivuotinen. Esimerkiksi, jos vahingot kohdistuvat poikasiin, jotka myydään markkinakokoisena kalana vasta seuraavana vuonna, liikevaihto ja toimialan arvo laskee vasta kyseisenä vuotena.

Yksittäisille yrityksille vahingot ja niiden korvaaminen saattavat olla liiketoiminnan jatkumisen kannalta erittäin merkityksellisiä, jos suuret vahingot kohdistuvat yrityksen ainoaan kalankasvatamoon tai poikastuotantoyksikköön. Toimialalta tunnetaan eläinten aiheuttamia vahinkotapauksia, jotka ovat uhanneet liiketoiminnan jatkumista. Tavallisesti suuremmat vahingot ovat aiheutuneet hylkeistä, mutta viime vuosina on pyydetty merkittäviä korvauksia myös merimetsojen aiheuttamista vahingoista. Edellä kuvattujen seuranta-aineistojen perusteella kuitenkin harmaahaikarat aiheuttavat laajemmin ja enemmän tappioita kuin merimetso.

Kalankasvatusyrityksille ei yleensä ole myönnetty vakuutuksia ongelmia aiheuttavista eläimistä johtuviin tappioihin, tai ne ovat erityisen kalliita. Rauhoitettujen eläinten, kuten merimetsojen ja harmaahaikaroiden, aiheuttamiin vahinkoihin on ollut mahdollista hakea korvausta valtiolta tai investointitukea torjuntamenetelmiin, jonka suuruusluokan selvittämiseksi tätä laskentaa tehdään. Jos erityisesti merimetson status muutettaisiin metsästettäväksi riistalajiksi, vahingonkorvausta ei siinä tapauksessa mahdollisesti voisi enää hakea. Tähän mennessä merimetsojen metsästyksen on myönnetty muutamia poikkeuslupia kalatalouteen liittyvin perustein, mutta toistaiseksi tiedossa ei ole myönnettyjä poikkeuslupia harmaahaikaravahinkojen torjuntaan liittyvään metsästyksen.

Yhteenvedona suoria kustannuksia ja taloudellisia tappioita yrityksille aiheutuu:

1. investointikustannuksista, jotka liittyvät lintujen torjuntaan
2. työkustannuksista, jotka liittyvät lintujen torjuntaan ja niiden aiheuttamien hättävaikeuksien siivoamiseen ja korjaamiseen
3. hankintoihin liittyvistä hävikki- ja tuotantotappioista, jotka liittyvät muun muassa muuttuvien kulujen, kuten rehujen ja poikashankintojen menetyksiin
4. liikevaihtoon liittyvistä liikevoittomenetyksistä, jotka johtuvat kuolleista kaloista tai kalojen heikon kasvun aiheuttamasta tuotantomäärän vähenemisestä.

Toimialatasolla haittoja arvioidaan laajentamalla vaikutuksia kustannusperusteisesti ja arvioitujen vahinkojen suhteessa koko toimialalle. Arvio on suuntaa antava ja saattaa poiketa paljon vuosittain pelkästään yksittäisten merkittävien vahinkotapausten seurauksena. Kuten tutkimuksen haastattelu- ja havaintoaineistosta käy ilmi, linnut aiheuttavat vahinkoja tai ainakin kustannuksia lähes kaikilla merialueen laitoksilla, mutta vahinkojen määrä laitoksilla vaihtelee merkittävästi. Esimerkkiaineiston perusteella arvioidaan, paljonko vahingot merialueen kalankasvatyryityksille vaikuttavat toimialan arvoon Suomessa liikevaihdon vähenemien perusteella.

## **5.4. Tulokset**

### **5.4.1. Haastattelututkimuksen yhteenveto**

#### **Harmaahaikaroiden ja merimetsojen esiintyminen ja yleinen käsitys haitasta**

Kaikki haastateltavat yritykset (n=15) totesivat merimetsojen ja harmaahaikaroiden lisääntyneen Suomenlahden, Saaristomeren ja Selkämeren alueella viimeisen vuosikymmenen aikana. Yrittäjät, jotka käyttivät suojaavia lintuverkkoja verkkoalaiden päällä, eivät kokeneet merimetsojen aiheuttavan merkittävää haittaa. Ne yrittäjät, joiden suojaus oli puutteellinen tai jotka eivät käyttäneet suojaverkkoa verkkoaltaan päällä, kokivat lintujen aiheuttavan haittaa.

Eniten haittaa aiheuttivat kuitenkin harmaahaikarat, joita haastattelujen perusteella esiintyi haastateltavien kasvatuspaikoilla aina Suomenlahdelta eteläiseen Merenkurkkuun asti. Merimetsojen ei katsottu aiheuttavan niin paljon haittaa kuin harmaahaikaran ja niiden esiintyminen kasvatuspaikoilla oli vähäistä mentäessä Pohjanlahdella Selkämeren pohjoispuolelle. Jokainen haastateltava oli kuitenkin havainnut ko. lintuja kasvatusalueellaan, vaikka niistä ei välttämättä ollut haittaa.

#### **Harmaahaikaran ja merimetson aiheuttamat haitat ja vahingot**

Kaikkien yrittäjien mielestä lintujen läsnäolon (stressin) aiheuttamaa lisäkasvutappiota on hyvin vaikea arvioida. Yksittäisten havaintojen perusteella kalat menevät verkkoaltaan pohjalle eivätkä syö normaalisti pinnasta, kun lintuja on läsnä. Poikaskuolleisuuteen ei välttämättä päästä kiinni, jos kaloja ei punnita kasvatuskaudella ja/tai verkkoallasta ei vaihdeta kasvatuskaudella, jolloin altaan pohjalle vaipuneet kalat olisi mahdollista havaita. Lämpimän veden aikana kuolleet kalat nousevat nopeasti pintaan ja joko hajoavat tai päätyvät lintujen suuhun nopeastikin.

Kahden haastatellun yrityksen mukaan merimetsot olivat aiheuttaneet heillä erityisen suurta kalahävikkiä. Toisessa yrityksessä tappioiden kerrottiin olleen suuret vuonna 2021. Yrittäjä arvioi merimetsovahinkojen johtuneen suuren merimetsokolonian läheisyydestä. Toisen yrityksen haastateltava kertoi yrityksen kohdanneen mittavia tappioita vuonna 2022. Heidän mukaansa yhdellä kasvatusaltaalla oli tyypillisesti jopa 50 merimetsoa, kun kaloja tultiin ruokkiimaan. Tämän laitoksen välittömässä läheisyydessä ei ollut suurta koloniaa. Jälkimmäisellä yrityksellä kalabiomassasta oli hävinnyt noin 40 prosenttia ja poikastuotannosta 2/3 yhden kasvatuskauden aikana. Lisäksi haastateltavat arvioivat harmaahaikaran aiheuttavan suurta hävikkiä yksittäisillä kala-altailla.

## **Suojautuminen linnuilta lintuverkoin**

Lähes kaikilla haastatelluilla yrityksillä oli ensimmäisen merivuoden poikasille (50–1 000 g) käytössä kasvatusaltaan päälle asennetut lintuverkot, jotka suojasivat lintujen suoralta saalisuudelta. Lintuverkkoja ei käytetty välttämättä teuraskokoiselle kalalle, koska kalan koon oletettiin olevan niin iso, etteivät harmaahaikarat ja merimetsot niitä pystyneet saalistamaan.

Lintuverkkojen silmäkoko vaihteli 50 millimetrin ja 150 millimetrin välillä. Lähtökohtaisesti lintuverkko esti merimetsan pääsyn altaaseen, mutta auttoi harmaahaikaroita kalojen saalistamisessa. Harmaahaikarat saalistavat istumalla lintuverkon päälle, jolloin sen painuessa lähelle vedenpintaa on kalojen saalistus verkon silmien läpi helppoa.

Osalla kalankasvattajista oli käytössään lintuverkon kannattimet, joita oli kiinnitetty altaan altaan, tai kasvatusaltaan sisäpuolella oleva kelluva kannatin, joka piti lintuverkkoa koholla altaan keskeltä. Yhdellä yrittäjällä oli käytössä kasvatusaltaaseen asennetut pitkät lasikuituiset verkonkannattimet, jotka nostivat lintuverkon useiden metrin korkeuteen vedenpinnasta koko altaan halkaisijalta. Osalla kasvattajia lintuverkkoa kannattivat altaan keskellä oleva Pendelautomaatti ja siitä verkkoaltaan reunoille kiinnitetyt köydet. Useampi yrittäjä mainitsi, että jos lintuverkko oli irronnut altaan reunasta tai verkkoaltaan kulmaan oli tullut reikä tai aukko myrskyn tai merenkäynnin seurauksena, käyttivät merimetsot tätä reikää hyväkseen keplottelamalla itsensä kasvatusaltaan sisälle. Yksi yrittäjistä mainitsi merimetsojen ilmestymisen olevan hyvä indikaattori havaitsemaan lintuverkon siirtymisen pois suojaamasta allasta.

## **Suojautumiseen vaadittavaa työmäärä**

Ne yrittäjät, joiden laitoksilla esiintyi lintuja (93 %), kertoivat merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttavan runsaasti lisätyötä kasvatuskauden. Tällaista työtä on lintuverkkojen asentaminen ja vaihtaminen, lintujen irrottaminen verkosta, lintuverkkojen paikkaaminen repeytymisen jäljiltä sekä verkkojen avaaminen ja kiinnittäminen poistettaessa kuolleita kaloja. Verkkojen asettamisen ja purkamisen arvioitiin kestävän noin yhdestä kolmeen tuntia per verkkoallasta kahdelta työntekijältä, riippuen esimerkiksi verkkoaltaan koosta ja kiinnitystekniikasta. Lisätyötä verkon paikkaamisesta ja uudelleen kiinnittämisestä muodostuu yksittäisille kasvattajille useampi tunti viikon aikana. Yhden yrittäjän mielestä eläimiltä suojautuminen on jo niin rutiniä, ettei lisätyömäärää pysty enää erittelemään. Verkko esimerkiksi täytyy avata ja sulkea käytännössä päivittäin, kun kuolleet kalat kerätään altaasta.

## **Haastattelun kysymysten yhteenveto**

1. Onko kalankasvatuslaitoksella havaittu ko. eläinten aiheuttamia ongelmia?

Kaikki vastaajat kokivat lintujen aiheuttavan haittaa kalankasvatusaltailla. Harmaahaikarat ja merimetsot haittasivat Suomenlahdella sekä Saaristo- ja Selkämerellä. Merimetsoista ei vielä varsinaisesti koettu haittaa eteläisen Merenkurkun pohjoispuolella, vaikka lintujen määrän on koettu lisääntyneen. Harmaahaikarat häiritsivät osaa Pohjanmaan kasvattajista keväisin, mutta etenkin heinä-elokuun aikana harmaahaikaroiden muuttoajan lähestyessä, jolloin niitä saattoi esiintyä massoittain kalankasvatusaltailla. Kaksi yrittäjistä Saaristomerellä on kokenut merimetsoista suuria tappioita ja enemmän haittaa kuin harmaahaikaroista.

2. Jos on, niin minkälaisia ongelmia tai haittoja on havaittu?

Kaikki haastateltavat kertoivat lintujen aiheuttavan haittaa jo pelkällä läsnäolollaan stressaten kaloja. Kalat uivat rauhattomasti ja niiden ruokailu häiriintyy. Linnut vahingoittavat kaloja nokkimalla, jolloin kaloihin jää selvä vauriojälki, joka saattaa tulehtua ja aiheuttaa kalan kuoleman. Linnut jäävät toisinaan kiinni lintuverkkoihin ja aiheuttavat henkilökunnalle lisätyötä niiden irrottamisessa. Näissä tapauksissa koko lintuverkko tulee usein ensin poistaa ja asentaa uudelleen. Kaksi kasvattajaa kertoi lintujen verkkoon jäännin aiheuttavan imagollista haittaa, koska ohi ajavat veneilijät soittivat havainnoistaan ELY-keskukseen. Yksi vastaaja yhdisti linnut loisien (*Diplostomum sp.*) levittäjiksi.

3. Arvio merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamasta kuolleisuudesta, kasvutappiosta ja kasvatusaltille aiheutuneista vahingoista?

Kukaan haastateltavista ei pystynyt arvioimaan stressin aiheuttaman lisäkasvutappion tuomaa taloudellista menetystä, koska myös vallitsevat luonnonolosuhteet vaikuttavat lisäkasvuun. Havaintojen perusteella kalat siirtyvät altaan pohjaan eivätkä syö normaalisti pinnasta lintujen läsnä ollessa. Tappioiden arvioitiin olevan joitakin tuhansia euroja kasvatuskaudessa. Yksi vastaajista Saaristomeren alueelta arvioi merimetsojen syöneen vuonna 2022 noin 2/3 poikasaltaan kaloista eli noin 35 000 kalaa. Kuolleisuustappiot ovat olleet joistakin sadoista kiloista tuhansiin kiloihin vuosittain. Kasvatusaltille ei niinkään katsottu aiheutuvan haittaa, mutta joskus lintuja täytyy irrottaa lintuverkoista puukkoa apuna käyttäen, jolloin verkkoja joudutaan korjaamaan tai uusimaan.

4. Onko kasvatuspaikkojen välillä havaittu eroja vahinkojen laadun ja määrän suhteen ja mistä ne johtuvat?

Haastateltavat eivät pystyneet nimeämään suoraa eroa vahingon laadussa ja määrässä kasvatuspaikkojen välillä. Harmaahaikarat aiheuttavat enemmän haittaa rannan läheisillä laitoksilla, kun taas merimetsot ulommilla alueilla. Suurempi osa kalankasvattajista kärsi enemmän harmaahaikaroiden aiheuttamasta haitasta ja pienempi osa merimetsojen aiheuttamasta haitasta. Merimetsot eivät välttämättä häirinneet ennen kuin lintuverkkoon tai kasvatusaltaan reunaan ilmestyi linnun mentävä aukko, jolloin merimetsoja havaittiin parveilevan verkkoaltilta.

Yksi kasvattaja mainitsi suuren merimetsokolonian pesivän aivan laitoksen läheisyydessä, jolloin kasvutappiot olivat suuremmat. Kolonian poistuttua seuraavana vuonna haitat vähentyivät. Moni koki lintuverkkojen torjuvan hyvin merimetsojen aiheuttaman haitan, mutta tiedosti verkon samalla antavan hyvän alustan harmaahaikaroille saalistaa ja vahingoittaa kaloja. Lisäksi yrittäjät totesivat, että jos käytetään tiheitä lintuverkkoja, mitkä sinällään estävät paremmin lintujen pääsyn kaloihin, verkot alkavat toimia kalaverkkona ja pyydystävät kaloja ja siten aiheuttavat kuolleisuutta, jos ne pääsevät kosketuksiin veden kanssa.

5. Onko poikaslaitoksen ja ruokakalalaitoksen välillä eroja?

Eniten lintujen koettiin häiritsevän ensimmäisen kesän poikasia sekä toisen merivuoden poikasia. Poikasia kasvattavat yritykset mainitsivat merimetsojen olevan kiinnostuneita 100–1 000 g painoisesta kalasta. Eräs haastateltavista Saaristomeren alueelta mainitsi harmaahaikaroiden vetävän talvella jään päälle jopa 1 500 g painoisia kirjolohia.

6. Onko kasvatuspaikoilla käytössä suojautumiseen tai karkottamiseen tarkoitettuja välineitä tai laitteita?

Enemmistöllä haastateltavista oli lintuverkot altaiden suojana. Kahdella kasvattajalla ne puutuivat isompien (> 1 000 g) kirjolohien verkkoaltaista. Osa käytti verkkojen alla ns. keskikannattimia tai verkot viritettiin ruokinta-automaattien päälle, jotta pystyttiin estämään verkon painuminen veden pintaan. Kahdella kasvattajalla oli kaksi lintuverkkoa päällekkäin estämässä harmaahaikaroiden saalistus. Yhdellä kasvattajalla on käytössään pitkät lasikuituset putket nostamaan lintuverkko useamman metrin korkeuteen veden pinnalta, jotta harmaahaikarat eivät pystyisi istumaan verkon päällä ja jotta verkko ei suuressa kasvatusaltaassa koskettaisi veteen ja kalastaisi kaloja.

7. Onko eläinten karkottamiseen tai ampumiseen haettu alueella poikkeuslupia?

Yksi Suomenlahden kasvattajista oli saanut ELY-keskukselta luvan harmaahaikaroiden ja merimetsojen häirintään ja lupahakemus ampumiseen oli vireillä. Saaristomerellä yksi yrittäjä oli saanut luvan ampua 60 merimetsoa, enintään viisi päivässä. Tämä lupa oli kuitenkin poikkeuslupa ja oli ajallisesti rajattu. Saaristomeren alueelle (Kustavi-Uusikaupunki) on myönnetty kalastusaluekohtaisia lupia, joita alueen yrittäjät pitivät varsin naurettavina, koska merimetsojen metsästys sallittiin ainoastaan kaupallisten kalastajien pyydysten läheisyydessä ja alueesta oli rajattu pois alueita, joissa merimetsoja nimenomaan esiintyi.

8. Mitkä ovat suorat ja välilliset kustannukset haittaeläimiltä suojautumiseen?

Haastateltavat mainitsivat suurimman kustannuksen muodostuvan lintujen suojautumiselta kuluvaan työaikaan, lintuverkkojen asentamisesta kasvatusaltaiden päälle, verkkojen korjauksesta ja uudelleen asettelusta merenkäynnistä tai myrskystä johtuen. Lintujen irrottamiseen kului myös työaika. Lintuverkkojen hankinnasta muodostuu myös kustannuksia 1 000–3 000 € per verkko. Verkon arvioitiin kestävän vuodesta viiteen vuoteen riippuen, miten merenkäynti hankaa verkkoa rakenteisiin. Lisäksi kannattimet maksavat erikseen, jopa 10 000 €. Suoria ja välillisiä vaikutuksia aiheutuu myös kuolleisuudesta ja kasvutappioista, mutta niiden määrää on vaikea arvioida.

9. Kuinka paljon haittaeläimiltä suojautuminen ja niiden aiheutuminen haittojen korjaaminen vaatii lisätyötä?

Kaikki haastateltavista mainitsi suojautumiseen kuluvan aikaa. Tuntiarviot vaihtelivat 1–6 tunnin välillä per työviikko. Osa kertoi työtunteja kuluvan tunnista kahteen per työpäivä. Verkon asentamiseen ja poistoon arvioitiin kuluvan aikaa tunnista kolmeen tuntiin kahdelta henkilöltä allaskoosta ja asennusveneestä riippuen. Yksi haastateltavista kertoi sen olevan jo niin rutiinia, ettei työtä osaa edes eritellä muusta työstä.

10. Pystyykö merimetson, harmaahaikaran ja hylkeiden aiheuttamia vaurioita erottamaan toisistaan?

Useampi kasvattaja mainitsi harmaahaikaran nokasta jäävän jäljen kalan selkäpuolelle, selkävän ja pyrstön puoliväliin. Osa ei pystynyt kertomaan eroa merimetson ja haikaran aiheuttamasta vauriosta. Eräs kasvattaja kertoi merimetson jättävän kolmiomaisen vaurion kalan selkäpuolelle ja haikaran nokkaisun irrottavan suomut kalan selästä.

11. Halukkuus osallistua merimetson ja harmaahaikaran kalataloudellisia haittavaikutuksia selvittämään seurantatutkimukseen

Kaikista haastatelluista yrityksistä yksi kieltäytyi kameraseurannasta, ja yksi yritys ei halunnut vastata haastatteluun. Yksi yritys totesi seurannan olevan turhaa, koska lintuja ei käynyt altailla.

#### **5.4.2. Video- ja riistakameraseuranta**

##### **Videoseuranta**

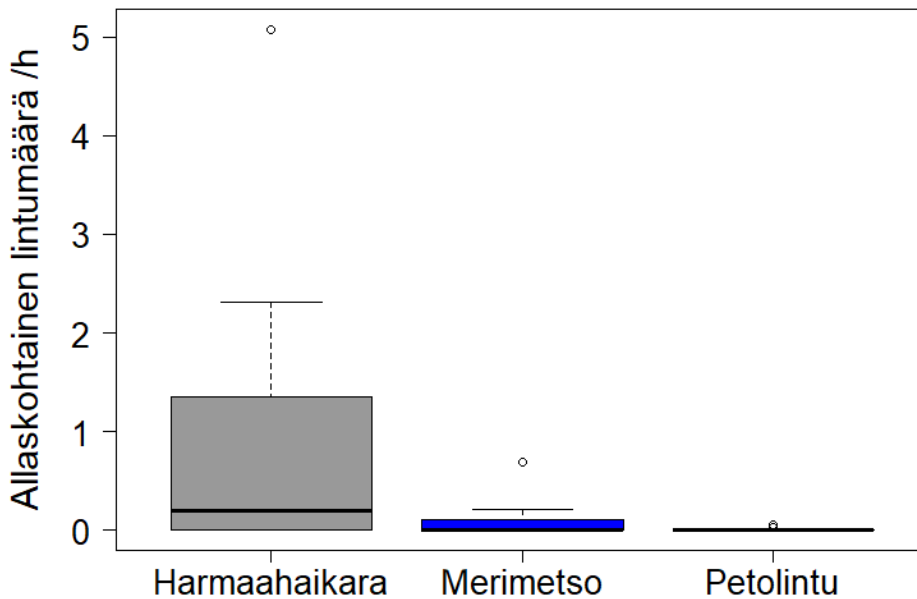
Seurantalaitoksilla kalastavina lintulajeina havaittiin pääasiassa harmaahaikaroita ja merimetsoja sekä satunnaisesti sääksiä ja merikotkia. Näiden lisäksi altailla oleskeli säännöllisesti lokkeja ja variksia, jotka nokkivat kuolleita kaloja. Muutamassa tapauksessa merilokkien havaittiin pyydystävän eläviä kaloja.

##### **Laitoksilla esiintyvien lintulajien runsaudet**

Harmaahaikaroita, silloin kun niitä kalantuotantolaitoksilla kävi, oli tyypillisesti useita ja ne viettivät altaalla pitkiä aikoja. Harmaahaikarat saalistivat suhteellisen vähän altaalla vietettyyn aikaan nähden. Merimetsoit sitä vastoin käyttivät merkittävämmän osan laitoksilla vietetystä ajastaan saalistukseen, ja ne lähtivät useimmiten hyvin pian pois kalastuksen jälkeen. Petolinut, varsinkin sääksi, tekivät pääsääntöisesti hyvin lyhyitä ja nopeita saalistuksia.

Havaintomäärät eri laitoksilla ja eri altailla vaihtelivat huomattavasti. Harmaahaikaroiden havaittiin saalistavan kuudella, merimetsojen viidellä ja petolintujen kolmella laitoksella. Kolmella laitoksella ei havaittu lainkaan saalistuksia. Yhdellä laitoksella kalasti sekä harmaahaikaroita, merimetsoja että petolintuja, yhdellä harmaahaikaroita ja merimetsoja, ja yhdellä merimetsoja ja petolintuja. Neljällä altaalla kalasti vain harmaahaikaroita, kolmella vain merimetsoja ja yhdellä vain petolintuja.

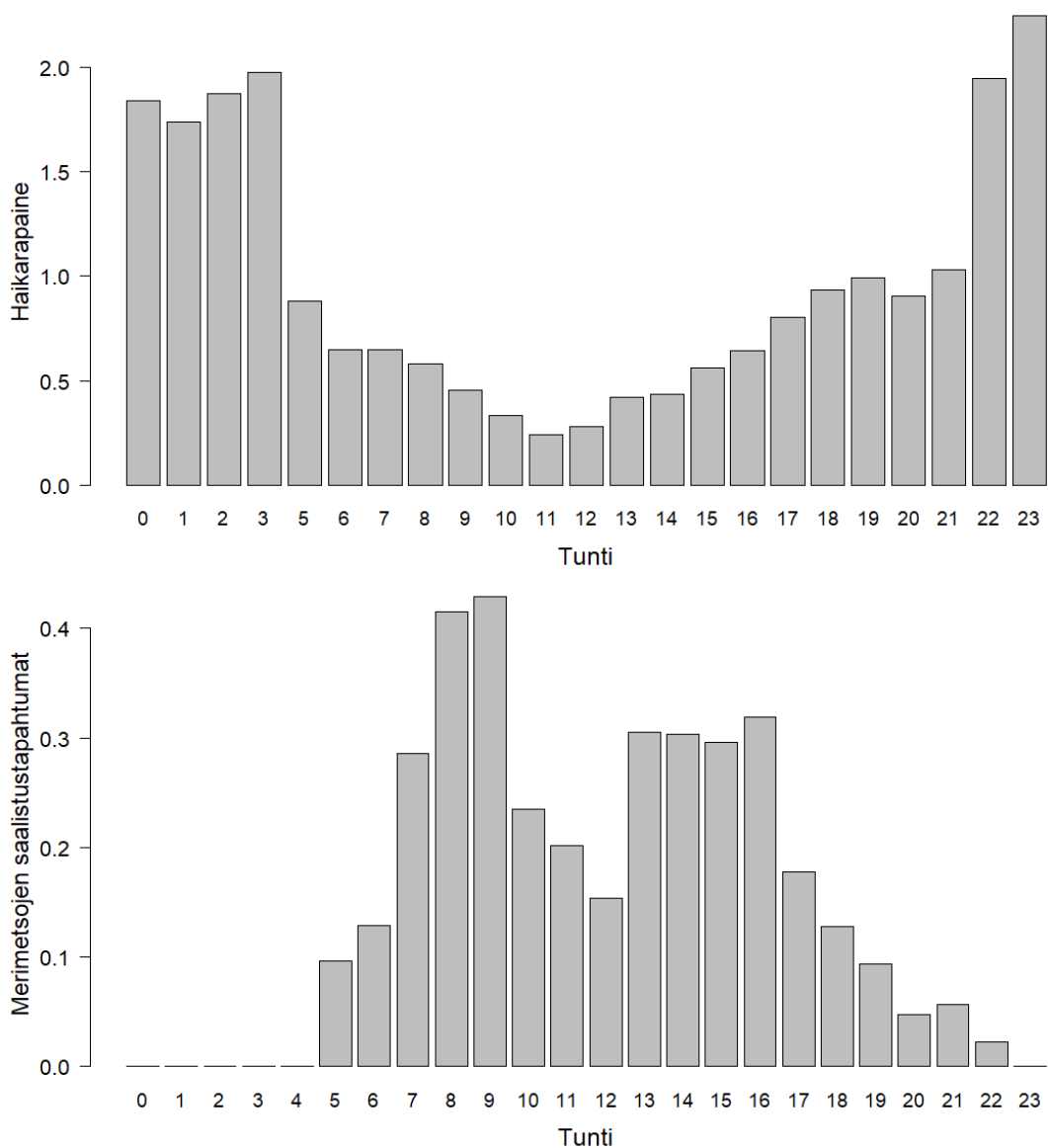
Seuranta-altailla oleili seuranta-ajanjaksona harmaahaikaroita keskimäärin 0,8 yksilöä tunnissa (allaskohtainen tuntikeskiarvon vaihtelu 0–5,1 yksilöä/h), merimetsoja 0,1 yksilöä/h (0–0,7) ja petolintuja 0,01 (0–0,06). Arvo kuvaa keskiarvoa jokaisen vuorokauden tunnin suurimmasta kerralla lasketusta yksilömäärästä kyseistä lajia (Kuva 5.6). Mukaan on laskettu ne linnut, jotka potentiaalisesti ovat saalistamassa. Potentiaalisesti saalistavat yksilöt olivat haikaroilla verkolla seisovia yksilöitä, merimetsoilla altaassa uiskenteleviä yksilöitä ja petolinnuilla saalisyrityksen tehneitä yksilöitä. Rakenteilla oleskeleviä lintuja ei ole huomioitu.



**Kuva 5.6.** Seuranta-aitailla oleilevien lintujen keskimääräinen määrä tunnissa seuranta-ajanjaksona. Arvo kuvaa allaskohtaista ( $n=17$ ) keskiarvoa jokaisen vuorokauden tunnin suurimmasta kerralla lasketusta yksilömäärästä kyseistä lajia. Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä mediaania ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoja, poislukien mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on kuvassa esitetty pisteillä.

### Vuorokausivaihtelu

Eri lintulajit oleskelivat ja saalistivat laitoksilla osittain eri vuorokaudenaikoina (Kuva 5.7). Harmaahaikarat oleskelivat laitoksilla huomattavasti runsaammin illan ja aamun välillä kuin päivällä. Joissakin tapauksessa ne nukkuivat laitoksella, mutta usein ne saalistivat aktiivisimmin illan hämärtyessä, ja muutaman tunnin ennen aamunkoittoa. Harmaahaikaroita esiintyi laitoksilla myös päiväsaikaan, mutta huomattavasti vähemmissä määrin. Merimetsot sen sijaan olivat selvästi päiväaktiivisiä, eivätkä käyneet altailla pimeällä. Petolinnutkin olivat päiväaktiivisiä, mutta merikotkat tulivat joskus laitokselle istuskelemaan aamunkoitossa.

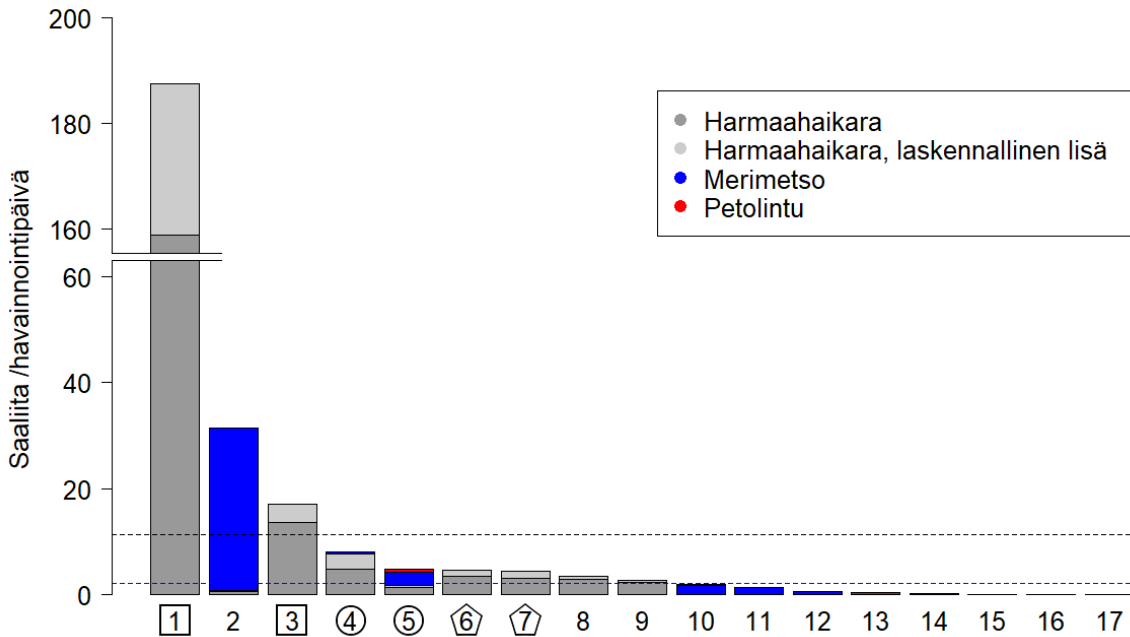


**Kuva 5.7.** Harmaahaikaroiden ja merimetsojen vuorokausiaktiivisuus. Pylväsdiagrammit osoittavat, mihin vuorokaudenaikaan lintujen vierailut osuvat laitoksilla, joilla kyseistä lajia esiintyy. Haikarapaine (ylhällä) kuvaa montako haikaraa altaalla oleskelee kokonaisen tunnin aikana. Luku 1 tarkoittaa, että altaalla on ollut keskimäärin yksi harmaahaikara yhden kokonaisen tunnin ajan. Merimetsolla (alhaalla) yksikkö on saalistustapahtumaa tunnissa, eli yksilö tulee altaalle kalastamaan määrittämättömäksi ajaksi (kalojen koosta riippuen saalistustapahtuma kestää tyyppillisesti muutamasta minuutista noin 12 minuuttiin). Myös tämä on keskiarvo kaikilta niiltä altailta (n=6), joilla kävi merimetsoja.

### Lajikohtainen saalistuspaine

Harmaahaikarat saalistivat seurantavuorokausina altailta keskimäärin 11,1 kalaa vuorokaudessa (0–159, mediaani 0,7), merimetsot keskimäärin 2,2 kalaa (0–31, mediaani 0) ja petolinut 0,06 kalaa (0–0,4, mediaani 0). Aineisto oli hyvin vinoutunut, jolloin mediaaniarvo parhaiten kuvaa hävikin kokoa yleisesti. Lintulajien välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä, ts. harmaahaikarat aiheuttavat suurimman kalahävikin. Yhdessä siian poikaskasvatusaltaassa, jossa harmaahaikaroiden saalistus oli runsainta, harmaahaikarat saalistivat keskimäärin 159 kalaa vuorokaudessa. Koska kaikkia saalistuksia ei pystynyt laskemaan joinakin pimeinä tunteina,

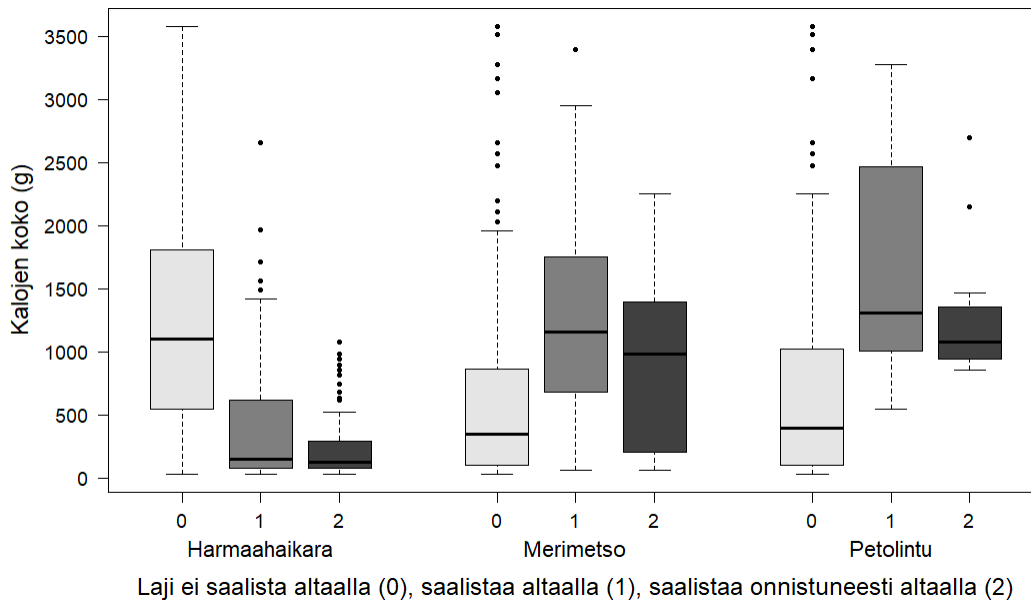
määrä on oletettavasti vielä isompi. Kun saaliiden määrän suhteuttaa niiden tuntien määrään, jolloin kaikki saaliit voitiin laskea, laskennallinen hävikki tältä altaalta oli 188 kalaa päivässä (Kuva 5.8) ja koko aineistolle keskimäärin 13,5 kalaa, mediaanin ollessa 0,8. Joidenkin altaiden kohdalla oli huomattavia eroja vuosien välillä, mikä johtuu seurannan erilaisesta vuodenaikaisesta ajoittumisesta, kasvatuskalojen koosta, suojaverkosta sekä vuosittaisesta lintujen määrän vaihtelusta.



**Kuva 5.8.** Verkkoallaskohtainen lintujen saalistamien kalojen määrä päivittäin (kaikkien havaintopäivien keskiarvo). Pylväät kuvaavat yksittäisiä altaita, ja värit saalistaneita lintulajeja. Vaaleanharmaat osat kuvaavat harmaahaikaroiden pimeään aikaan laskennallisesti saalistamia havaitsemattomia kaloja, kun saaliiden määrä suhteutetaan laskettuihin tunteihin. Katkoviivat kuvaavat keskiarvoja. Kolmea laitosta seurattiin kahtena peräkkäisenä vuotena. Nämä laitokset ovat merkitty samalla symbolilla numeron ympärillä. Huom. Pystyakseli on kuvassa katkaistu.

### Kalan koon yhteys saalistusyrityksiin

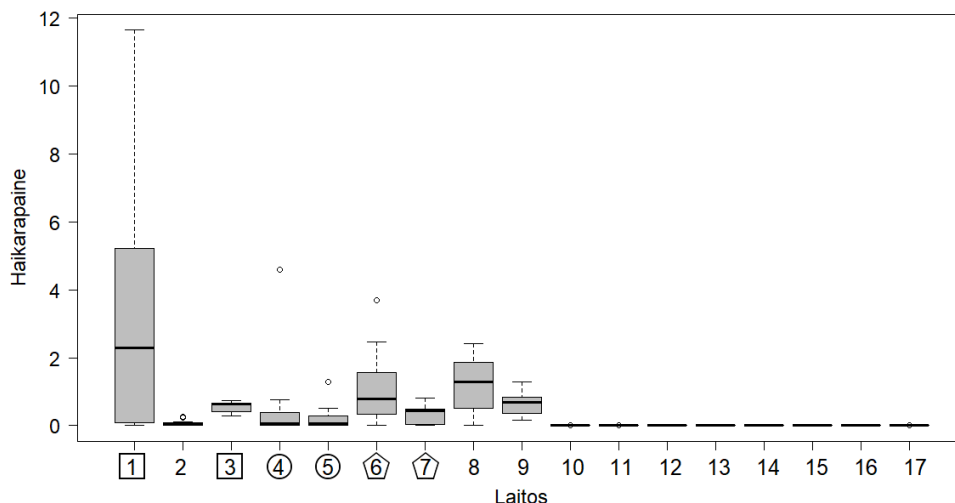
Kalan koolla oli vaikutusta lintujen saalistuskäyttäytymiseen. Harmaahaikarat saalistivat vain pienimpiä kaloja (harmaahaikaroiden saalistamien kalojen verkkoallaskohtainen keskikoko oli 109 g, verkkoallaskohtainen mediaani 108 g), merimetsot saalistivat monen kokoisia kaloja (keskikoko 363 g, verkkoallaskohtainen mediaani 1 299 g), ja petolinnut vain isoja (keskikoko 1 298 g, verkkoallaskohtainen mediaani 1 187 g). Kaikki lajit yrittivät saalistaa myös altailla, joissa kala oli jo liian kookasta niiden saalistettavaksi. Petolinnut pystyivät saalistamaan vain altailla, joissa ei ollut verkkoa. Tässä tutkimuksessa seuratuissa verkottomissa altaissa kasvatettiin vain suurikokoista kalaa, joten tässä tutkimusasetelmassa petolinnuilla ei ollut mahdollisuuttakaan kalastaa altailla pienikokoista kalaa.



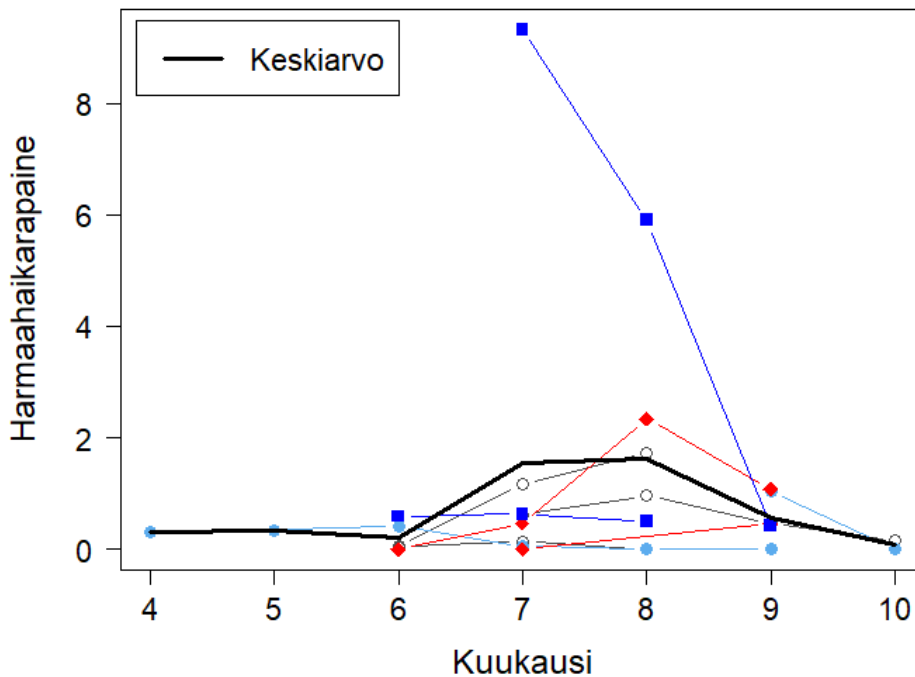
**Kuva 5.9.** Kalan koon vaikutus lintujen saalistukseen. Kuva esittää, minkä kokoista kalaa sisältävillä altailla linnut kävivät saalistamassa. Altaan kalojen keskimääräinen koko päivinä, jolloin kyseistä lintulajia tai ryhmää ei ole nähty altaalla (0), harmaahaikara, merimetso tai petolintu on saalistanut altaalla onnistumatta (1), tai onnistunut saalistuksessa (2). Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä altaan mediaania ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, pois lukien mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on esitetty pisteillä. Y-akseli kuvaa kalojen laskennallista keskikokoa altaalla havainnointipäivänä.

### Harmaahaikarat

Laitosten välillä oli suuria eroja harmaahaikaravierailujen määrissä (Kuva 5.10). Ne vierailivat laitoksilla aktiivisimmin keskikesällä, ja määrät laskivat kauden loppua kohden (Kuva 5.11).



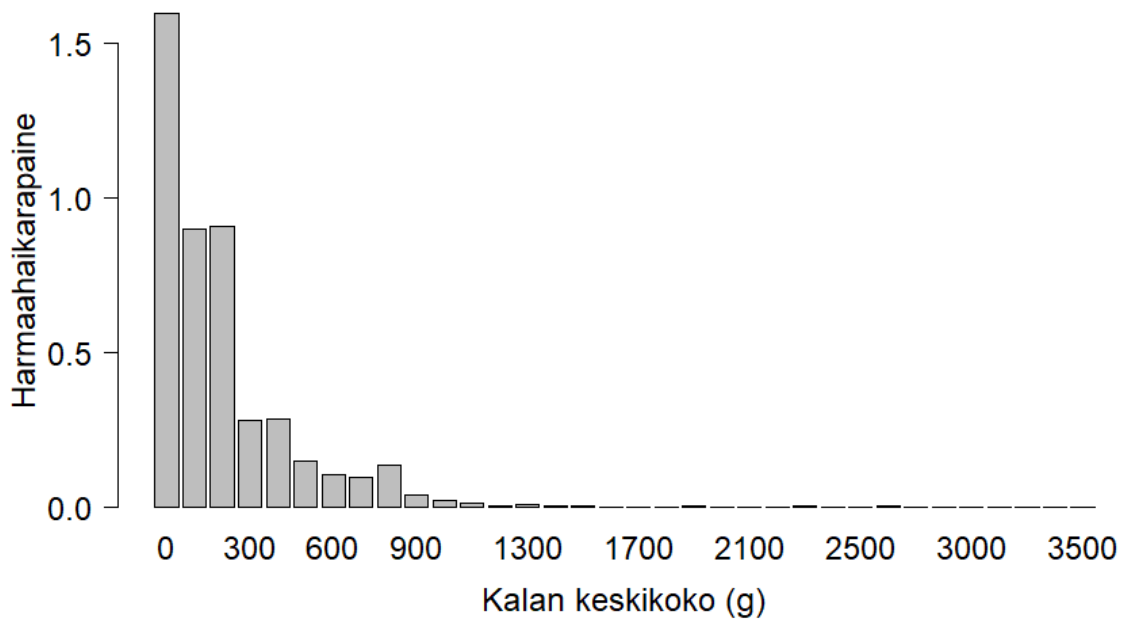
**Kuva 5.10.** Kukin pylväs kuvaa harmaahaikaroiden lukumäärää yhdellä altaalla tuntia kohden (päiväkohtaisten tuntikeskiarvojen jakauma). Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä altaan tuntimediaaniarvoa ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, pois lukien mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on esitetty ympyröillä. Laitokset ovat samassa järjestyksessä kuin kuvassa 5.8. Eri symbolit numeron ympärillä kuvavat samaa allasta, jota on seurattu sekä vuonna 2022 että vuonna 2023.



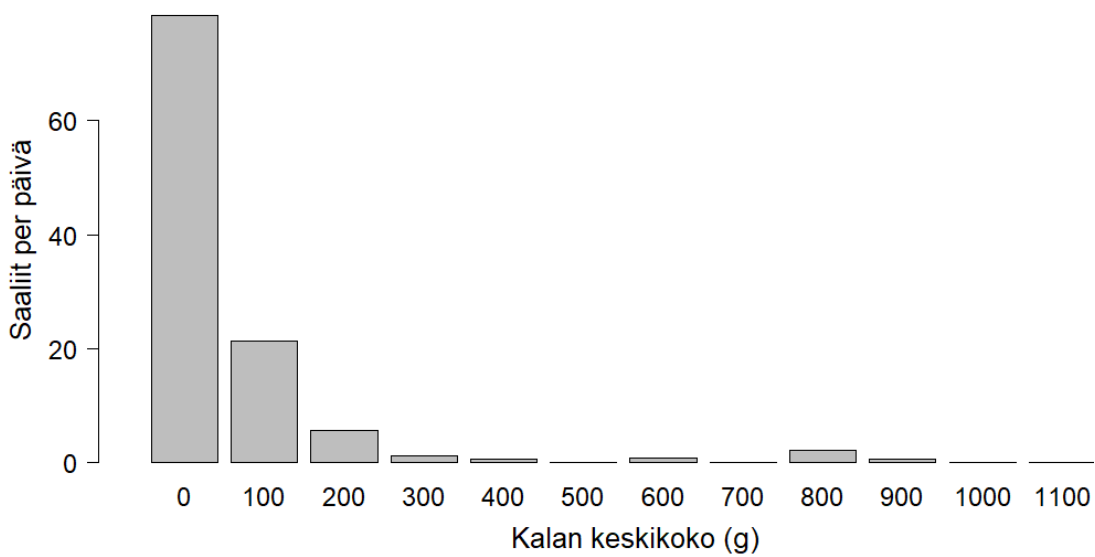
**Kuva 5.11.** Harmaahaikaroiden vierailut laitoksilla eri kuukausina (harmaahaikaroiden keskimääräinen lukumäärä tuntia kohden). Jokainen laitos ja vuosi on esitetty erillisinä viivoina, sama laitos eri vuosina on esitetty samanvärisillä värillisillä viivoilla. Laitokset on kuvattu samoilla symboleilla kuin kuvassa 5.8. Paksu musta viiva kuvaa laitosten keskimääräistä harmaahaikarapainetta.

### Kalan koon vaikutus harmaahaikaramääriin

Harmaahaikarat oleskelivat enemmän altailla, joissa oli pienempiä kaloja. Harmaahaikaroita esiintyi myös altailla, joilla oli kookkaampaa kalaa, mutta niillä ne eivät juurikaan kalastaneet. Kalan koolla oli suuri vaikutus saalistettujen kalojen määriin. Mitä pienempää kalaa altaalla oli, sitä enemmän sitä kalastettiin (Kuva 5.12, 5.13). Suurin kala ja havaittu onnistunut kalastus tehtiin altaalla, jonka kalojen laskennallinen keskikoko oli 1 077 g. Suurta kalaa sisältävillä altailla harmaahaikarat todennäköisimmin kalastivat pienempiä yksilöitä, mahdollisesti altaaseen uineita villejä kaloja.



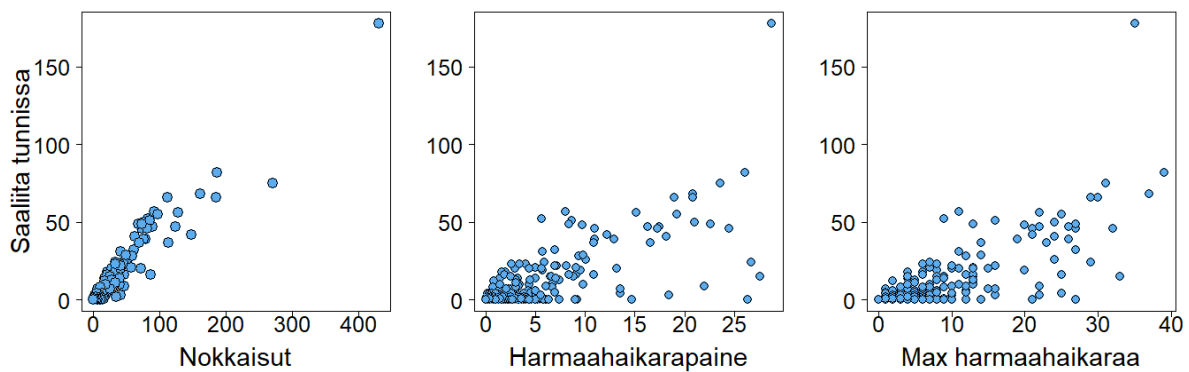
**Kuva 5.12.** Harmaahaikaroiden esiintyminen (keskimäärin harmaahaikaroita per tunti vuorokaudessa) erikokoista kalaa sisältävillä altailla. Pylväät kuvaavat kaloja sadan gramman tarkkuudella (0–100 g, 100–200 g jne.).



**Kuva 5.13.** Harmaahaikaroiden keskimääräinen päiväkohtainen kalasaalis erikokoista kalaa sisältävillä altailla. Pylväät kuvaavat kaloja sadan gramman tarkkuudella (0–100 g, 100–200 g jne.).

## Kalastusaktiivisuus ja onnistuminen

Keskimäärin 42 % harmaahaikaroiden saalistusyrityksistä (nokkaisuista) johti kalan pyydystämiseen. Tähän on laskettu mukaan myös kalat, jotka pyydystettiin onnistuneesti, mutta lintu päästi tämän jälkeen irti tai ne onnistuivat karkaamaan linnun nokasta. Verkkoallaskohtainen onnistumisprosentti vaihteli 13 % ja 51 % välillä ja oli keskimäärin 32 %. Suurin määrä harmaahaikaroita samaan aikaan verkolla tunnin aikana sekä harmaahaikarapaine korreloivat myös saaliiden määrän kanssa (Kuva 5.14). Keskimäärin kaloja saalistettiin yhtä koko tunnin aikana verkolla ollutta harmaahaikaraa kohden 0,71 (vaihteluväli 0–2,9) kpl. Harmaahaikarat oleskelivat myös usein altailla ja verkoilla ilman, että ne kalastivat.



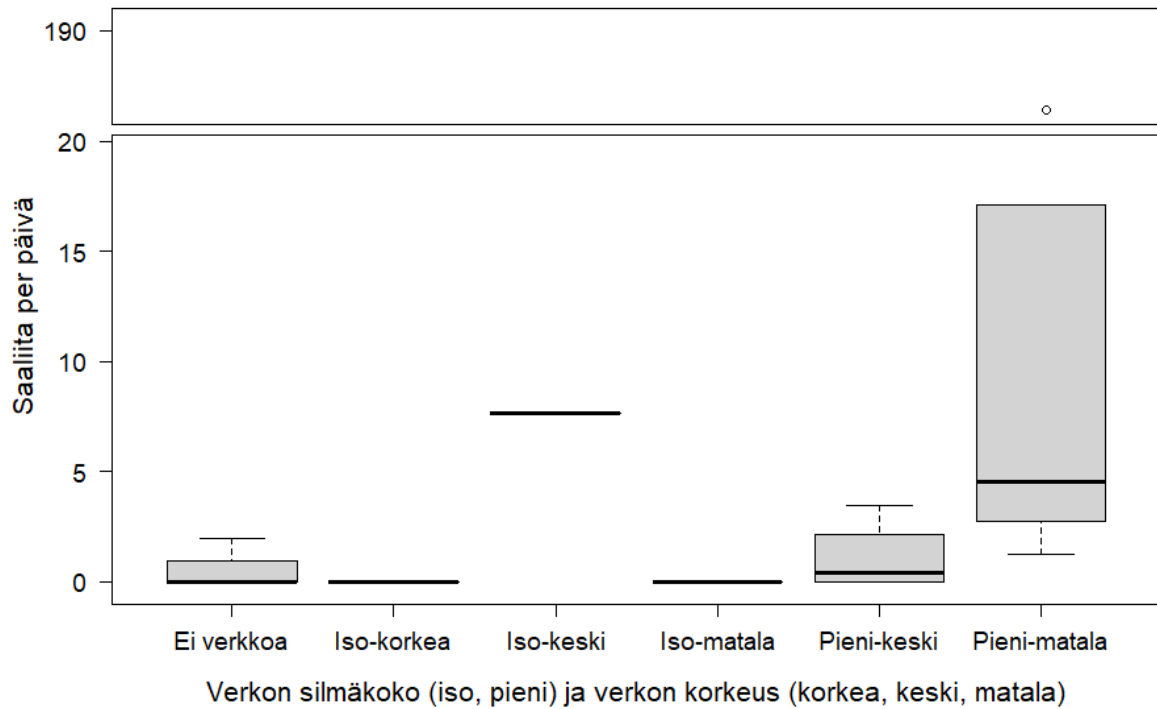
**Kuva 5.14.** Yhteys harmaahaikaroiden saalistamien kalojen määrän ja saalistusyritysten sekä harmaahaikaroiden keskimääräisten ja suurimpien lukumäärien välillä.

## Saaliiden määrään vaikuttavat tekijät

Harmaahaikaroiden saaliiden määrään mahdollisesti vaikuttavina tekijöinä tarkasteltiin altaan kalojen kokoa, ajankohtaa (kuukautta), etäisyyttä lähimpään harmaahaikarakoloniaan, maantieteellistä sijaintia (pohjoisuutta) ja altaan suojaverkon ominaisuuksia (ei verkkoa, korkea tai matala verkko ja silmäkoko). Parhaiten saaliiden määrää selitti kuukausi: harmaahaikarat saivat eniten saaliita alkukaudella ja varsinkin kesä-heinäkuussa. Kalan koko oli myös tilastollisesti merkitsevästi vaikuttava tekijä: harmaahaikarat söivät enemmän pieniä kaloja. Etäisyys lähimpään harmaahaikarakoloniaan nousi merkitseväksi, jos huomioitiin samalla myös kuukausi, mutta pohjoisuus selitti saaliiden määrää paremmin kuin etäisyys harmaahaikarakoloniaan. Harmaahaikaroita ei rannikolla juurikaan pesi Rauman pohjoispuolella, ja tätä pohjoisemmilla laitoksilla ei myöskään esiintynyt harmaahaikaroita.

Verkon silmäkoolla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä saaliiden määriin. Verkon korkeudella oli merkitystä, kun huomioitiin samalla myös kuukauden vaikutus. Matalilla verkoilla varustetuilla altailla lintujen pyydystämät saalismäärät olivat suurempia. Suurin vaikutus oli verkkotyypin yhdistelmällä: eniten kaloja saalistettiin matalilla, pienisilmäisillä verkoilla. Myös korkeilla, suurisilmäisillä verkoilla harmaahaikaroiden saaliiden määrät olivat suurempia kuin verkottomilla altailla, mutta tätä tyyppiä oli vain yhdellä altaalla.

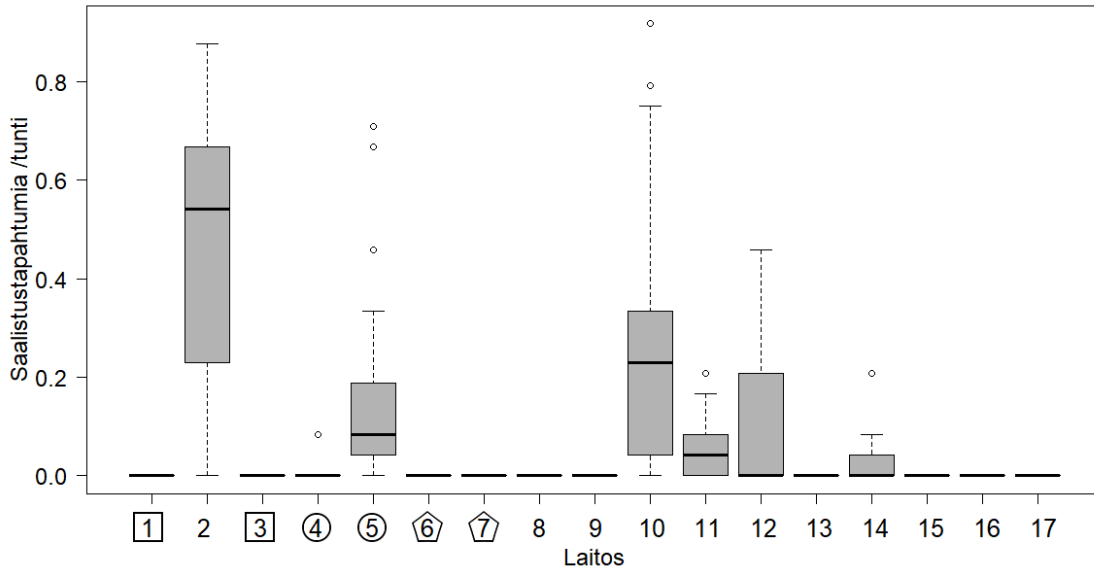
Kun tarkasteltiin saaliiden määrää saalistusyrityksiin nähden, harmaahaikarat onnistuivat huomattavasti keskipohjoisilla, pienisilmäisillä verkoilla (Kuva 5.15).



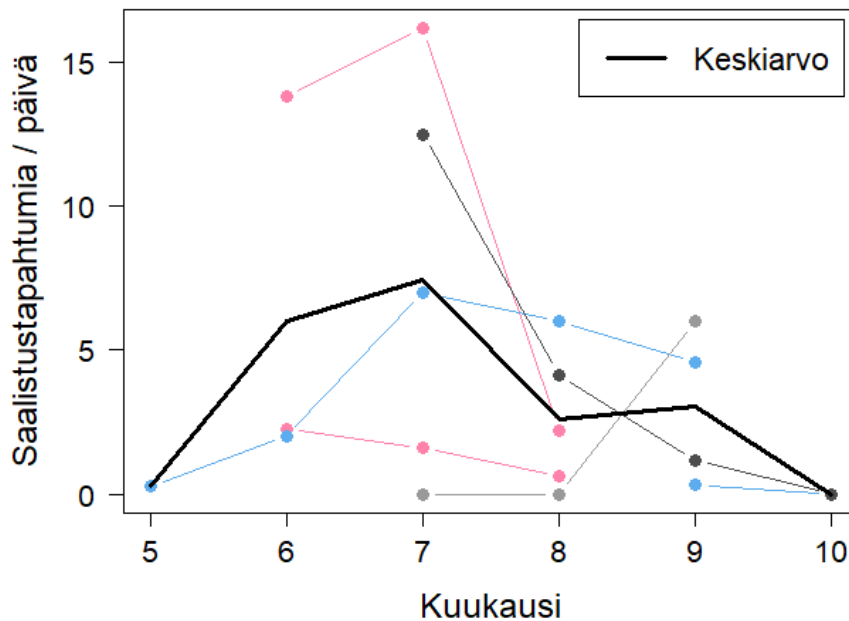
**Kuva 5.15.** Harmaahaikaroiden saaliiden määrä eri verkkotyypeillä suojatuilla kala-altailla (keskimäärin saaliita per päivä, verkkoallakohtaisesti). Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä altaan mediaania ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, poislukien mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on esitetty pisteillä.

## Merimetsot

Merimetsot vierailivat seitsemästätoista seuranta-altaasta seitsemällä altaalla, yhteensä viidellä seurantalaitoksella. Näistä yhtä laitosta seurattiin kahtena vuotena, ja yhdessä oli kamerat kahdella altaalla (Kuva 5.16). Merimetsot kävivät altailla aktiivisimmin kesällä (Kuva 5.17). Valtaosalla, eli kymmenellä, seuranta-altaalla ei havaittu merimetsoja lainkaan.



**Kuva 5.16.** Kukin pylväs kuvaa merimetsojen saalistustapahtumia yhdellä altaalla keskimäärin tuntia kohden (päivän saalistustapahtumat /24). Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä altaan tuntimediaaniarvoa ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, pois lukien mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on esitetty pisteillä. Laitokset ovat samassa järjestyksessä kuin kuvassa 5.8. Eri symbolit numeron ympärillä kuvaavat samaa allasta, jota on seurattu sekä vuonna 2022 että vuonna 2023.

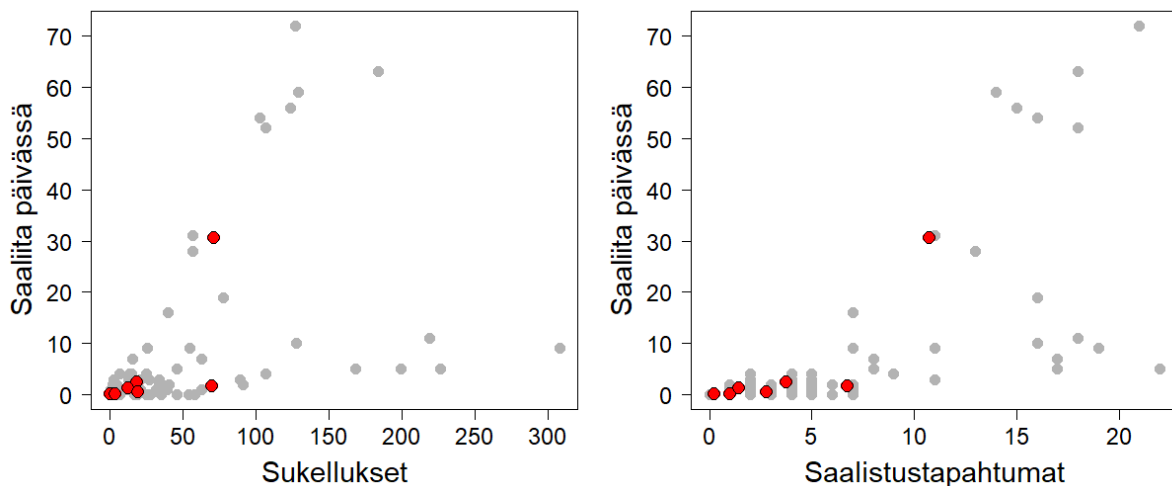


**Kuva 5.17.** Merimetsojen saalistustapahtumien määrä laitoksilla eri kuukausina. Jokainen laitos ja vuosi on esitetty erillisinä pisteviivoina, saman laitoksen eri altaat tai vuodet on esitetty samalla värillä. Paksu musta viiva kuvaa laitosten keskiarvoa.

### Merimetsojen runsauden vaikutus pyydystettyjen kalojen määrään

Mitä aktiivisemmin merimetsot saalistivat laitoksilla, sitä enemmän kaloja ne saivat saaliiksi (Kuva 5.18). Saalistustapahtumien määrä oli merimetson runsaudesta kertovista muuttujista se, joka parhaiten selitti saalistettujen kalojen määrän. Merimetsot eivät oleskelleet altailla kalastamatta kuten harmaahaikarat, mutta joissakin tapauksissa ne saattoivat jäädä uimaan altaaseen, vaikka olivat lopettaneet kalastamisen. Muutamassa tapauksessa merimetsa jäi loukkuun verkon alle useaksi tunniksi.

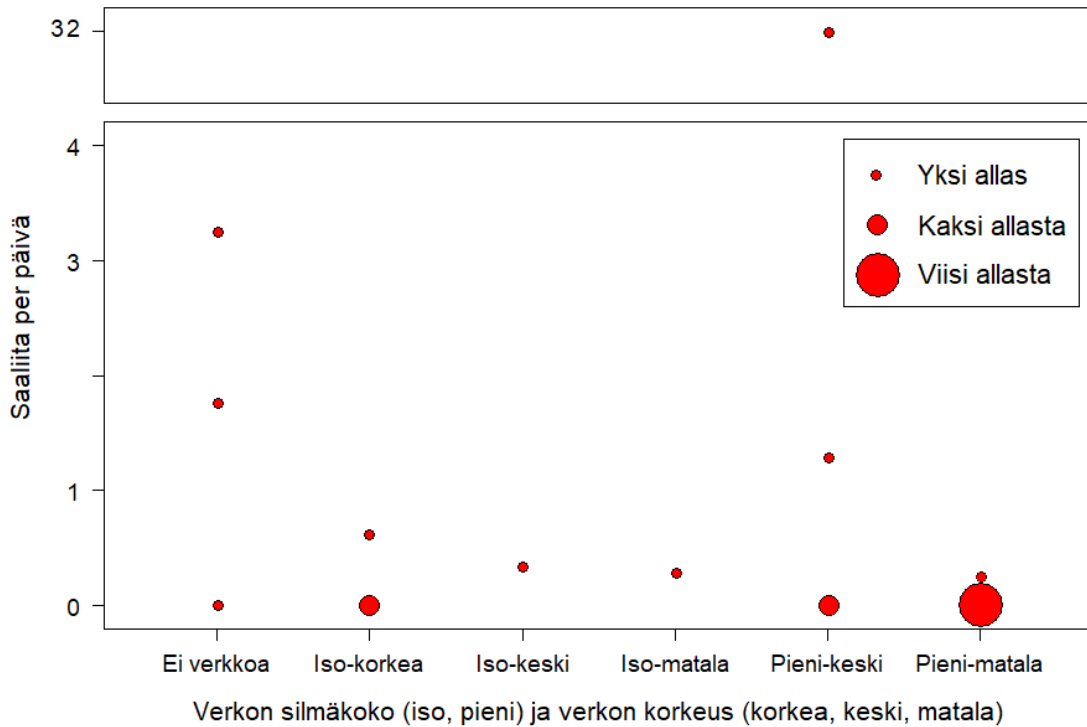
Sukellusten määrä onnistunutta saalistusta kohden vaihteli kalojen koon mukana. Pieniä kaloja sisältävällä altaalla onnistumisprosentti oli huomattavasti korkeampi kuin suuria kaloja sisältävällä altaalla. Yhdellä laitoksella, jossa seurattiin kahta verkkoallasta, merimetsot keksivät kalastaa verkon päältä kuten harmaahaikarat, kun tuuli ja aallokko olivat kovia. Silloin ne ylettyivät veteen aallonhuipuissa. Tämä tekniikka ei ollut kovinkaan tehokas, mutta merimetsot onnistuivat myös tällä tavalla pyydystämään kaloja. Merimetsoja oli näissä tapauksissa verkolla jopa kymmenen samaan aikaan, ja ne olivat verkolla pitkään.



**Kuva 5.18.** Merimetsojen runsauden vaikutus pyydystettyjen kalojen määrään. Harmaat pisteet kuvaavat päiväkohtaisia havaintoja ja punaiset pallot altaiden keskimääräisiä päiväkohtaisia saalistus- ja saalismääriä (mukana myös pyydystetyt mutta päästetyt tai karanneet saaliit). Saaliiden määrä suhteessa sukelluksiin oli huomattavasti korkeampi pieniä kuin suuria kaloja sisältävillä altailla, mikä näkyy vasemman kuvan kahdella selvästi erottuvalla trendillä.

### Lintusuojaverkon vaikutus lintujen saaliiseen

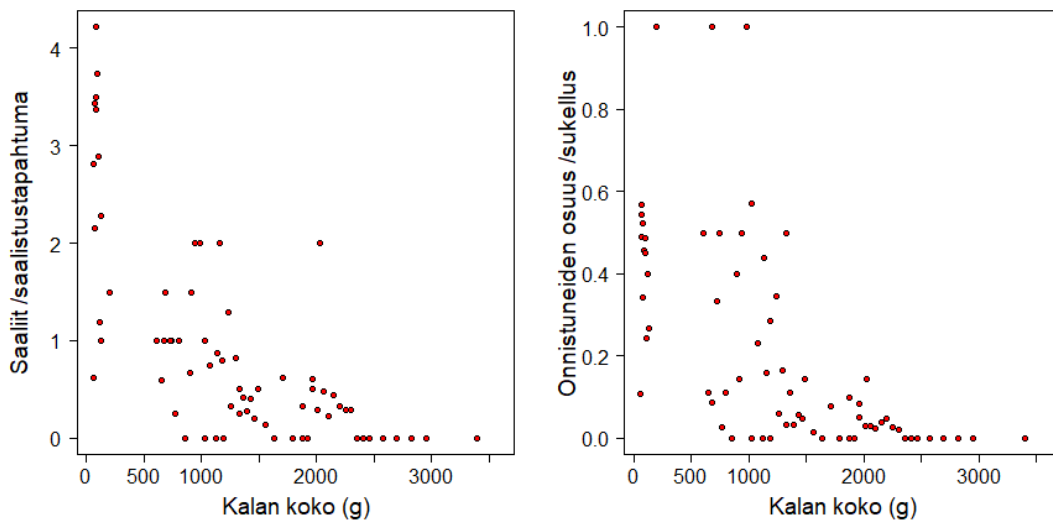
Merimetsot kävivät aktiivisemmin laitoksilla, joita ei ollut suojattu verkolla (Kuva 5.19). Näillä laitoksilla merimetsot saalistivat keskimäärin 1,7 kalaa per päivä (mediaani 1,8). Merimetsoja vieraili kuitenkin myös verkoilla suojatuilla altailla, ja määrällisesti eniten merimetsoja vieraili poikaskala-altaalla, jossa oli korotettu verkko. Tämä allas korotti verkollisten altaiden keskiarvoksi 2,3 saaliskalaa/päivä (mediaani 0). Tämä allas poisluettuna, verkottomien altaiden hävikki oli keskimäärin 0,2 kalaa / päivä. Korotetun verkon omaava allas on aiemmin mainittu allas, jossa merimetsot kykenivät saalistamaan altaan kaloja myös seisomalla verkon päällä. Merimetsoja ei käytännössä käynyt lainkaan altailla, jotka oli suojattu matalilla, pienisilmäisillä verkoilla (keskimääräinen hävikki 0,04 kalaa/päivä). Yhdellä altaalla oli hyvin löysä pienisilmäinen verkko, ja tässä merimetsoja kävi kahdesti. Verkko otettiin myöhemmin pois, jolloin merimetsot vierailivat säännöllisesti altaalla.



**Kuva 5.19.** Merimetsojen keskimääräiset päiväkohtaiset saaliit eri verkkotyypillä suojaetuilla altailla. Jokainen pieni piste näyttää yhden altaan päiväkohtaisen keskisaalimäärän, isommat pisteet kuvaavat useampaa allasta.

### Kalan koon vaikutus

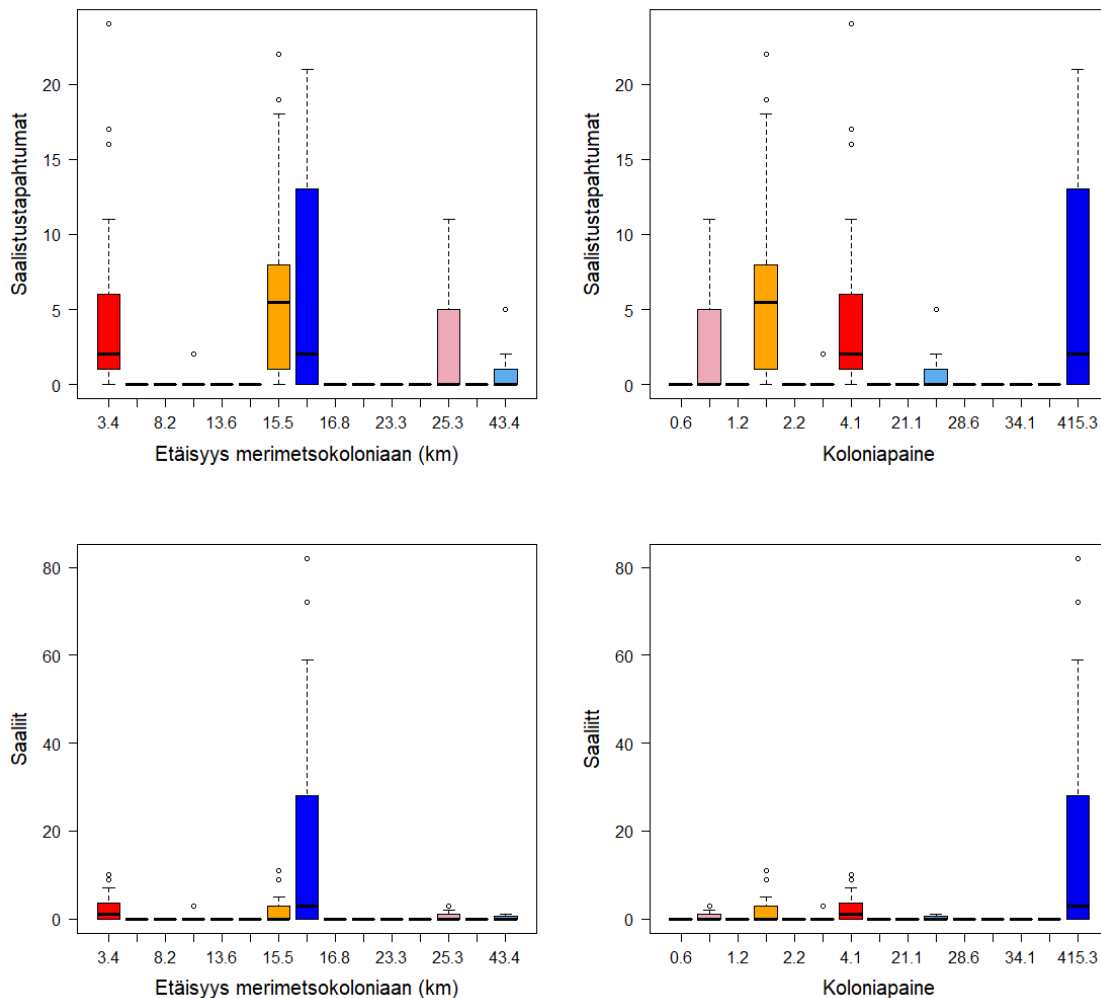
Merimetsot vierailivat ja saalistivat enemmän altailla, joissa oli pienikokoista kalaa (Kuva 5.20). Mitä pienempiä kaloja altaassa oli, sitä useamman kalan merimetsot saalistivat yhden saalistustapahtuman aikana. Mitä isompia kalat olivat, sitä useammin merimetsot joutuivat sukeltaamaan, ennen kuin saivat kalan pyydystettyä. Todennäköisyyttä sille, että kala pääsi karkaamaan tai merimetso joutui päästämään sen irti, kasvoi kalojen koon kasvaessa.



**Kuva 5.20.** Kalan koon vaikutus merimetsojen saalistusten onnistumiseen. Mukaan onnistuneisiin saalistuksiin on laskettu myös ne tapaukset, joissa merimetso sai kalan mutta joutui päästämään sen irti.

## Merimetsokolonioiden vaikutus

Merimetsokolonioiden etäisyydellä kasvatusaltaaseen tai pesien määrällä 5–15 km säteellä kasvatusaltaasta ei ollut vaikutusta altailla havaittujen merimetsojen määriin tai niiden saalismääriin (Kuva 5.21). Koloniapaineella (pesiä/etäisyys) ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta lintujen saalistamien kalojen määrään. Koloniapaine laitoksella, jolla syötiin eniten kaloja, oli kuitenkin 10 kertaa korkeampi kuin toiseksi korkeamman paineen laitoksella. Tämä laitos sijaitsi 16,5 km lähimmästä koloniasta, mutta koloniassa pesi 6 830 merimetsoparia vuonna 2023 (Rauman kolonia).



**Kuva 5.21.** Merimetsokolonioiden etäisyyden (vasemmat) ja paineen (pesiä/etäisyys, oikeat) vaikutus merimetsojen saalistusaktiivisuuteen (ylärivi, saalistustapahtumat/päivä) ja saalismääriin (alarivi, saaliit per päivä). Laitokset on järjestetty lähimmästä kauimmaiseen koloniaan ja pienimmästä suurimpaan merimetsopaineeseen. Vaaka-akseli on järjestävä, mutta todelliset etäisyydet ja koloniapaineet on indikoitu akselin alapuolella. Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä altaan mediaania sekä hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, poisluken mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on esitetty pisteillä.

## Riistakameraseuranta

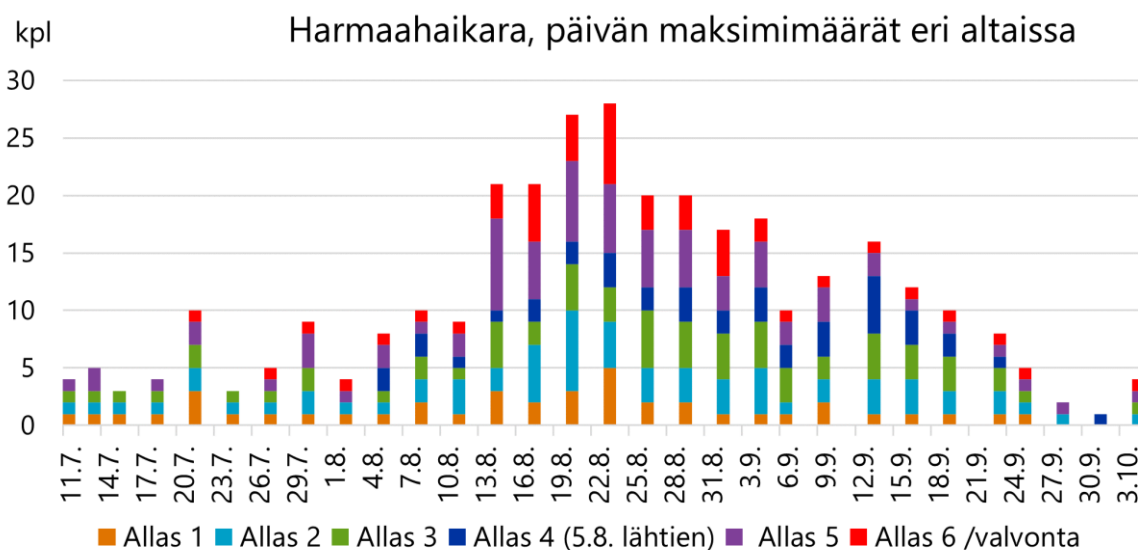
Riistakamerat arvioitiin hyödylliseksi arvioitaessa lintumäärien hajontaa ja sen syitä laitoksen eri kasvatusaltailla. Vuonna 2023 riistakamerat mahdollistivatkin esimerkiksi laitoksen lintumäärien suhteellisen vertailun altaissa, joissa oli eri kokoisia kaloja.

Vertailimme lisäksi havaittujen harmaahaikaroiden määriä riistakameroiden kuvasta jatkuvasti samassa altaassa kuvanneeseen valvontakameraan tuntikohtaisesti. Burrel-riistakameralla (6 kuvaa/h, laajakuva) havaittiin keskimäärin 74 % jatkuvasti kuvanneen valvontakameran harmaahaikaramäärästä (viiden päivän tarkastelu, mukana 153/206 harmaahaikarahavaintoa). Toisella riistakameratyyppillä, Uovisionilla (4 kuvaa/h, suppeampi kuvakulma), havaittiin keskimäärin 54 % valvontakameran havaitsemasta harmaahaikaramäärästä (tietoa vaihtelevasti seitsemältä päivältä, mukana 43/79 harmaahaikarahavaintoa). Vaihtelua eri tuntien osalta on huomattavasti.

### Laitos 1: riistakameraseuranta 2023

Saaristomerellä sijaitsevalla laitoksella oli kuusi verkkoallasta rivissä pohjois-eteläsuunnassa, joista jokaiseen asetettiin riistakamera, ja näistä yhdessä oli myös valvontakamera. Riistakamerat olivat laitoksella 10.7.–5.10.2023. Kasvatettavat kirjoloheet olivat suhteellisen samankokoisia eri altaissa (3.8.2023 noin 43–52 g). Kuva 5.22 esittää allaskohtaisesti vuorokauden suurimman kerrallaan olevan harmaahaikaramäärän. Elokuussa määrät ovat suurimmillaan. Tällöin myös kyseisen vuoden poikasia on oletettavasti tullut laitokselle. Eri altaiden määriä ei voi laskea suoraan yhteen kokonaislukumäärää varten, sillä linnut voivat vaihtaa verkkoallasta vuorokauden aikana ja maksimimäärä voi olla eri altailla eri aikaisesti ja näin sama lintu voi tulla laskettua eri altaalle. Kamerakulma kattoi vain osan altaasta (Kuva 5.23) ja joltain osin yön esiintymiä voi myös puuttua. Kuvasuhte 16:9 olisi kuvannut hieman enemmän sivusuunnassa kuin käytetty 4:3. Laskuissa on mukana altaan, ruokinta-automaatin tai altaan reunan päällä olleet harmaahaikarat.

Merimetsoja ei riistakameraseurannassa juuri havaittu. Yksi merimetso havaittiin kerran seisomassa altaan reunan päällä, ja lisäksi merimetso havaittiin muutaman kerran ulkopuolella altaan lähellä. Merimetsoja ei havaittu altaan päällä tai sisällä. Lähistöllä olevassa kallioluodossa oli kuitenkin paljon merimetsoja. Lokkeja ja variksia laitoksella oli säännöllisesti. Kerran ruokinta-automaatin päällä oli merikotka.

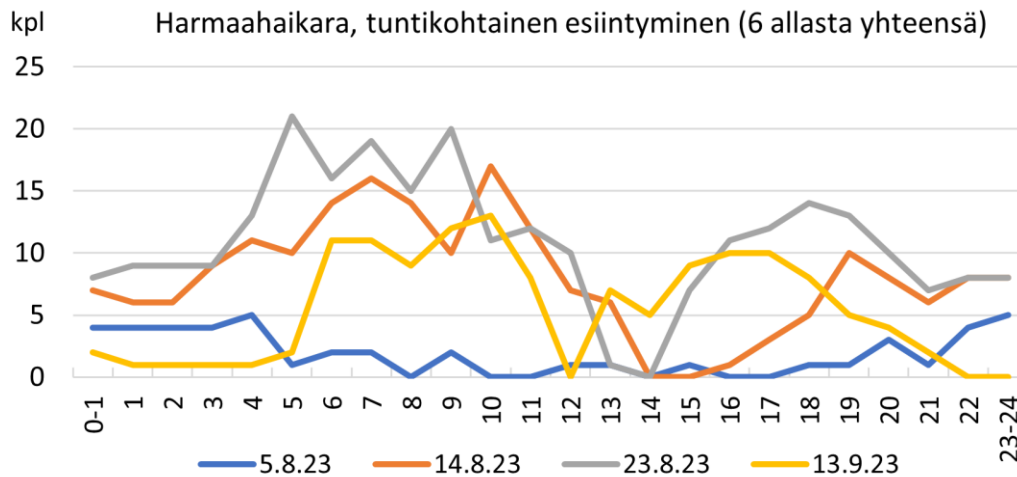


**Kuva 5.22.** Saaristomerellä sijaitsevan laitoksen harmaahaikaroiden vuorokauden maksimimäärät eri altaissa vuonna 2023. Riistakamera kuvasi kuvia 15 minuutin välein. Altaassa 6 oli riistakameran lisäksi videokuvaa tallentava valvontakamera. Kalat olivat suhteellisen samankokoisia eri altaissa: elokuun alussa noin 43–50 g.



**Kuva 5.23** Saaristomerellä sijaitsevalle laitoksella olleen kameras kuvakulma oli pieni. Yökuvasta oli toisinaan vaikea havaita takana olevia lintuja pimeydestä ja osin ruokinta-automaatista johtuen. Merimetsoja oleili lähellä olevalla kallioluodolla ja oikeanpuoleisessa kuvassa laitoksen takana menee suuri merimetsoparvi, mutta merimetsoja ei havaittu laitoksen altaiden päällä tai sisällä kertaakaan.

Kuvassa 5.24 on esitetty harmaahaikaroiden vuorokaudenaikainen esiintyminen. Harmaahaikaroiden määrä on elokuun alussa suurimmillaan yöllä, mutta sen jälkeisinä elo- ja syyskuun mittauspäivinä määrä on suurimmillaan aikaisin aamuyöllä/aamulla ja myös iltpäivällä/illalla. Harmaahaikaroita on vähän tai ei lainkaan muutaman tunnin ajan keskipäivästä eteenpäin, jolloin kalojen ruokkija käy altailla.



**Kuva 5.24.** Saaristomerellä sijaitsevan laitoksen vuorokauden aikaisia harmaahaikaramäärien vaihteluita. Kamera kuvasi neljä kuvaa tunnissa.

### Laitos 2: riistakameraseuranta 2023

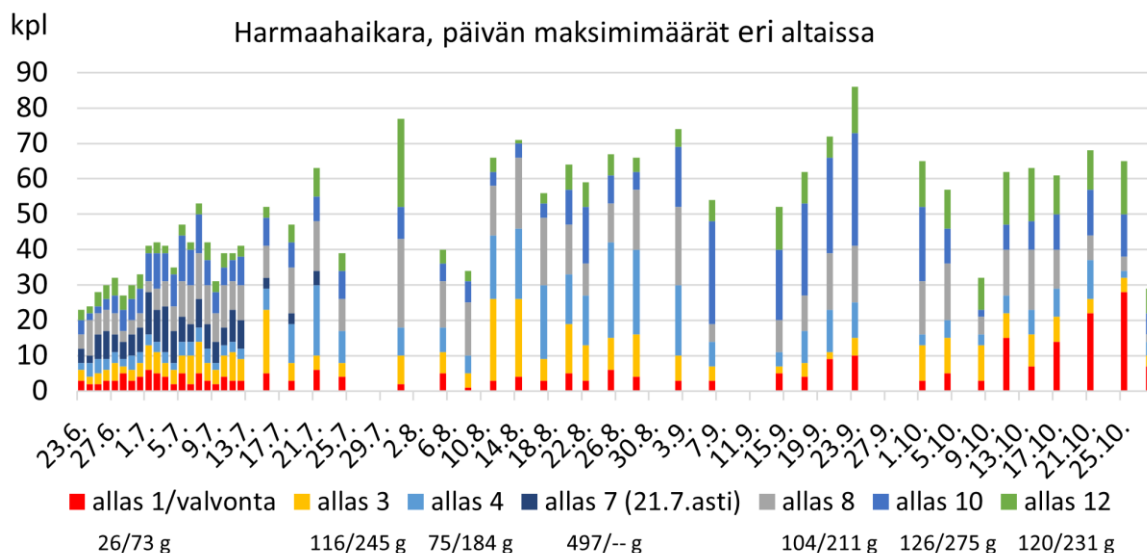
Ahvenanmaalla sijaitsevalle laitoksella kasvatetaan siikaa 12 kasvatusaltaassa ja riistakamera (Burrel) asennettiin seitsemään eri altaaseen (Kuva 5.25, Kuva 5.26). Altaat olivat kahdessa rivissä, ja niiden ympärysmitta oli 60 m. Riistakamerat asennettiin 22.6.2023 ja poistettiin 31.10.2023. Laitoksen tarkasteltavat altaat valikoituivat siten, että voitiin vertailla harmaahaikaroiden mahdollista kiinnostusta eri kokosiin siikoihin. Siikojen alkupaino toukokuun lopulla oli eri kala-altaissa 26–497 g. Yhdessä altaassa oli myös jatkuvasti kuvaava valvontakamera.

Yksi riistakameroista (allas 7) hajosi seurannan aikana ja korvattiin vasta hieman ennen altaan kalojen poistoa. Burrel-riistakameran kuva oli yleistäen laadukasta yölläkin (Kuva 5.27). Riistakameroilla ei saatu varmuutta siitä, suosivatko harmaahaikarat tarkasteltavalla laitoksella tietyn kokoisia kaloja.

Ahvenanmaan laitoksella kävi paljon harmaahaikaroita, mutta ei yhtään merimetsoa. Lokkeja ja variksia laitoksella kävi säännöllisesti. Kuva 5.25 esittää allaskohtaisesti vuorokauden suurinta paikalla kerrallaan olevaa harmaahaikaramäärää. Harmaahaikaroiden kokonaismäärä kasvaa kesäkuusta kohti elokuuta, ja harmaahaikaroita esiintyy paljon ainakin lokakuun loppupuolelle asti. Linnut voivat vaihtaa verkkoallasta vuorokauden aikana. Maksimimäärä voidaan havaita eri altailla eri aikaisesti, jolloin sama lintu saattaa tulla laskettua eri altaalle, ja lintujen kokonaismäärä tulee yliarvioiduksi.

Harmaahaikaroita kävi kaikilla seuranta-altailla päivittäin, ja niiden määrät eri altailla vaihtelivat. Altaassa 1 harmaahaikaroiden määrä oli heinäkuussa laitoksen altaista pienimpiä vuorokauden maksimimäärillä mitattuna, mutta lokakuun loppupuolella puolestaan määrä oli altaista suurin. Altaassa 1 oli myös valvontakamera, ja sen videomateriaalin mukaan altaalla oli harmaahaikara, joka ajoi muita harmaahaikaroita altaalta pois. Voi olla, että kyseinen harmaahaikara ei ole ollut lokakuun loppupuolella paikalla (valvontakamera poistettiin 5.9.2023).

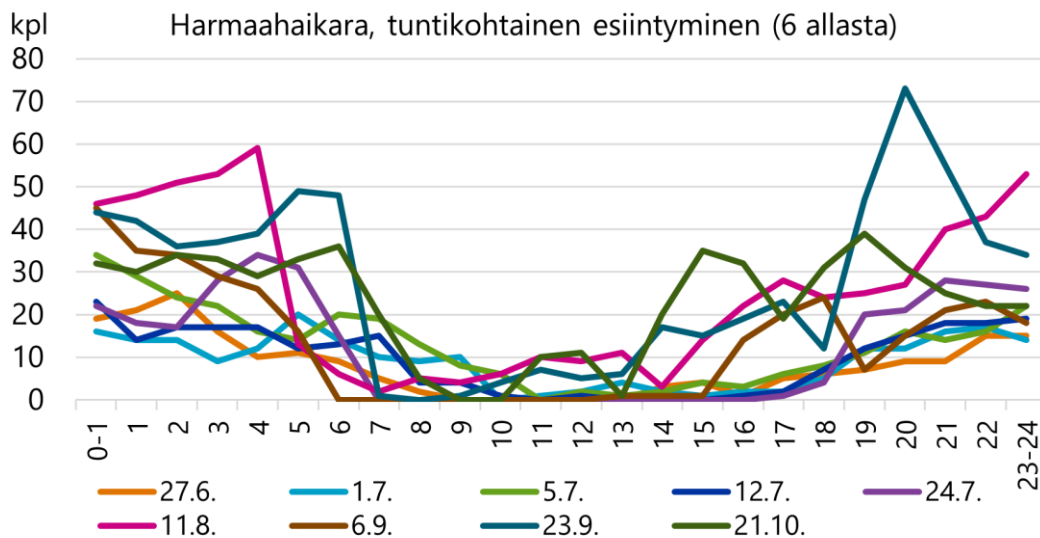
Tämä viittaa siihen, että myös lintujen väliset vuorovaikutukset vaikuttavat altaalla oleskelevien lintujen määrään, ja altaassa olevan kalan koon vaikutusta lintujen saalistukseen on vaikea erottaa näistä taustavaikutuksista. Harmaahaikaroita oli muutamia myös altaalla, jossa oli suurikokoisia siikoja elokuun lopulla ennen kyseisen altaan kalojen poistoa ja useita siinä vaiheessa, kun kalat olivat vedettynä pienempään tilaan ennen lopullista poistoa. Tuolloin siiat olivat noin 860 g. Riistakameroiden kuvista ei havaita saalistustapahtumia, mutta harmaahaikaroita havaittiin kuitenkin vuonna 2023 varsin vaihtelevia määriä kaikilla kuvatuilla altailla, joissa kalojen painot vaihtelivat noin 30 grammasta vajaaseen 900 grammaan.



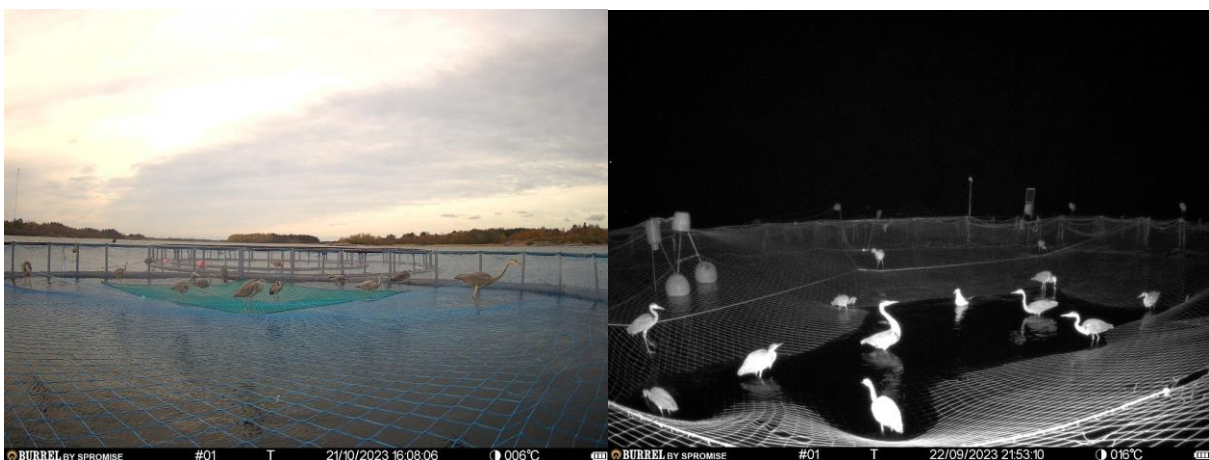
**Kuva 5.25.** Ahvenanmaalla sijaitsevan laitoksen harmaahaikaroiden vuorokauden maksimimäärät eri altailla vuonna 2023 riistakameratarkkailun perusteella. Riistakamera kuvasi kuvia 10 minuutin välein. Altaalla 1 oli riistakameran lisäksi jatkuvasti tallentava valvontakamera. Kalojen koko on kuvassa alimpana ja ilmaistu kevään ja alkusyksyn painoilla (29.5./29.8.). Kaikkiaan laitoksella oli 12 verkkoallasta. Laskuissa on mukana altaan, ruokinta-automaatin tai altaan reunan päällä olleet harmaahaikarat.

Altaalla 1 oli kooltaan pienimpiä siikoja ja riistakameran lisäksi valvontakamera. Sillä kävi heinä-elokuussa vähiten harmaahaikaroita vuorokauden maksimimäärillä mitattuna. Vaihtelua oli kyseisellä altaalla kuitenkin paljon, ja harmaahaikaroiden määrä vaihteli 1–28 välillä. Altaalla 10 oli enimmillään 32 harmaahaikaraa kerralla.

Kuvassa 5.26 on Ahvenanmaan laitoksen vuorokauden aikaisia harmaahaikaroiden havaintomääriä eri päivinä. Suurimmillaan määrät ovat yleisesti yöllä ja osittain myös illalla. Ahvenanmaan laitoksella käytiin ruokkimassa siikoja kaksi kertaa päivässä, ensin aamulla/aamupäivällä ja toisen kerran iltapäivällä. Harmaahaikaroiden määrät vähentyvät kuitenkin jo aikaisin aamulla selvästi ennen ruokkijan saapumista. Ruokkijan ollessa paikalla harmaahaikarat eivät olleet altaalla.



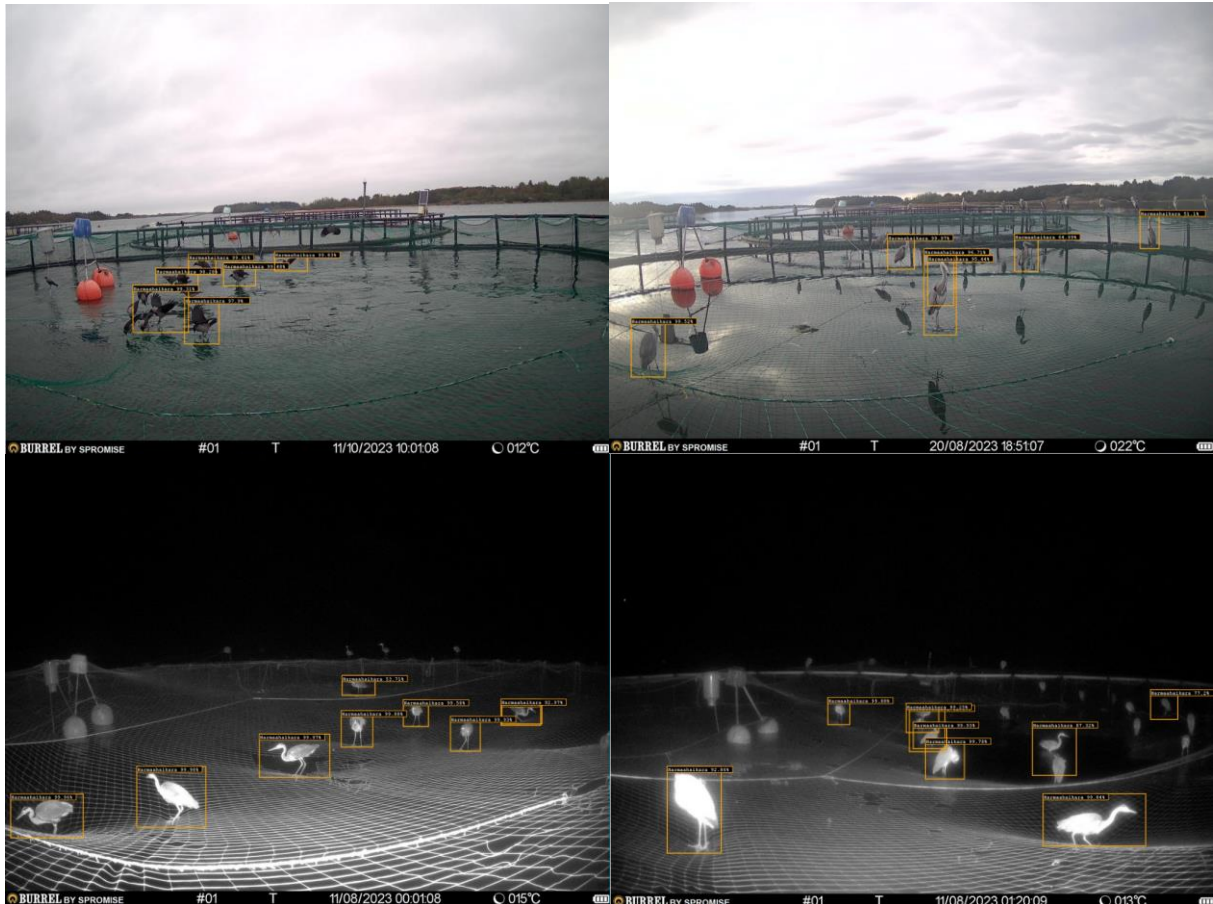
**Kuva 5.26.** Ahvenanmaalla sijaitsevan laitoksen harmaahaikaroiden ajallinen esiintyminen esitettyinä tuntikohtaisina maksimimäärinä summattuna laitoksen seuratuilta altailla (6 verkkoalasta) vuonna 2023. Riistakamera kuvasi 6 kuvaa tunnissa.



**Kuva 5.27.** Ahvenanmaalla sijaitsevalla laitoksella olleesta Burrel-riistakameran yökuvasta (allas 2, oikealla) harmaahaikarat olivat usein etenkin edestä ja keskeltä helposti havaittavissa, iltahämärässä linnut eivät aina erottuneet yhtä selvästi. Vasemmalla kuvassa on allas 1, jossa oli myös valvontakamera. Lintuverkko oli tiukemmin asetettuna ja keskellä tiheämpi verkko.

### 5.4.3. Tekoälyn hyödyntäminen riistakamera-aineiston tulkinassa

Ensisijainen tekoälylle asetettu tavoite oli harmaahaikaroiden ja merimetsojen tunnistaminen riistakamerakuvista vaihtelevissa olosuhteissa (Kuva 5.28). Jatkossa harmaahaikarat ja merimetso (sekä lokit) voitaisiin laskea määrän ja häiriöpaineen arvioimiseksi ilman ihmisen tulkintaa.



**Kuva 5.28.** NatureWatch konetunnistus-ohjelman havaintoja laatikoituna Burrel-riistakameran kuvista. Edestä ja keskeltä harmaahaikarat tulevat tunnistetuksi hyvin, mutta kauempaa ja altaan reunan päältä on jäänyt harmaahaikaroita tunnistamatta. Kone tunnisti myös varikset harmaahaikaroiksi johtuen siitä, että niiden tunnistamista ei ohjelmalle vielä opetettu.

Konenäkömallin suorituskyvyn ja koulutusesimerkkien lukumäärän välillä oli selvä yhteys. Taulukoissa 5.6–5.11 esitetään, miten lintujen tunnistaminen ja tunnistuksen tarkkuus parani opetusmateriaalin lisääntyessä. Kun koneälyn vaatimustasoa havainnon varmuudesta tiukennetaan 75 % todennäköisyydestä 95 % todennäköisyyteen, virheellisten havaintojen määrä odotetusti vähenee. Harmaahaikaraksi tulkittiin virheellisesti esimerkiksi pilviä, variksia, lokkeja tai poijuja. Tiukalla 95 % kynnystasolla merkittävä määrä ihmissilmän laskemista havainnoista jää kuitenkin vielä havaitsematta. Pienellä havaintomäärällä virheprosentti ei ole kuitenkaan relevantti mittari kertomaan tunnistuksen tarkkuudesta (taulukko 5.9–5.11).

**Taulukko 5.6.** Tekoölymallien tunnistustarkkuus mallien kynnystasolla 75 % (NW vanha malli 7.–11.9.2023, NW uusi malli 13.–21.11.2023). Kynnystaso tarkoittaa todennäköisyyttä, jolla tekoöly on varma havainnostaan. Kuvia ajettiin 144–147 kpl / tekoölyajo / kamera. Todellinen haikaramäärä tarkoittaa, montako NatureWatchin merkitsemistä haikaroista osoittautui tarkistuksessa harmaahaikaroiksi ja virheprosentti kertoo virheellisten määritysten osuuden. Kuva-aineisto on päivältä 3.7.2023, laitokselta 2.

NW vanha malli	75 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %	NW uusi malli	75 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %
Kamera1	75	58	23		205	201	2
Kamera2	17	14	18		75	74	1
Kamera3	69	62	10		207	207	0
Kamera4	52	33	37		100	100	0
Kamera5	95	59	38		268	261	3
Keskiarvo			25				1

**Taulukko 5.7.** Tekoölymallien tunnistustarkkuus kynnystasolla 95 % (NW vanha malli 7.–11.9.2023, NW uusi malli 13.–21.11.2023). Kynnystaso tarkoittaa todennäköisyyttä, jolla tekoöly on varma havainnostaan. Kuvia ajettiin 144–147 kpl / tekoölyajo / kamera. Todellinen haikaramäärä tarkoittaa, montako NatureWatchin merkitsemistä haikaroista osoittautui tarkistuksessa harmaahaikaroiksi ja virheprosentti kertoo virheellisten määritysten osuuden. Kuva-aineisto on päivältä 3.7.2023, laitokselta 2.

NW vanha malli	95 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %	NW uusi malli	95 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %
Kamera1	35	32	9		194	192	1
Kamera2	9	8	11		68	68	0
Kamera3	32	28	13		194	194	0
Kamera4	21	15	29		96	96	0
Kamera5	47	28	40		244	240	2
Keskiarvo			20				1

**Taulukko 5.8.** Sama aineisto ihmisen ja mallin (NW uusi malli) analysoimana. Tekoölymallin puuttuvat tai virheelliset määritykset on ilmaistu virheprosenttina (%-määrä, jonka NW laskee liikaa/liian vähän). Kuva-aineisto on päivältä 3.7.2023, laitokselta 2.

	Ihmisen laskemat	NW 75 %	Virhe %	NW 95 %	Virhe %
Kamera1	212	205	-3	194	-8
Kamera2	82	75	-9	68	-17
Kamera3	218	207	-5	194	-11
Kamera4	116	100	-14	96	-17
Kamera5	313	268	-14	244	-22
Keskiarvo			-9		-15

**Taulukko 5.9.** Tekoölyajojen tunnistustarkkuus kynnystasoilla 75 % (NW vanha malli 5.9.2023, NW uusi malli 21.11.2023). Kynnystaso tarkoittaa todennäköisyyttä, jolla tekoöly on varma havainnostaan. Kuvia ajettiin 93–96 kpl / tekoölyajo / kamera. Todellinen haikaramäärä tarkoittaa, montako NatureWatchin merkitsemistä haikaroista osoittautui tarkistuksessa harmaahaikaroiksi ja virheprosentti kertoo virheellisten määritysten osuuden. Kuva-aineisto 14.07.2023, laitos 1.

NW vanha malli	75 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %	NW uusi malli	75 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %
Kamera1	12	5	58		11	11	0
Kamera2	10	4	60		10	10	0
Kamera3	9	2	78		10	10	0
Kamera4	3	0	100		0	0	0
Kamera5	16	0	100		1	1	0
Keskiarvo			79				0

**Taulukko 5.10.** Tekoölyajojen tunnistustarkkuus kynnystasoilla 95 % (NW vanha malli 5.9.2023, NW uusi malli 21.11.2023). Kynnystaso tarkoittaa todennäköisyyttä, jolla tekoöly on varma havainnostaan. Kuvia ajettiin 93–96 kpl / tekoölyajo / kamera. Todellinen haikaramäärä tarkoittaa, montako NatureWatchin merkitsemistä haikaroista osoittautui tarkistuksessa harmaahaikaroiksi ja virheprosentti kertoo virheellisten määritysten osuuden. Kuva-aineisto on päivältä 14.7.2023, laitokselta 1.

NW vanha malli	95 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %	NW uusi malli	95 % kynnystaso	Todellinen harmaahaikara määrä	Virhe %
Kamera1	7	4	43		10	10	0
Kamera2	9	4	56		7	7	0
Kamera3	4	0	100		8	8	0
Kamera4	1	0	100		0	0	0
Kamera5	3	0	100		1	1	0
Keskiarvo			80				0

**Taulukko 5.11.** Sama aineisto ihmisen ja mallin (NW uusi malli) analysoimana. Tekoölymallin puuttuvat tai virheelliset määritykset on ilmaistu virheprosenttina (%-määrä, jonka NW laskee liikaa/liian vähän). Kuva-aineisto on päivältä 14.7.2023, laitokselta 1.

	Ihmisen laskemat	NW 75 %	Virhe %	NW 95 %	Virhe %
Kamera1	10	11	+10	10	0
Kamera2	11	10	-9	7	-36
Kamera3	8	10	+25	8	0
Kamera4	0	0	0	0	0
Kamera5	2	1	-50	1	-50
Keskiarvo (virhe-% itseisarvojen ka)			19		17

Etenkin yökuviin saatiin alemmalla kynnystasolla lisää haikarahavaintoja ja suorituskky pysyi silti varsin hyvänä. Mallin suorituskky paranee, kun materiaalin määrää kasvatetaan tulevaisuudessa. Malli kehittyi kuitenkin nopeasti. Vaikka harmaahaikaroita oli annetussa kuvamateriaalissa vasta sangen vähän, jo nyt päästiin harmaahaikaralla varsin hyvään tulokseen. Samaa tunnistusmateriaalia voidaan käyttää lintujen tunnistamiseen myös videokuvasta. Videotunnistuksen kehittäminen on vielä kesken muun muassa käyttörajapinnan ja tunnistustulosten tulkinnan suhteen, joten sitä ei tämän hankkeen puitteissa päästy vielä testaamaan.

Birdeye-mallin suorituskyvystä tehtiin seuraavat yleiset havainnot: 1) mallin tunnistuskvyn ja opetusmerkkien lukumäärän välillä on selvä positiivinen korrelaatio, 2) tunnistustapaukset, jossa on paljon varianssia vaikeuttavat tunnistamista (esim. lintu lentää, on kaukana, istuu jne.), 3) kuvamateriaalin hyvällä laadulla eli pikseliresoluutiolla on positiivinen yhteys tunnistustarkkuuteen.

#### **5.4.4. Lintulajin tunnistus nokkimisjäljen DNA-näytteestä**

Lintujen nielusta otetuista referenssinäytteistä löydettiin DNA-tunnistuksella odotetusti lajit kanadanhanhi, isokoskelo, harmaahaikara ja merimetso (Kuva 5.29). Lokeista DNA-tunnistus havaitsi vain kaksi lajia (harmaalokki ja naurulokki), mikä johtui todennäköisesti lähisukuisten lajien liian samankaltaisesta DNA-profiilista. Kirjoloihen estoalukkeen käyttö ei vaikuttanut lintulajien DNA:n monistumiseen eikä tunnistamiseen (Kuva 5.29).

Hahmottaaksemme linnun ja kalan DNA:n suhteellisten määrien merkitystä lintujen tunnistamisen herkkyydelle, teimme laimennussarjan, jossa sekoitimme tunnetun lintulajin ja kirjoloihen DNA näytettä keskenään eri suhteissa. Linnun DNA:n osuus laimennussarjassa vaihteli välillä 0.1–10 % näytteen kokonais-DNA-pitoisuudesta. Linnun tunnistus onnistui sekvensointidatasta kaikissa tapauksissa ja sekvensointidatan perusteella laskettu DNA:n määrä korreloi hyvin testissä käytetyn pitoisuuden kanssa (Kuva 5.29). Testissä käytetty lokkilaji, selkälokki, määrittyi DNA-tunnistuksen perusteella harmaalokiksi. Mielenkiintoisena kuriositeettina havaitsimme niissä näytteissä, joissa selkälökin tai merimetson DNA:n määrä on korkein, mahdollisia viitteitä näiden lintujen aiemmista aterioista, eli selkälökilla ahventa ja särkeä, merimetsolla mustatäplätokkoa ja kivinilkan lähisukuista *Zoarcis gillii*-lajia. Lintujen suusta otettuihin referenssinäytteisiin onkin voinut päätyä soluja niiden edellisistä ruokailukohteista.



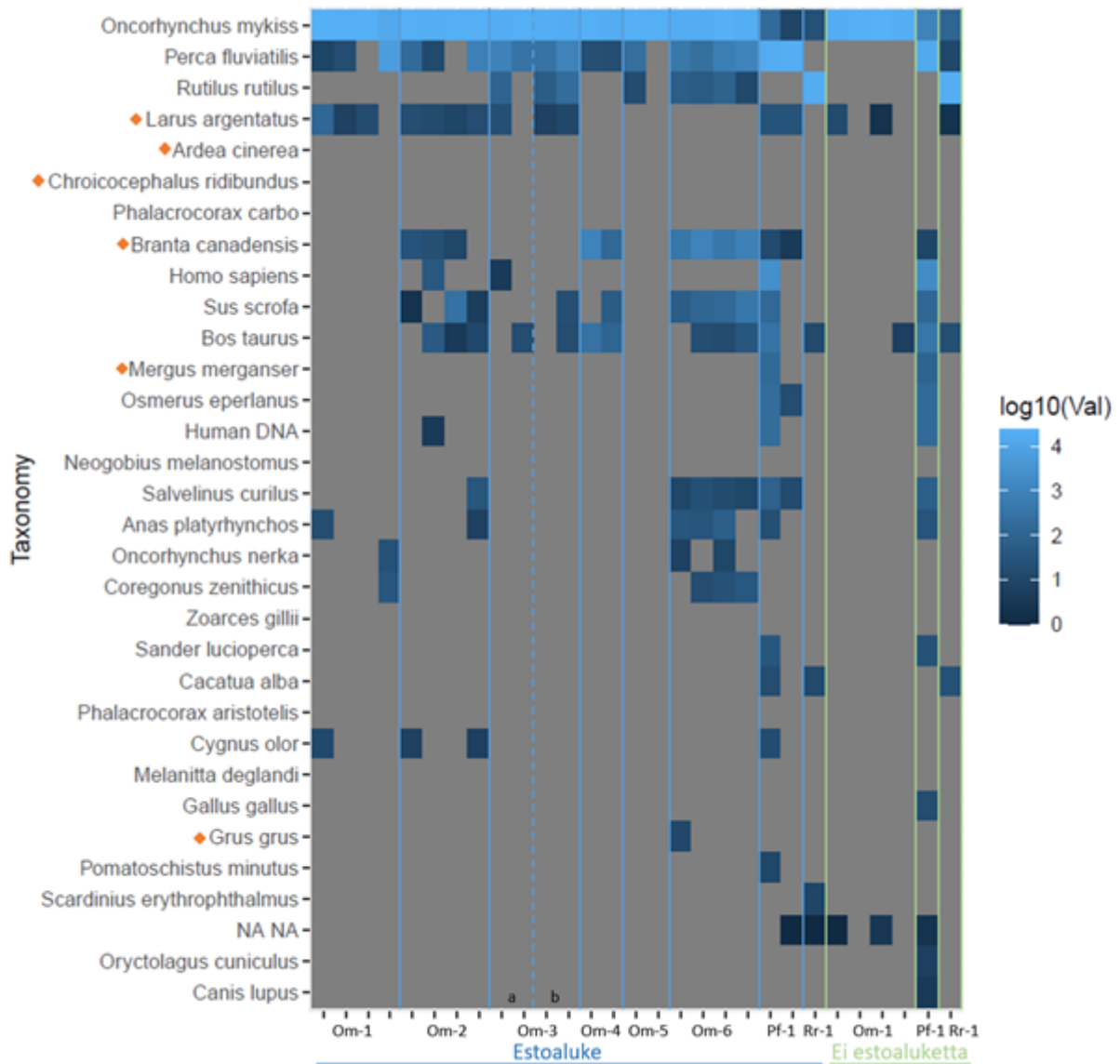
**Kuva 5.29.** Lintujen yhdistetyissä referenssinäytteissä ja laimennosnäytesarjassa havaitut lajit, ja lajien DNA-tunnisteiden runsaus logaritmisella asteikolla. Kutakin näytettä edustaa yksi vertikaalinen palkki. Näytteissä C6 ja C12 on yhdistelmä suoraan linnuista otetuista referenssinäytteistä, C6 estoalukkeen kanssa ja C12 ilman estoaluketta. Lintulajit, jotka tunnistettiin DNA:n avulla ja joista otettiin näyte on merkitty oranssilla neliöllä. Näytteet C1–C5 ja C7–C11 muodostavat kaksi laimennosnäytesarjaa, joissa 0.1 - 0.5 - 1 - 5 - 10 % lintu-DNA:ta (selkälokki+kirjolohi C1–C5 ja merimetso+kirjolohi C7–C11).

Kalassa olevien nokkimisjälkien pyyhkäisynäytteistä erottui kaikkein runsaimpana kalalajin (kirjolohi, ahven, särki) oma DNA (Kuva 5.30). Vaikuttaisi siltä, että kirjolojen monistumisen estoaluke ei toiminut kovin tehokkaasti. Kokeen aikana kalapaloja kävivät nokkimassa harmaa-, selkä- ja kalalokki, kanadanhanhi ja kurki. Näytteistä löytyi harmaalokin, kanadanhanhen, kurjen ja isokoskelon DNA:ta (Kuva 5.30). Lintutarhan harmaalokki ja kanadanhanhi kävivätkin nokkimassa kalanpaloja, ja erityisen aktiivinen nokkija oli selkälokki, joka kävi nokkimassa kaikkia tarjottuja kaloja. Lokkien lajitasoinen erottelu ei tämän menetelmän käyttämällä

geenialueella onnistu, ja selkälokin jättämät DNA-jäljet sekoittuvat harmaalokiksi tunnistettuihin DNA-jälkiin. Referenssinäytteiden tulosten perusteella voidaan sanoa, että lokkilajeista tunnistetaan harmaalokki ja naurulokki (Kuva 5.29), mutta muut lokkilajit yhdistyvät virheellisesti näihin lajeihin. Kalanäytettä Om-3 kävi nokkimassa vain selkälokki, ja tästä näytteestä tunnistettiin DNA-analyysin perusteella *Larus*-suku (harmaalokki), mutta ei muita lintulajeja (Kuva 5.30). Harmaahaikara ei suostunut nokkimaan kaloja koetilanteessa eikä sen DNA:ta löydetty nokkaisujäljen pyyhkäisynäytteistä.

Kalan vedessä liottaminen ja pakastaminen (7 vuorokauden ajaksi) vaikuttivat heikentävän lintujen tunnistamista, joskin vaikutukset jäivät osin epävarmoiksi. Neljän tunnin vesiliotuksen jälkeen näytteestä oli tunnistettavissa harmaalokki ja 12 tunnin jälkeen yhdessä nokkimisjäljessä kahdesta oli tunnistettavissa kanadanhanhi mutta kummastakaan jäljestä ei löytynyt muiden lintujen DNA:ta. Pakastetusta näytteestä oli tunnistettavissa kanadanhanhi ja kurki.

Näytteistä löydettiin myös usean muun selkärangaslajin – muun muassa ihmisen, sian, nautan, koiran, kaniinin, kyhmyjoutsenen ja sinisorsan – DNA-jäämiä (Kuva 5.30). Näitä on todennäköisesti päätyntä kalanäytteeseen sen käsittelyn ja myynnin aikana tai lintutarhan maaperästä. Joistain näytteistä löytyi myös pieniä pitoisuuksia kuoreen, kuhan, hietatokon ja sorvan DNA:ta, mikä voi olla kalastuksen tai kalakaupan kontaminaatiota, ja kahden lohikalan *Salvelinus curilus* ja *Coregonus zenithicus* DNA:ta, joiden sekvenssi voi olla hyvin lähellä kirjolohen sekvenssiä ja jotka tosiasiaassa ovat kirjolohen DNA:ta. Muutaman, hyvin epätodennäköisen lajin DNA-tunnistukset lienevät sekvenssitietokantoihin tehtävän vertailun yhteydessä tapahtuvia virhetunnistuksia. Lukuisat lajilöydöt hyvin pienien DNA:n määrien perusteella kuitenkin kertovat menetelmän herkkyydestä.



**Kuva 5.30.** DNA-analyysin perusteella havaitut lajit ja lajitunnisteiden runsaus logaritmisella asteikolla. Lintulajit, jotka havaittiin DNA-analyysissä ja olivat mukana lintutarhan nokkimisko-keessa, on merkitty oranssilla neliöllä. Om1-6 = kirjolohipalat, Pf = koko ahven, Rr = koko särki. Kustakin kalapalasta (tai kokonaisesta kalasta) on otettu 2–4 DNA-näytettä (replikaattia) eri nokkimiskohdista. Kalapaloista **Om-1** ja **Om-2** DNA-näytteet on otettu heti, **Om-3** on otettu 4 h kuluttua (a) ilman vesikäsitelyä ja (b) vesikäsitelyn jälkeen, **Om-4** ja **Om-5** on otettu 12 h vesikäsitelyn jälkeen, ja näyte **Om-6** on pakastettu (7 vrk) ennen näytteenottoa. Kuvassa yksi vertikaalinen palkki edustaa yhtä replikaattia, ja samasta kalapalasta (tai kokonaisesta kalasta) otetut replikaatit ovat rinnakkain. Osalle näytteistä tehtiin verrokot ilman estoaluketta.

#### 5.4.5. Tuotantotiedot

Tuotantotietoja pyrittiin keräämään yrityksiltä mahdollisimman kattavasti verkkoaltailta, joilla oli video- ja riistakameraseurantaa. Vertailukelpoisen aineiston saaminen kaupallisilta laitok- silta arvioitiin etukäteen haastavaksi, ja se myös osoittautui vaikeaksi. Tiedot kerättiin suulli- sesti sekä toimitettujen aineistotietojen perusteella. Tarkkailuajan kasvatustiedot on suurelta osin laskennallista eikä perustu altaista tehtyihin kalamittauksiin, jotka olisivat välttämättömiä

lintujen tuotantovaikutusten arvioimiseksi. Kasvatuskauden jälkeistä dataa ei ole kaikilta osin myöskään vielä saatavilla tätä raporttia kirjoittaessa. Niiltä osin kuin mahdollista, tarkastelemme tuotantomuuttujia suhteessa verkkoallaskohtaisiin lintujen vierailumääriin.

### **Kasvatettavat kalalajit**

Kasvatettavista lajeista vain yhdellä laitoksella oli molempina vuosina siikaa. Lopuilla laitoksilla kasvatettiin kirjolohta. Kirjolohen ja siian tuotantomuuttujat ovat molemmille lajityypilliset, joten tuotantomuuttujia ei voi suoraan lajien välillä verrata.

### **Kalojen kasvu ja rehunkulutus**

Pääasiallisiin tuotantomuuttujiin, rehunkulutus ja kalojen lisäkasvu, perustuvat rehukertoimet vaihtelivat tuotantoympäristöissä pienillä poikasilla välillä 0,8–1,2 (n=6) ja suuremmilla välillä 0,9–1,3 (n=7), mutta perustuvat aineistossa pääasiassa laskennallisiin arvoihin. Suurilla vaihteluväleillä niin sanotusta normaalikasvusta poikkeamisen todentaminen linnuista aiheutuvaksi on tutkimusmenetelmällisesti vaativaa.

Aineistosta voidaan todeta, että kalat ruokailevat ja kasvavat lintujen läsnä ollessa myös altailla, joissa on suurin lintupaine, mutta ei ole mahdollista arvioida olisiko kasvu nopeampaa ilman lintujen läsnäoloa. Lähtökohtaisesti on kuitenkin mahdollista, että lintujen vierailut ja saalistus kasvatusaltailla stressaavat kaloja ja häiritsevät niiden ruokailua, mikä saattaa heijastua kalojen kasvuun. Havaitsematta jäänyt merkittävä kuolleisuus voi puolestaan heikentää rehukerrointa.

Kasvutehokkuuden mittaaminen ja syy-seuraussuhteiden arviointi edellyttäisi kokeellista tutkimusasetelmaa, jossa vaihtelua aiheuttavia tekijöitä voitaisiin edes osin kontrolloida. Yksilöiden kasvu todettiin jopa vertailulaitoksia suuremmaksi altaissa, jossa oli paljon kuolleisuutta. Oletettavasti syynä on, että pienemmälle määrälle kaloja annettiin enemmän rehuja. Kaupallisessa tuotannossa tuotantomuuttujissa vaihtelua aiheuttavia tekijöitä ovat muun muassa ympäristö- ja sääolosuhteet, ruokinnan tarkkuus, ruokintamenetelmä, rehuvalinnat, laitoksen tekniset ja teknologiset ratkaisut esimerkiksi kuolleisuuden seurannassa, poikasen alkuperä, kalaterveys, mekaaniset häiriöt laitteistoissa ja yrityksen kaupalliset tavoitteet.

### **Kuolleisuus**

Kalojen kokonaiskuolleisuutta ei voitu arvioida missään seurantakohteessa tarkkailukauden aikana, koska siihen ei ole käytettävissä menetelmiä, jotka eivät häiritsisi kaloja. Kuolleisuushävikkiä voitiin arvioida kuitenkin yleisellä tasolla lintujen saalistuskuolleisuuden (videoaineisto), kalojen pintakuolleisuuden (kerätyt kuolleet kalat) sekä muutamassa kohteessa kalojen siirto- ja perkuupunnitustietojen perusteella tuotantokauden 2022 jälkeen.

Pintakuolleisuusaineistoa kerättiin laitoksilla, mutta se kertoo vain osatotuuden kokonaiskuolleisuudesta. Pintakuolleisuus seurattavilla verkkoaltailta oli keskimäärin alle 1,9 %:n luokkaa (vaihteluväli 0,03–7,3 %, Med 0,9, n=11). Kuitenkin verkkoaltailta, joilta todelliset punnitustiedot saatiin, hävikki saattoi olla jopa kymmenien prosenttien luokkaa, mikä osoittaa puutteellisuuden nykyisissä kuolleisuuden havainnointimenetelmissä.

Videoaineiston perusteella harmaahaikaroiden havaittiin saalistavan päivässä keskimäärin 13,5 ja merimetsojen 2,2 kalaa. Merimetsohavainnot kohdentuivat keskimäärin 2,17 kuukauden eli 65 päivään, kun taas harmaahaikaroiden havaittiin syövän kaloja lähes koko viiden kuukauden kasvukauden eli 150 päivän ajan. Jos havaittuja saalistuslukuja suhteuttaa altaiden keskimääräiseen poikaskappalemäärään 51 250 (n=8), voidaan arvioida, että harmaahaikarat aiheuttivat seuranta-aitailla 4,0 % ja merimetsot 0,28 % kuolleisuuden.

Useimmilla laitoksilla hävikkihavainnot olivat vähäisiä. Selkämeren pohjoispuolelta Perämerelle ei havaittu juurikaan lintujen aiheuttamaa hävikkiä. Suurimmat merimetsojen aiheuttamat kuolleisuudet olivat kolmen kuukauden aikana keskimäärin 30,6 kalaa per päivä eli yhteensä noin 2 750 kalaa, mikä oli noin 5 % kyseisen laitoksen poikasista (alussa 54 000 kpl). Kokonaiskuolleisuutta ei kyseiseltä laitokselta tiedetä, koska kamerajärjestelmä tuotiin pois ennen kasvatuskauden loppua eikä poikasia ole toistaiseksi laskettu. Harmaahaikaroiden suurin aiheuttama allaskohtainen hävikki oli 188 kalaa per päivä, mikä suhteutettuna koko kasvu-kauteen ja altaan poikasmäärään (noin 74 000 kpl) vastaa noin 38 %:n kuolleisuutta. Kyseisen altaan keväällä mitattu hävikki oli noin 49 % (Kuva 5.8, allas 1). Samalla laitoksella pahimmat allaskohtaiset hävikit olivat 66 % ja 63 %.

Haastattelututkimusten ja ELY-keskukselle jätettyjen korvaushakemusten perusteella yksittäisistä kasvatusaltaista, joilla oli vierailut merimetsoja, puuttui 2022 vuoden tuotannosta suurimmillaan jopa 67 % poikasista. Tämän jälkeen yritys investoi korkeampaan verkonkannattimeen ja verkkoon. Kyseinen laitos pyydettiin mukaan seurantaan vuodelle 2023. Hävikki on oletettavasti laskenut investoinnin takia, mutta se oli investoinnista huolimatta edelleen merkittävä (30,6 kalaa per päivä). (Kuva 5.8 allas 2 ja 11).

Kasvukauden jälkeisten tuotantotietojen perusteella havaittiin, että keskipainot olivat ennusteiden mukaisia ja muihin vastaaviin raameihin verrattuna jopa suurempia kasvatusaltaissa, joissa havaittiin paljon hävikkiä. Mikäli hävikkiä ei havaita, kalaparvea ruokitaan väärän, todellista suuremman, biomassa-arvion perusteella. Tällöin oletettua pienemmälle määrälle kalaa annetaan enemmän rehua kuin normaalisti, jolloin ne voivat kasvaa isommiksi.

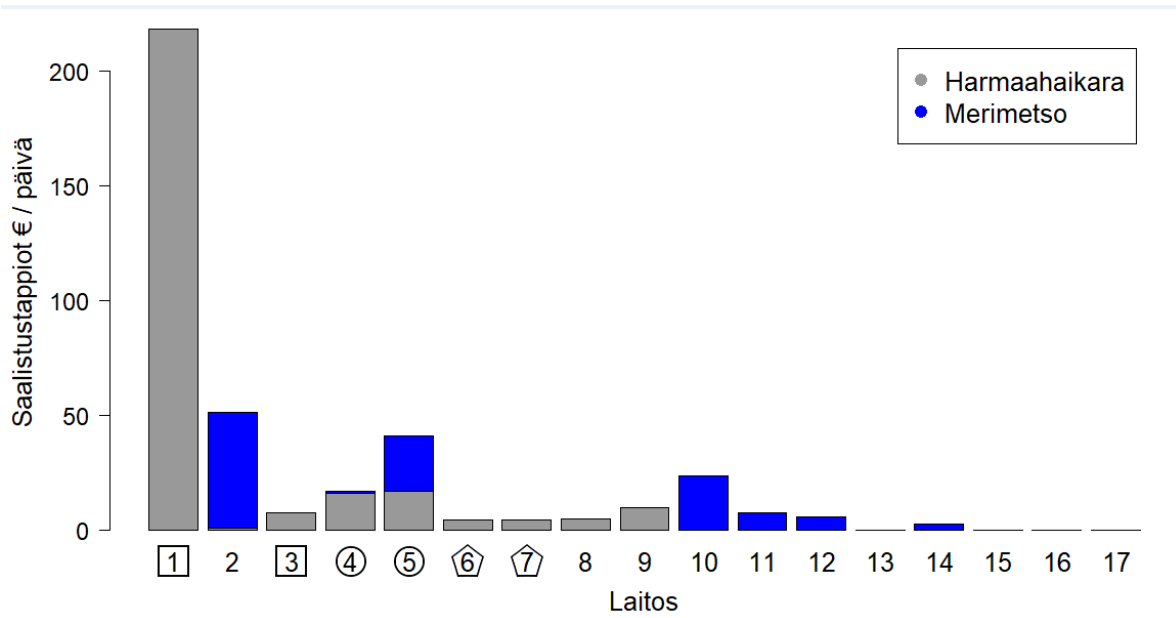
Osa "yliruokitusta rehusta" sitoutuu kyllä kaloihin, mutta osa jää hyödyntämättä ja päätyy vesistöön. Yliruokinta ei ole kasvutehon kannalta optimaalista ja rehukerros heikkenee. Jos todellisesta biomassasta tai kalakappalemäärästä puuttuu jopa yli puolet, kuten pahimmissa tapauksissa, jäljellä olevat kalat eivät pysty hyödyntämään niille oletuskasvumallien perusteella syötettävää rehumäärää ja rehuhukka voi kasvaa suureksikin. Ongelma on tavallisesti suurempi siialla, jonka ruokailuaktiivisuutta ei pystytä tarkkailemaan pinnasta, mutta toki myös kirjolohella, mikäli kala ei häiriön takia ruokaile pinnassa, kuten yleensä.

#### **5.4.6. Taloudellinen tarkastelu**

##### **Lintujen saalistamien kalojen inventaariarvon menetys**

Saalistushavaintojen ja kalojen myyntihinta-aineiston perusteella voidaan arvioida lintujen aiheuttamien vahinkojen euromääräistä suuruusluokkaa seurannassa olleilla aitailla. Kuvassa 5.31 on esitetty merimetsojen ja harmaahaikaroiden onnistuneisiin saalistuksiin perustuva päiväkohtainen saalistustappio tarkkailla kalankasvatusaitailla. Lintujen havaitut saalistusmäärät on kerrottu kalalajikohtaisen koon sekä vastaavan myyntihinnan perusteella (Luken ohjelmointihinta). Kalan koko on arvioitu kunkin altaan kalojen alkupainon ja loppupainoin

keskiarvona inventaariolaskennan periaatteiden mukaisesti, koska kalojen tarkkaa painoa ei saalistushetkellä tunneta. Saalistustappiot sisältävät vain lintujen pyydystämien, siis niiden syömien tai pinnalla nokasta karkuun päässeiden kalojen määrät. Ne eivät sisällä niitä kaloja, joita linnut ovat voineet saalistusyrityksissä vahingoittaa ja jotka mahdollisesti menehtyvät myöhemmin altaan pohjalle. Edelliseen kappaleeseen viitaten hävikki lienee todellisuudessa havaittua suurempaa.



**Kuva 5.31.** Verkkoallaskohtainen saalistushavaintoihin perustuva päiväkohtainen kustannusarvio saalistustappioista. Pylväät kuvaavat yksittäisiä altaita, ja värit saalistaneita lintulajeja. Kolmea laitosta seurattiin kahtena peräkkäisenä vuotena. Nämä laitokset ovat merkitty samalla symbolilla numeron ympärillä.

Päiväkohtainen allaskohtainen kustannus saalistettujen kalojen arvossa laskettuna niillä altailla, joilla lintuja kävi, vaihteli vajaasta 3 eurosta 236 euroon. Keskiarvo kaikissa altaissa oli 25,6 €/pv/allas ja mediaani 6,6 € per/pv/allas. Neljällä altaalla ei todettu lainkaan harmaahaikaroiden ja merimetson saalistusta. Nämä altaat sijaitsivat joko kaukana rannikosta ulkomerellä tai Perämerellä, tai niissä kasvatettavat kalat olivat erityisen suuria. Havaintoja tehtiin kahdeksalla laitoksella vuonna 2022 ja yhdeksällä laitoksella vuonna 2023. Tutkimusta tehtiin osittain samoilla laitoksilla molempina vuosina.

Harmaahaikarat söivät kappalemääräisesti enemmän kaloja ja aiheuttivat siten myös taloudellisesti suuremmat tappiot kuin merimetsot. Koska merimetsot söivät suurempia kaloja, niiden taloudellinen vaikutus korostuu suhteessa syötyjen kalojen määrään. Euromääräinen harmaahaikaran saalistuksesta aiheutunut tappio oli keskimäärin 18,81 €/pv/allas ja merimetson saalistuksesta aiheutunut tappio 6,74 €/pv/allas. Keskiarvoon on laskettu mukaan myös ne laitokset, joilla merimetso tai harmaahaikara eivät saalistaneet. Kuten aineistosta käy ilmi, yksittäisillä ongelmalaitoksilla on suuri vaikutus keskiarvon suuruuteen. Harmaahaikaralla suurin tappio oli 236 euroa päivässä ja pienin noin euron luokkaa yhdeksällä altaalla, jossa havaittiin saalistustapahtumia. Merimetsolla suurin tappio oli noin 50 euroa päivässä ja pienin noin euron eli merimetso saalisti keskimäärin yhden pienen kalan päivässä. Merimetsojen saalistusta havaittiin seitsemällä altaalla.

**Taulukko 5.12.** Saalistustappioiden suuruus eri altailla, suojauksilla ja alueilla. Kalojen hinnat perustuvat Luken ohjemyyntihinnastoon.

ID	Laji	Saalistettujen kalojen hinta yhteensä €/pv havaitut + laskennalliset	Saalistus-havainnot kalaa/pv havaitut + laskennalliset	Kalan koko keskimäärin, g	Otantapäivän kalan mediaanikoko	Kalan hinta kpl	Harmaahaikara €/pv havaitut + laskennalliset	Harmaahai-kara havaitut + laskennalliset kalaa/pv	Merimetso €/pv	Merimetso saalistus kalaa/pv	Havaintopäivien lukumäärä (otanta)	Suoja-verkko	Merialue	Merialueen tyyppi
1	Siika	236,25	187,5	101	111,5	1,26	236,25	187,5	0,00	0,0	12	Matala	Saaristomeri	Suojainen
2	Kirjolohi	51,18	31,6	103	97	1,63	1,30	0,8	49,88	30,6	15	Keski	Selkämeri	Melko avoin
3	Siika	11,95	17,1	44	46	0,70	11,95	17,1	0,00	0,0	13	Matala	Saaristomeri	Suojainen
4	Kirjolohi	23,20	8,1	266	256	2,90	22,23	7,7	0,97	0,3	9	Keski	Suomenlahti	Suojainen
5	Kirjolohi	41,76	4,3	1135	1107	9,87	17,27	1,8	24,49	2,5	27	Matala	Suomenlahti	Suojainen
6	Kirjolohi	6,21	4,7	70	65	1,32	6,21	4,7	0,00	0,0	17	Matala	Saaristomeri	Suojainen
7	Kirjolohi	6,07	4,4	75	102	1,37	6,07	4,4	0,00	0,0	7	Matala	Saaristomeri	Suojainen
8	Kirjolohi	6,61	3,5	130	124	1,91	6,61	3,5	0,00	0,0	13	Keski	Saaristomeri	Suojainen
9	Kirjolohi	11,89	2,8	482	392,5	4,30	11,89	2,8	0,00	0,0	18	Matala	Saaristomeri	Suojainen
10	Kirjolohi	23,65	1,8	2085	2 435,5	13,40	0,00	0,0	23,65	1,8	18	Ei verkkoa	Saaristomeri	Avoin
11	Kirjolohi	7,47	1,3	668	890,5	5,81	0,00	0,0	7,47	1,3	14	Keski	Selkämeri	Melko avoin
12	Kirjolohi	5,35	0,7	1010	1 066	8,70	0,00	0,0	5,35	0,6	13	Korkea	Saaristomeri	Avoin
13	Kirjolohi	0,00	0,0	1051	1 003	9,14	0,00	0,0	0,00	0,0	19	Ei verkkoa	Selkämeri	Melko suojainen
14	Kirjolohi	2,86	0,3	1185	1 220	10,00	0,00	0,0	2,86	0,3	7	Matala	Perämeri	Avoin
15	Kirjolohi	0,00	0,0	448	478	4,06	0,00	0,0	0,00	0,0	8	Korkea	Perämeri	Avoin
16	Kirjolohi	0,00	0,0	2136	2 110	18,53	0,00	0,0	0,00	0,0	9	Keski	Saaristomeri	Melko suojainen
17	Kirjolohi	0,00	0,0	463	434	4,06	0,00	0,0	0,00	0,0	7	Korkea	Selkämeri	Avoin
Mediaani		6,6	2,8	463	434	4,06	1,30	0,80	0,00	0,00	13,00			
Keskiarvo		25,6	15,8	673,65	702,24	5,82	18,81	13,5	6,74	2,20	13,29			

## **Lintujen aiheuttaman hävikin vaikutus liikevoittoon ja rehukustannuksiin**

Saalistushävikki vähentää kalan laskennallisen inventaariokustannuksen lisäksi yrityksen liikevaihtoa ja liikevoittoa, koska korvaavia poikasia tai kaloja ei normaalisti ole saatavilla kuolleiden tilalle. Merialueen yritysten nettotulos on vaihdellut 10–30 % välillä (Kankainen ym. 2020), jolloin liikevoitto pienenee hävikin seurauksena myynnin pienentyessä jokaista kalakiloa kohti keskimäärin 20 %.

Eräiden yrityshaastatteluiden perusteella arvioitiin, että kalojen kasvu saattaa häiriintyä ja heikentyä lintujen läsnäolon seurauksena. Mahdollista kasvun heikentymistä ei pystytty aineistosta kattavasti ja tarkasti selvittämään. Näin ollen kasvun heikentymistä ei arvioida tässä selvityksessä taloudellisena haittana. Yhdessä altaassa, jossa lintujen aiheuttama hävikki oli merkittävää, todettiin että kalojen yksilökasvu oli jopa suurempaa verrattuna altaisiin, joissa hävikki ei ollut vastaavan suuruista. Tämä selittynee sillä, että jos ruokittu rehun määrä säilyi oletetun biomassan mukaisena, odotettua pienempi kalamäärä sai suhteessa enemmän ravintoa, jolloin kalat kasvoivat suuremmiksi.

Lisääntynyt kasvu ei kata rehutehokkuudesta koituvia kustannuksia, jos hävikki on suurta. Rehukertoimen (=rehikäyttö/lisäkasvu) todettiin heikkenevän jopa 25 % kasvatusaltaassa, joissa hävikki oli 50 % verrattuna kasvatusaltaaseen, jossa hävikki oli 25 %. Näin ollen yritykselle koituu ylimääräisiä kustannuksia rehusta, joka ei tuota vastaavasti kalabiomassaa ja liikevoittoa. Jos esimerkiksi 200 000 kg tuotannossa rehutehokkuus heikkenee 25 %, rehukerros kasvaa 1,2:sta 1,5:een ja 1,5 €/kg rehun hinnalla kasvattajalle aiheutuu rehun hukkakäytöstä kustannuksia, jotka eivät tuota liikevaihtoa  $50\% \cdot 200\,000\text{ kg} \cdot (1,5-1,2) \cdot 1,5\text{ €/kg} = 45\,000\text{ €}$ .

## **Linnuilta suojautumiseen liittyvät kustannukset**

Merialueella on Luken tilastojen perusteella Mannersuomi ja Ahvenanmaa mukaan lukien 111 kasvatuslaitosta. Monilla laitoksilla on vain yksi verkkoallas, mutta suurimmilla saattaa olla jopa 15 verkkoallasta. Kun arvioitiin kahden suurimman yrityksen kanssa tuotantomäärää suhteessa allasmäärään, arvioitiin, että Suomessa olisi laskennallisesti noin 285 verkkoallasta. Tätä allaslukuarviota käyttäen suojautumisen kustannukset ovat laajennettavissa koko merialueen kalankasvatukselle ja edelleen koko toimialalle.

Lähes kaikki kasvattajat käyttävät lintuverkkoja, joiden hankintakustannus vaihtelee viidestä sadasta eurosta kymmeneen tuhanteen euroon muun muassa altaan koon, verkkohavaksen koon ja materiaalin perusteella. Keskimääräiseksi kustannukseksi arvioitiin 3 000 euroa. Myös kestävyuden arvioitiin vaihtelevan 1–10 vuotta materiaalista, tuotantopaikan aiheuttamasta kulumisesta ja paikkausinnosta riippuen, jolloin keskimääräiseksi poistoajaksi arvioitiin 3 vuotta. Koska kyse on jatkuvaluontoisesta hankinnasta laskentaan ei sisällytetä korkovaikutusta.

Lintuverkon tukirakenteita käyttää vain osa yrityksistä, niiden valmistus tai investointikustannukset vaihtelivat 1000 eurosta 40 000 euroon (julkaisematon Alioravainen ym. 2022). Laskennassa arviotiin tukirakenteiden keskimääräiseksi kustannukseksi 3 000 euroa ja poistoajaksi 10 vuotta. Myöskään tähän hankintaan ei huomioitu korkovaikutusta.

Lintuverkkojen asentamiseen ja poistamiseen yrittäjät sanoivat yleisesti kuluvan kahdelta henkilöltä kahdesta kolmeen tuntia. Laskennassa oletettiin, että asentamisen ja poistamisen lisäksi keskimäärin havas joudutaan korjaamaan tai poistamaan muista syistä lisäksi kerran vuodessa, joten työaika kuluu yhteensä 15 tuntia per allas vuodessa. Tuntihintana käytettiin 25 euroa tunnissa.

**Taulukko 5.13.** Arvio lintujen aiheuttamista vuosittaisista suojautumiskustannuksista kalankasvatusaltille ja merialueen kasvatusyrityksille

Kulun luonne	Henkilöstö	Hankintahinta	Poistoaika (v)	Yhteensä / vuosi / allas	Yht. merialueilla <sup>1</sup>
Lintuverkon osto	0	3 000	3	1 000	285 000
Tukirakenteiden osto	0	3 000	10	300	85 500
Ylläpito	375 <sup>2</sup>	0	1	375	106 875
Yhteensä (euroa)	375	6 000	14	1 675	477 375

<sup>1</sup> Suomen merialueilla arviolta 285 verkkoallasta

<sup>2</sup> 2 hlö x 25e/h x 2,5 h/kerta x 3 kertaa vuodessa

Kustannus toimialalle on edellisten oletusten perusteella lähes puoli miljoonaa vuositasona. Jos toimialan liikevoitto on ollut vuosittain noin 6 miljoonaa euroa, on suojautumiskustannusten vaikutus toimialan kilpailukykyä laskeva ja sen suuruus noin 8 %. Keskimääräisellä yrityksellä kustannuksia koituu noin 23 000 € vuodessa, mutta kustannus vaihtelee yrityksen koon mukaan.

## 5.5. Tulosten tarkastelu

### 5.5.1. Lintujen aiheuttamat tappiot kalankasvattajille

Osoitimme kameraseuranta-aineistoon perustuen, että merimetsot ja harmaahaikarat saalistavat kalankasvatusaltille. Seurannassa olleiden laitosten otanta ei ollut täysin satunnainen vaan se perustui yrittäjien omaan osallistumishalukkuuteen. Mukaan haluttiin sisällyttää ensisijaisesti laitoksia, joilla linnuista tiedettiin aiemmin koetun haittoja, jotta niitä voitaisiin dokumentoida ja testata menetelmiä. Lisäksi laitoksia valittiin muun muassa kasvatuslajin, kalan koon, lintukolonien sijainnin, kasvatuslaitoksen maantieteellisen sijainnin sekä lintuverkon käytön perusteella.

Lintujen vierailujen ja niistä aiheutuvan hävikin vaihtelu oli suurta. Noin viidenneksellä altaista lintujen saalistuksesta koituvia saalistustappioita ei ollut lainkaan, yli puolella tappiot olivat vähäisiä ja muutamilla altailla tappiot olivat merkittäviä. Päiväkohtainen saalismäärä yksittäisellä verkkoaltaalla saattoi olla yli kymmenkertainen verrattuna verkkoaltaaseen, jossa saalismäärä oli seuraavaksi suurin. Tuloksia ei voida valikoidusta otannasta ja suurista yksittäisistä vahinkotapauksista johtuen yleistää keskiarvojen perusteella koskemaan koko rannikon kalankasvatuksen toimialaa. Siksi esitämme esimerkkejä lintujen yksittäisille altailla aiheuttamista tappioista ja hahmotamme vahinkoja tappioiden mediaanin avulla.

Koko kasvatuskauden aikaisten lintuvahinkojen arvioimiseen tarvitaan arvio lintuvahinkojen ajallisesta kestosta. Kaikilla laitoksilla seuranta ei kattanut koko kasvatuskautta, jolloin ei voida varmuudella sanoa, kuinka paljon lintuvahinkoja tapahtui ennen seurantajakson alkamista tai sen päättymisen jälkeen. Joillain altailla harmaahaikaroita tavattiin huhtikuulta aina marraskuulle asti, ja eräillä altailla loppuvuodesta saalistuspaine oli pienempää ja havaintoja tehtiin vain muutamalta kuukaudelta. Merimetsohavaintoja todettiin lyhyempänä ajanjaksona kuin harmaahaikaravahinkoja. Koska havaintojen mediaanit sisältävät kuitenkin myös ajanjaksot,

jolloin linnut eivät ole vierailleet laitoksilla, käytämme seuraavissa arvioissa merimetso- ja harmaahaikaravahinkojen kestona 150 päivää.

Lintujen saalistuksesta aiheutuva hävikki tuottaa viljelijälle tappioita ainakin kolmella tavalla: menetettyjen kalojen inventaariarvon, menetetyn liikevoiton ja reuhävikin muodossa. Menetettyjen kalojen inventaariarvoon perustuva molempien lintulajien yhdessä aiheuttama saalistustappioiden mediaaniarvo seuranta-aineistossamme oli 6,60 €/pv/allas ja koko kasvatuskaudelle (150 pv) laskettuna 990 €/allas.

Harmaahaikarat aiheuttivat tappioita laitoksille merimetsoja enemmän. Suurin harmaahaikaran yksittäiselle altaalle aiheuttama saalistustappio videoseuranta-aineistossa oli keskimäärin 236,25 €/pv (187,5 kalaa/pv) ja koko kasvatuskaudelle laskettuna 35 438 € (150 pv \* 236,25 €/pv). Tämä tarkoittaisi kyseisessä altaassa 38 %:n hävikkiä. Kevätpunnituksissa todellinen kuolleisuus osoittautui 49 %:ksi, josta suurimman osan voidaan olettaa videoaineistoon pohjautuen olevan harmaahaikaran aiheuttamaa kuolleisuutta. Altaassa kasvatettiin pienikokoista siikaa. Kyseisessä 12 altaan yksikössä koko laitokselle harmaahaikarasta koituva saalistustappio on kertaluokkaa suurempi. Suurin kameraseurannassa havaittu merimetsion aiheuttama allaskohtainen saalistustappio oli 49,88 €/pv ja koko kasvatuskaudelle laskettuna 7 482 €.

Koska menetettyjä kaloja ei tyypillisesti voida tilata lisää kasvatuskauden aikana, hävikki tuottaa tappiota kalojen kustannuksen lisäksi saamatta jääneenä kalojen myyntihintana. Tämä realisoituu liikevoittotappiona. Allaskohtaisten liikevoittotappioiden laskenta ei ollut suoraan mahdollista puuttuvien tuotantomäärien vuoksi. Käyttämällä esimerkkinä seurantalaitosten merimetsion ja harmaahaikaran yhteenlasketun hävikin mediaania 0,82 % (2,8 kalaa/pv \* 150 pv / 51 250 kalaa \* 100) ja keskimääräisen kokoista 50 tonnin verkkoallasta (rannikon kokonaistuotanto 14 Mkg / 285 verkkoallasta), liikevoittotappiota syntyy 713 €/allas (50 000 kg \* 0,82 % \* 8,7 €/kg (markkinahinta 2022) \* 20 % liikevoitto).

Suurinta yksittäiselle altaalle havaittua hävikkiä 38 % (188 kalaa/pv \* 150 pv / 74 090 kalaa \* 100) käyttäen 50 tonnia tuottavan keskimääräilaitoksen liikevoittotappio olisi 33 060 € ((8,7 €/kg \* 50 000 \* 0,2) \* 0,38). Kyseinen havaittu hävikki oli yksinomaan harmaahaikaran aiheuttama. Esimerkit kuvaavat yksittäistapausten merkitystä ja suurta hajontaa vahingoissa.

Kalojen hävikki altaasta heikentää myös rehutehokkuutta, sillä tyypillisesti kasvattaja ei tiedä hävikin määrää, jolloin rehua syötetään vähentyneeseen kalamäärään nähden liian paljon. Ylimäärärehu ei tuota liikevaihtoa ja lisää jäljellä olevien kalojen tuotantokustannusta. Tämä tuottaa yritykselle lisätappiota, joka ei sisälly edellä esitettyihin hävikin inventaariarvoon tai liikevoittotappioon. Tappion määrän arviointi tarkasti on kuitenkin vaikeaa, koska kalojen kasvun lisääntyminen voi kompensoida tappiota joko osittain tai kokonaan, jos pienempi kalamäärä kasvaa samalla rehumäärällä nopeammin. Tämä lienee mahdollista etenkin silloin, kun hävikki ja siten ylimääräisen rehun määrä ovat suhteellisen pieniä.

Edellä mainitulle esimerkialtaalle laskettuna mediaanihävikillä (0,82 % (hävikki) \* 50 000 kg = 410 kg), ja olettaen että kalojen kasvunopeus ei muutu, rehutehokkuuden heikentymisen aiheuttama tappio olisi 610 €/allas (= 1,5 €/kg rehun hinta \*1 (rehukerroin kirjolohi) \* 1,0082 (hävikistä aiheutuva muutos) - 1,5 €/kg) \* (50 000 kg - 410 kg tuotantomäärän muutos). Maksimaalista havaittua hävikkiä käyttäen tappio on 17 670 € (38 % (hävikki) \* 50 000 kg = 19 000 kg; rehukertoimen pienentymisen tuottama tappio (1,5 €/kg \* 1,38-1,5 €/kg) \* (50 000 kg - 19 000 kg).

Lintujen aiheuttama vuosittainen kokonaistappio (hävikin inventaariarvo + liikevoittotappio + rehutehokkuuden heikentyminen) 50 tonnia tuottavalle kasvatusaltille voi olla havaitulla 38 % maksimihävikillä suurimmillaan noin 86 000 € (= 35 438 € + 33 060 € + 17 670 €). Tämä laskennallinen allaskohtainen tappio vastaa suuruusluokaltaan aiemmassa kyselytutkimuksessa kasvattajien ilmoittamaa suurinta laitospöytästä 90 000 €:n tappiota (Alioravainen ym. 2022 julkaisematon). Mediaanihävikillä laskettuna tappio on kertaluokkaa pienempi, noin 2 313 € (990 € + 713 € + 610 €). Kuitenkin tämäkin tappio on suurempi kuin vahingonkorvauksen minimi (170 €) ja moninkertainen yrityksille, joilla on kymmeniä altiltoja. Käyttämällä mediaaniarvoa molempien lintujen vaikutukset koko toimialalle ovat noin 660 000 € (allaskohtainen kokonaistappio 2 313 € × merialueen altiltojen kokonaismäärä 285 kpl) vuodessa, mutta yksittäiset erityistapaukset saattavat nostaa vaikutusta satoja tuhansia euroja.

Suojautuminen lintuvahingoilta verkkojen avulla tuottaa laitoksille vuotuisia kustannuksia. Verkkojen ja niiden tukirakenteiden hankkimisen sekä ylläpitoon kuluvan työn kustannukset ovat arviolta noin 1 675 € kasvatusallasta kohti, 23 000 € keskimääräisen kokoista merialueen yritystä kohti ja vajaa 500 000 € (1 675 €/allasta × 285 allasta) koko toimialalle. Lintuverkot vähentävät tehokkaasti etenkin merimetson saalistuksesta aiheutuvia menetyksiä, mutta toisaalta voivat joissain tapauksissa lisätä harmaahaikaran tuottamia menetyksiä. Suojautumisen kustannukset toteutuvat lintujen vierailuista riippumatta, sillä merimetsä esiintyy koko rannikkoalueella ja suojautuminen on siksi tarpeen. Samaan aikaan vahinkojen välttämiseen ei erilaisista suosituksista huolimatta ole osoitettu yksiselitteisesti tehokkainta menetelmää. Koko toimialalle lintuvahingoilta suojautumisesta koituu arviolta vajaan puolen miljoonan euron vuosittaiset kustannukset.

Toimialan vuotuiset merimetsöjen ja harmaahaikaroiden aiheuttamat vahingot, suojautumiskustannukset mukaan lukien, nousevat noin miljoonaan euroon (edellä 660 000 € + 500 000 €). Arvio on kuitenkin hyvin karkea, sillä mediaanin käyttö ei huomioi yksittäisiä suuria tappioita kokevia laitoksia, ja itse mediaani voi olla otannan takia harhainen. Toisaalta tähän hankkeeseen valikoitiin useita laitoksia, joissa edellisinä vuosina oli ollut mittavia lintuvahinkoja, joten laitokset eivät siis todennäköisesti edusta keskivertovahingolaitosta Suomessa. Lisäksi laskujen perustana on käytetty koko kasvatuskauden ajanjaksoa keväästä syksyyn, kun linnut esiintyvät Suomessa. Vahingot todettiin kuitenkin olevan suurimmillaan kesällä, eli samana ajanjaksona kuin kuvamateriaalia tässä tutkimuksessa kerättiin.

Havaintoihin pohjautuva karkea arviomme lintujen aiheuttamista koko toimialan kannattavuuden menetyksistä on kuitenkin yhdenmukainen kalankasvattajille vuonna 2021 tehtyyn kyselytutkimukseen perustuvan arvion kanssa, joka oli 1,15 miljoonaa euroa (Alioravainen ym. 2022 julkaisematon). Täysin samasta asiasta ei kuitenkaan ole kyse, sillä kyselytutkimuksessa arvioitiin vain kilomääräisiä tappioita ja mukana oli myös sisämaan laitoksia. Lisäksi siinä huomioitiin useita petoeläinlajeja, pois lukien hylje, kun tässä tutkimuksessa keskityttiin yksinomaan merialueen kalankasvatukseen sekä merimetsästä ja harmaahaikarasta koituviin kustannuksiin.

Alioravaisen ym. kyselyssä merialueen yrityksistä 62 % arvioi harmaahaikaran aiheuttaman vahinkoja ja 14 % merimetson aiheuttavan vahinkoja. Tämän tutkimuksen havaintoaineistossa merimetsövahinkoja havaittiin hieman enemmän (36 %) ja harmaahaikaravahinkoja hieman vähemmän (43 %) verrattuna tilastollisesti kattavampaan haastattelututkimukseen. Tämä viittaa siihen, että tutkimuksen havaintoaineistossa harmaahaikaravahingot olivat aliedustettuina ja merimetsövahingot yliedustettuina, mikä heijastuu myös taloudellisten tulosten yleistyksiin.

Toisaalta tähän tutkimukseen valittiin ensisijaisesti laitoksia, joissa erityisesti merimetsojen oletettiin aiheuttavan haittoja, joten laitokset, joilla ei esiinny haittoja ovat tässä otannassa todennäköisesti aliedustettuja.

Ennen tätä tutkimusta lintujen aiheuttamia tappioita on ollut vaikea todentaa. Myöskään korvausjärjestelmää tai ohjeistusta ei ole ollut kuin vasta viime vuosina ja vahinkojen määrä on yleisesti ollut melko maltillinen. Näistä syistä yritykset eivät ole useinkaan hakeneet korvauksia välttämättä lainkaan. Yksittäisessä suuressa merimetsojen aiheuttamassa tappiossa, kuten vuonna 2022, ELY-keskukselta haettiin noin 250 000 euron korvausta. Tämän tutkimuksen havainnot harmaahaikaroiden aiheuttamista merimetsoa suuremmista tappioista ja etenkin huomattavan suuresta tappiosta yksittäistapauksessa viittaavat siihen, että jatkossa harmaahaikaroiden aiheuttamien vahinkokorvausten määrä saattaa lisääntyä.

### 5.5.2. Havaintoja lintujen käyttäytymisestä kasvatuslaitoksilla

Merimetsojen ja harmaahaikaroiden määrät vaihtelivat suuresti laitosten välillä. Sekä merimetsoja että harmaahaikaroita havaittiin kahdella laitoksella yhteensä 14 seurattua laitoksesta (altaita oli 17), eli molemmat lajit esiintyivät 14 % laitoksista, 71 % laitoksista esiintyi jompikumpi tai molemmat lajit. Merimetsoja tavattiin kuudella laitoksella, kuten harmaahaikaroita, eli 43 % kaikista laitoksista (Taulukko 5.12).

Harmaahaikaroilla etäisyydellä lähimpään koloniaan oli pieni vaikutus lintujen runsauteen laitoksella. Harmaahaikarakoloniat ovat kuitenkin Suomessa melko pieniä. Suurimmassa koloniassa pesii 75 paria. Ahvenanmaan laitoksen läheisyydessä, jossa haikaravahingot aineistossamme olivat suurimpia, ei ole isoja kolonioita. Näille laitoksille kerääntyvät harmaahaikarat eivät toisin sanoen ole lähistöllä pesiviä lintuja.

Suomenlahden eteläpuolelta kerääntyä Suomeen loppukesäisin suuria määriä etelämpänä pesiviä harmaahaikaroita. Ahvenanmaan laitoksella oleili harmaahaikaroita jo kesäkuussa, eli todennäköisesti ne eivät olleet etelästä vaeltaneita yksilöitä. Merimetsokolonioiden läheisyydellä ei tässä aineistossa todettu olevan vaikutusta lintujen määriin laitoksilla. Lähimmän merimetsokolonian etäisyydellä ja koolla oli kuitenkin vaikutus rysäsaaliiseen kohdistuvaan lintujen saalistukseen, joten on mahdollista, että koloniat joissain määrin vaikuttavat myös kalan kasvattamoihin kohdistuvaan paineeseen. Kasvatusaltaissa kalojen koolla ja suojausmenetelmällä on kuitenkin huomattavasti suurempi vaikutus siihen, mitkä lajit altaalla saalistavat.

### Kalan koon ja suojausverkon vaikutus saalistukseen

Harmaahaikaroiden saalistukset keskittyivät pienikokoisia kaloja sisältäviin altaisiin. Kalojen laskennallisen keskikoko oli 109 g ja mediaani 86 g. Harmaahaikaran on aiemmin raportoitu syövän pientä, keskimäärin alle 10 cm mittaista, mutta jopa 26,5 cm mittaista kalaa (Gwiazda & Amiowicz 2006). Tämä vastaisi painossa lajista riippuen noin 5 g ja korkeintaan noin 217 g painavia kaloja (Froese ym. 2014, Anoshko ym. 2022). Harmaahaikaroiden kala-altailta syömien kalojen mediaanipaino 86 g vastaisi noin 20 cm pituisia kaloja. Harmaahaikarat kalastivat joillain sellaisilla altailla, joissa kalojen keskipaino oli selvästi suurempi kuin mitä haikaran on esitetty pystyvän syömään. Koska painoarvio perustuu kalojen keskipainoon, harmaahaikarat ovat voineet keskittyä altaan pienikokoisimpiin kaloihin. Ne ovat myös voineet syödä altaaseen eksyneitä villejä kaloja.

Merimetsot puolestaan saalistivat sekä pieniä että isoja kaloja. Viidessä seitsemästä altaasta, jossa merimetsot kävivät, kalojen keskipaino oli yli kilon. Vain yhdessä altaassa kalat olivat alle 100 g painoisia, mutta 80 % kaikista saalistuksista tehtiin tässä altaassa. Isoja kaloja saalistaessaan merimetsot lopettivat saalistuksen syötyään yhden kalan, mutta pieniä kaloja ne yleensä saalistivat useamman kappaleen. Määrällinen hävikki oli näin ollen huomattavasti suurempaa, kun kalat olivat pieniä.

Suojaverkolla oli erilainen vaikutus eri lintulajeihin. Petolinnut, sääksi ja merikotka, pystyivät saalistamaan vain altailla, joilla ei ollut suojaverkkoa. Kaikilla pientä kalaa sisältävillä altailla oli suojaverkot, joten petolinnuilla ei ollut mahdollisuuttakaan saalistaa pieniä kaloja. Merimetsotkin saalistivat todennäköisemmin altaalla, jolla ei ollut suojaverkkoa, mutta ne pystyivät saalistamaan myös verkollisilla altailla. Harmaahaikarat puolestaan saalistivat lähes yksinomaan altailla, joilla oli verkko.

Harmaahaikarat saalistivat mieluiten seisomalla verkolla ja nokkimalla kaloja verkon läpi. Altailla, joiden verkkojen silmäkoko oli pieni, harmaahaikaroiden oli helpointa seistä saalistamassa. Tämä oli erityisen selvää yhdellä altaalla, jossa oli muutaman neliömetrin alue, joka oli korjattu pienisilmäisellä verkolla. Harmaahaikarat saalistivat tällä verkolla kaikista mieluiten niin, että seisoivat pienisilmäisellä, hyvällä alustalla, mutta nokkaisivat alueen reunalta isommista rei'istä. Hallitseva harmaahaikara ajoi usein muut harmaahaikarat pois, jolloin se yksin tai korkeintaan 1–2 muun haikaran kanssa kalasti pienireikäiseltä verkolta, ja muiden oli tyydyttävä isoreikäisempään kalastusalustaan.

Pienisilmäisten verkkojen silmäkoko rajoitti saaliskalojen kokoa: loppukaudesta, kun kesä eteni ja kalat kasvoivat, harmaahaikarat eivät usein enää pystyneet vetämään pyydystämiään kalojaan verkon läpi, vaan jäivät roikottamaan kaloja verkon läpi jopa minuuteiksi ennen kuin antoivat periksi ja päästivät kalan. Kun verkko oli isosilmäinen, haikaroilla oli hankaluuksia tasapainoilla verkolla. Silloin ne useimmiten seisoivat kaiteella ja siirtyivät verkolle vain hetkeksi nokkaistakseen. Verkko saattoi olla niin isosilmäinen, että sekä harmaahaikarat että merimetsot pystyivät menemään silmien läpi saalistamaan verkon alle altaan sisälle, jonne harmaahaikarat saattoivat jäädä jopa useammaksi tunniksi.

Eräällä toisella altaalla, jossa oli pienisilmäinen verkko, harmaahaikarat osasivat ryömiä kaiteen ja verkon välistä sisälle altaaseen. Verkon alla harmaahaikarat usein saalistivat seisomalla ruokinta-automaatin jalan päällä, josta nokkaisivat veteen. Yhdellä altaalla, jossa oli melko isoja kaloja, harmaahaikarat saalistivat harmaahaikaroille hyvin epätyypillisellä tavalla sukeltamalla veteen nokka edellä automaatilta tai kaiteelta, jonka jälkeen ne kipusivat tai lensivät takaisin väijyntäpaikalleen. Ne hyödynsivät myös verkon alla roikkuvia vaijereita. Tällä altaalla oli vuonna 2022 isosilmäinen verkko. Vuonna 2023 altaalla oli pienisilmäinen verkko, jolta harmaahaikarat saalistivat. Verkko poistettiin kesäkuussa, mutta harmaahaikarat jatkoivat saalistusta altaalla koko kauden sukellustekniikalla. Tämä oli ainoa verkoton allas, jolla harmaahaikarat kävivät saalistamassa.

Verkon korkeudella oli myös vaikutusta lajien saalistukseen. Korkeimmilta verkoilta harmaahaikarat eivät yletyneet veteen, eivätkä näin ollen pystyneet saalistamaan. Paikoittain verkot olivat kuitenkin sen verran löysiä, että niihin muodostui saalistuksen mahdollistava kuoppa. Näitä harmaahaikarat hyödynsivät aktiivisesti saalistukseen. Otollisimpia verkkoratkaisuja harmaahaikaroiden näkökulmasta olivat matalat, pienisilmäiset verkot. Näissä altaissa merimetsot puolestaan eivät käyneet. Merimetsot mahdollisesti välttivät ahtaita paikkoja, joissa eivät

päässeet lentämään. Verkollisilla altailla, joilla ne kävivät, oli enemmän korkeutta, ja vaikka ne kiipesivät verkon ja reunan välistä, ne näyttivät tarvitsevan jonkin verran räpyttelytilaa. Yhden matalan verkollisen altaan sisällä oli ajoittain harmaahaikaroita.

Harmaahaikarat käyttäytyivät eri laitoksilla eri tavalla. Joissakin paikoissa ne kalastivat verkolta sulassa sovussa. Enimmillään yhdellä verkolla oli samanaikaisesti 39 harmaahaikaraa. Näissä tapauksissa harmaahaikaroiden paino laski verkkoa alaspäin, jolloin siltä oli helpompi kalastaa. Harmaahaikaroiden sopupaikoissa kalaa saalistettiin enemmän. Usealla altaalla haikaraysilö kuitenkin omi verkon itselleen ja ajoi muita verkolle tulleita harmaahaikaroita pois sallien joskus yhden tai kahden haikaran saalistavan samalla verkolla, eri kohdassa. Näillä altailla hävikki oli paljon pienempää. Ensinnäkin haikaramäärä verkolla oli paljon pienempi, jolloin saalistusyrityksiäkin oli vähemmän. Toiseksi harmaahaikaroiden keskittyessä kinasteluun ja verkon vahtimiseen, ne eivät ehtineet kalastaa yhtä paljon, ja dominoiva haikarakin kalasti vain pienen osan verkolla viettämästään ajasta. Yhdellä laitoksella harmaahaikarat loppukaudesta kalastivat pääsääntöisesti niin, että ne ottivat ilmasta kiinni kaloja, jotka hyppäsivät vedestä verkon läpi.

Merimetsot saalistivat verkottomien altaiden lisäksi muutamalla verkollisella altaalla. Kahdella altaalla oli niin isosilmäiset verkot, että merimetsot pääsivät silmien läpi, ja kolmella altaalla ne puikahivat sisälle verkon ja kaiteen välistä. Yleensä ne tekivät tämän melko sujuvasti, mutta joissakin tapauksissa ne eivät päässeetkään heti pois altaasta ja jäivät loukkuun jopa tunneiksi ennen kuin löysivät ulos.

Merimetsot saalistivat pääasiallisesti sukeltamalla altaassa. Yhdellä laitoksella merimetsot kuitenkin keksivät vaihtoehtoisen kalastusmenetelmän. Allas oli suojattu puolikorkealla verkolla, mutta verkko oli aika löysä ja sillä oli myös jonkin verran harmaahaikaroita kalastamassa. Tällä laitoksella, kovalla säällä, merimetsot seisoivat haikaramaisesti verkolla ja roikottivat päänsä ja kaulansa verkkosilmien läpi. Tässä asennossa ne aallonhuipussa ylsivät veteen. Merimetsoja kerääntyi verkolle useampia, 1–6 kerralla, ja ne saattoivat kalastella ongintamenetelmällä verkolta pitkiä aikoja. Laitoksella seurattiin samaan aikaan kahta allasta, joista toisessa oli isompia ja toisessa pienempiä kaloja. Merimetsojen haikaratyyppistä kalastusta esiintyi molemmilla seuranta-altailla samoina päivinä, kovalla tuulella ja aallokolla. Merimetsot kalastelivat kuitenkin huomattavasti pidempiä aikoja pientä kalaa sisältävän altaan verkolla. Menetelmä oli tehottomampi kuin sukeltelu. Saaliita havaittiin vain yhtenä päivänä, pientä kalaa sisältävältä laitokselta. Sinä päivänä merimetsot saivat tällä tyylillä 19 kalaa. Tällä laitoksella voitiin myös verrata pienten ja isojen kalojen saalistuspainetta. Saalistuspaine oli huomattavasti korkeampi pientä kalaa sisältävällä altaalla.

Yhdellä altaalla merimetsojen havaittiin syövän hyvin erikokoisia kaloja, osa oli huomattavasti pienempiä kuin toiset. Tässä tapauksessa saaliina oli hyvin todennäköisesti altaaseen eksynyttä villiä kalaa. Harmaahaikarat saalistivat jonkin verran kaloja myös altailla, joissa kalat olivat koon perusteella niille aivan liian isoja. Näilläkin altailla kyse on todennäköisesti ollut villistä kalasta. Tässä tutkimuksessa ei kyetä erottamaan linnun saaliista villiä kalaa kasvatetusta kalasta, muuten kuin edellä mainitussa tapauksessa, joten emme voi arvioida kuinka suuri osuus saaliista mahdollisesti on villiä kalaa ja kuinka suuri osa on viljeltyä. On kuitenkin tärkeätä huomata, että villiä kalaa esiintyy viljelyaltaissa ja molemmat lintulajit todennäköisesti hyödyntävät myös niitä. Kun viljeltyä kalaa ei voida videoanalyseissä erottaa villistä kalasta, saattaa lintujen saalistaman viljellyn kalan määrä olla arvioitua pienempi.

Yhdellä verkottomalla altaalla ei käynyt lainkaan merimetsoja, vaikka neljän kilometrin päässä oli erittäin suuri kolonia. Tästä koloniasta kahdelle merimetsolle asennettiin GPS-paikantimet (Luku 8). Paikannukset osoittivat, että merimetsot liikkuivat aktiivisesti kala-altaan lähiympäristössä, mutta eivät käyneet kertaakaan itse altaalla. Allasta seurattiin koko kauden 2023 ajan toukokuun puolivälistä elokuun loppuun. Kalat painoivat alussa puoli kiloa, joten ne olivat merimetsoilta sopivan kokoisia. Suurikaan merimetsokolonia kasvatusaltaan lähistöllä ei näin ollen välttämättä tarkoita, että ne aiheuttaisivat hävikkiä.

## 5.6. Johtopäätökset

### 5.6.1. Suosituksia kalahävikin vähentämiseksi

Toimiala käyttää lintujen aiheuttamilta vahingoilta suojautumiseen arviolta 500 000 €/vuosi. Suojautumista tehdään pääasiassa lintuverkkojen avulla. Panostuksesta huolimatta linnut ovat aiheuttaneet vahinkoja laitoksilla. Eri suojausjärjestelmillä oli hyvät ja huonot puolensa, ja eri ratkaisut toimivat eri lintulajeille.

Suojaverkot suojasivat petolinnuilta ja olivat myös yleisesti ottaen tehokkaita merimetsoja vastaan, vaikka eivät täysin estäneetkään niiden saalistamista kasvatusaltaissa. Matalat, pienisilmäiset verkot toimivat taas saalistusalustoina harmaahaikaroille, ja vahingot olivat paikoitain mittavia. Korkeammilta altailta harmaahaikarat eivät yletyneet veteen, mutta silloin merimetsojen oli helpompi liikkua verkon alla. Suurta kalaa sisältävillä altailla kalat takertuivat pienisilmäiseen verkkoon, jos se painui vedenpintaan.

Parhaan suojavaikutuksen saa tulostemme perusteella verkolla

- joka on tarpeeksi korkealla, eli altaan keskellä on joko ruokinta-automaatti tai korotettava rakennelma. Tämä estää harmaahaikaroita ja petolintuja kalastamasta altaassa, mikäli verkko pidetään kireänä. Korkea verkko ehkäisee myös kalojen tarttumisen verkkoon.
- joka on niin tiukka, että linnut eivät pysty painamaan sitä alas eikä siihen muodostu painaumuksia, joista linnut ylettyvät veteen.
- jossa on tarpeeksi pieni silmäkoko, jotta linnut eivät pääse kiipeämään niiden läpi. Verkon on kuitenkin oltava niin korkealla, että harmaahaikarat eivät ylety sen päältä veteen.
- joka on tiiviisti kiinni altaan reunoissa eikä altaan ja verkon väliin jää aukkoja, joista linnut pääsevät kiipeämään läpi.

Lintujen esiintymisessä kasvatuslaitoksilla oli myös alueellisia eroja. Pohjanlahdella harmaahaikarat eivät aiheuttaneet ongelmia, jolloin siellä voi harkita myös ratkaisua, joka estää niiden menomaa merimetsoja ja petolintuja, eikä harmaahaikaroiden vaikutusta välttämättä tarvitse huomioida.

### 5.6.2. Kameraseurannan käyttö lintujen aiheuttaman hävikin arvioinnissa

Itsenäisesti toimivien ja etäseurattavien valvontakamerajärjestelmien käyttö kalantuotantolaitoksilla esiintyvien lintujen määrän ja käyttäytymisen seurannassa osoittautui toimivaksi menetelmäksi. Valmiita ratkaisuja tämän kaltaiseen tutkimuskäyttöön ei löytynyt, joten

järjestelmä suunniteltiin ja rakennettiin tätä käyttötarkoitusta varten. Itse rakennettuna pysyimme huomioimaan 1) meriolosuhteet, eli laitteiston tuli kestää merivettä, altaiden liikettä, sadetta, auringonpaahdetta ja kylmyyttä, sekä 2) yrittäjien tarpeet, eli laitteiston tuli olla mahdollisimman kompakti ja toimintavarma, jotta laitteiston jatkuvalta huolloilta vältyttäisiin.

Koko seurantakaudelta saatiin videotallenteet, joilta lintujen tunnistaminen ja saalistuskäytetytymisen seuranta oli mahdollista. Laitteistojen toiminta kyettiin tarkastamaan ja kuvavirtaa hallitsemaan etänä. Tämä osoittautui erityisen hyödylliseksi vaikeasti saavutettavissa tutkimuskohteissa, joille kulkeminen erilaisten laitteistolle tehtävien huoltotoimenpiteiden vuoksi voi olla sääolosuhteiden vuoksi vaikeaa tai mahdotonta. Valvontakameralaitteistot toimivat lähes katkoksitta koko seurantakauden ajan. Lähes ympäri vuorokauden nauhoittavat kamerajärjestelmät tuottivat erittäin suuren määrän videodataa, jonka käsittely manuaalisesti oli kuitenkin työlästä ja vaati merkittävän työpanoksen.

Riistakamerat soveltuivat lintujen läsnäolon monitorointiin verkkoaltailla. Lintujen taloudellisten häirtavaikutusten arviointia kuitenkin vaikeuttaa se, ettei pysäytetyistä kuvista voida tehdä yksityiskohtaisia päätelmiä lintujen saalistamisesta ja siten suorasta haitasta. Tämän lisäksi riistakameroilla on mahdotonta seurata sukeltavien lintujen määriä, sillä nämä tallentuvat valokuvaan harvoin. Kuvantamisaikaväliä tihentämällä voidaan lisätä todennäköisyyttä myös tällaisten lintujen havaitsemiseen, mutta tällöin ongelmaksi muodostuu riistakameralaitteistojen rajallinen tallennuskapasiteetti.

Riistakamera on kuitenkin videovalvontakameraa selvästi edullisempi ratkaisu, ja se mahdollisti seurannan saman laitoksen useilla kasvatuskassella samanaikaisesti. Kahdella laitoksella, joilla käytimme riistakameroita, oli runsaasti harmaahaikaroita. Merkittävin uusi havainto oli, että harmaahaikaroita esiintyi tyypillisesti altaan tarkasta sijainnista tai kalan koosta riippumatta varsin tasaisesti kaikilla laitoksen kasvatusaltailla aina, kun harmaahaikaroita oli paikalla vähänkin enemmän.

Koneälyn hyödyntämisellä voidaan tulevaisuudessa merkittävästi helpottaa kuva-aineistojen manuaaliseen läpikäymiseen vaadittavaa työtaakkaa. Tutkimushankkeen kuva-aineistoa testattiin Luonnonvarakeskuksen kehittämässä NatureWatch-konenäkösovelluksessa. NatureWatchin "Birdeye"-konenäkömallia koulutettiin hankkeen harmaahaikara-aineistolla, ja sillä saavutettiin suhteellisen hyvää harmaahaikaroiden tunnistustarkkuus jo koulutukseen käytetyllä suhteellisen pienellä kuvamäärällä. Tämän hankkeen puitteissa sovellusta ei voitu vielä hyödyntää tutkimuksen apuvälineenä ja sovelluksen kehitystyö videoaineistojen analysoimiseksi on vielä kesken. Myöskään merimetsoista ei saatu kerättyä riittävästi kuvamateriaalia merimetsoja tunnistavan konenäkömallin rakentamiseksi. Riistakameroita yhdessä tämänhetkistä kehittyneemmän NatureWach sovelluksen kanssa olisi mahdollista hyödyntää jatkossa, kun tarvitaan todistusaineistoa lintujen aiheuttamista vahingoista ja niiden korvaamisesta.

### **5.6.3. Menetelmä kalojen nokkimisjälkien aiheuttajan tunnistamiseksi**

Hankkeessa kehitettiin ja pilotoitiin mitokondriaalisen 12S rRNA -geenin sekvenssin muunteleluun perustuva menetelmä, jolla voidaan tunnistaa kalassa olevasta nokkimisjäljestä sen aiheuttanut lintulaji. Vastaavaa, uhrin haavoittumisjäljestä saadun DNA:n sekvenssiin perustuva tunnistusmenetelmää on aiemmin sovellettu nisäkäspetojen (esim. Caniglia et al. 2013) ja petokalojen (esim. Drymon et al. 2019, Webb et al. 2022) tunnistukseen, mutta sitä ei ole aiemmin käytetty lintujen tunnistukseen kalojen nokkimisjäljistä.

Pilottikoe osoitti, että testattujen lintulajien – harmaalokki, harmaahaikara, naurulokki, (kanadanhanhi) ja isokoskelo – nokasta irtoaa DNA:ta ja että sitä jää niiden nokkimaan kalaan riittävästi tunnistuksen mahdollistamiseksi. Menetelmää ei tämän hankkeen aikana ehditty soveltamaan kasvatuskasseilta tai rysistä löytyneisiin kuolleisiin ja nokittuihin kaloihin, mutta pilottikoe osoitti menetelmän toimivuuden.

Menetelmän luotettavuus vedestä kuolleena kerättyjen kalojen lintupetojen tunnistamiseen on kuitenkin syytä testata tarkemmin, sillä haavoihin jääneiden DNA-jälkien säilyvyys vedessä vaikutti pilottikokeen perusteella heikkenevän, mitä kauemmin kaloja liotettiin ennen näytteenottoa. Menetelmä löysi kalanäytteistä useiden, näytteen kanssa satunnaisessa kontaktissa olleiden selkärangaslajien DNA-jäämiä, mikä kertoo menetelmän olevan erittäin herkkä. Kääntöpuolena tästä on, että merivedestä voi päätyä kalojen pinnalle kontaminaatiota muista kuin nokkimajäljen tuottaneesta vesilinnusta.

#### **5.6.4. Lintujen läsnäolon epäsuorat vaikutukset kalantuotantoon**

Lintujen vaikutusta verkkoaltailla tutkittiin aidossa tuotannollisessa ympäristössä. Tällöin kalojen kasvuun, rehutehoon ja kuolleisuuteen vaikuttavat lukuisat linnuista riippumattomat tekijät. Näitä ovat muun muassa ympäristö- ja sääolosuhteet, ruokinnan tarkkuus, ruokintamenetelmä, rehuvalinnat, laitoksen tekniset ja teknologiset ratkaisut esimerkiksi kuolleisuuden seurannassa, poikasen alkuperä, kalojen terveys, mekaaniset häiriöt laitteistoissa ja yrityksen kaupalliset tavoitteet. Tämä ei kuitenkaan poista sitä, ettei lintujen läsnäololla voi olla tai jopa odotettaisi olevan vaikutusta kalojen hyvinvointiin ja kasvuun. Tämän todentaminen edellyttäisi kuitenkin tuotannon tarkempaa kokeellista seurantaa, jossa kalojen käyttäytyminen, painon kehitys, ruokinta ja kuolleisuus olisivat tarkoin seurannassa.

Kasvusta, rehunkulutuksesta ja kuolleisuudesta saatiin nyt pääasiassa laskennallista tietoa. Tarkempaa aineistoa saatiin ainoastaan yksittäisiltä laitoksilta, ja tulokset niiltä eivät ole sellaisenaan yleistettävissä. Aineiston kattavuutta olisi voitu parantaa ainakin osittain huomioimalla kalankasvatuksen tuotantocykli paremmin tutkimuksen suunnittelussa.

Harmaahaikaran pimeän aikainen läsnäolo ja saalistusaktiivisuus kasvatusaltailla tuli yllätyksenä etenkin haastatetuille kasvattajille, joiden laitoksilla havaittiin öisin suuria haikaramääriä. Tämä osoittaa, että kameroiden tuottama aineisto on omiaan lisäämään tietoisuutta lintujen käyttäytymisestä ja toimimaan yrityksissä pontimena suojausten hankinnalle ja kehittämiselle. Tässä tutkimuksessa pystyimme tunnistamaan ja todentamaan tehokkaita suojautumiskeinoja. Kameraseurannan tuottama tieto lintujen määristä ja käyttäytymisestä voi auttaa kasvat-  
tajiä optimoimaan ajan- ja rahankäyttöään kasvatuskauden aikana.

#### **5.6.5. Lopuksi**

Verkkoallaskohtaiset videoseurantamenetelmät ovat toistaiseksi liian kalliita ja työläitä käyttää pelkästään lintuvahinkojen korvausjärjestelmää varten. Suhteellisen edullisena (~2 000–3 000 €/allas) tekniikka voisi kuitenkin yleistyä, mikäli se olisi hyödynnettävissä monipuolisesti altaiden tarkkailuun ja esimerkiksi ruokinnan seurantaan. Laajakulmaisia riistakameroita voisi jatkossa hyödyntää lintuongelmien todentamiseen ja suojaustoimenpiteiden riittävyysverifiointiin. Riistakamerat ovat suhteellisen halpoja, huoltovapaita ja kestäviä. Vaikka ne eivät anna absoluuttisia määrällisiä tuloksia lintuongelmien laajuudesta, tulokset riistakameroilla korreloivat hyvin valvontakameroiden kanssa erityisesti harmaahaikaroiden osalta.

Laadukkailla riistakameroilla voidaan vähimmillään arvioida lintuongelmien kokoluokkaa. Riistakameroissa on video-ominaisuus, jolla voisi lyhytaikaisesti tarkkailla myös merimetsojen saalistusta.

Myös korotetut ja paremmin tuetut lintuverkot ovat kalliita investointeja yksittäisille pienille verkkoaltille, mutta korotetuilla pienisolmuksilla verkoilla olisi mahdollista vähentää kumman lintulajin saalistusta. Tutkimuksessa todettiin, että kasvatusaltaissa, joissa suojaustoimenpiteet ovat laadultaan hyviä, voidaan hyvin estää ainakin merimetsojen saalistusta. Suojaurakenteiden toimivuutta on kuitenkin seurattava koko kauden ajan, ja tarpeen vaatiessa niitä on korjattava. Suuremmat investointituet keventäisivät edellä mainittujen investointien kustannustaakkaa. Lisäksi saattaisi olla perusteltua myöntää metsästys- tai häirintälupia haikarakannan kestävyuden rajoissa niillä laitoksilla, joilla harmaahaikarapaine on suuri.

Lintujen aiheuttama hävikki on tyypillisesti todennettavissa vasta vahinkoja seuraavana kautena, jolloin liiketoimintatoimintatappioiden hakeminen samalle vuodelle ei onnistu, ja vahinkojen minimointi jälkikäteen on vaikeaa. Rannikonläheisillä poikaslaitoksilla voisi tulla kyseen sietopalkkiotyypiset (vrt. hylkeet) korvaukset harmaahaikaravahinkojen korvaamiseksi, koska haikarat ovat yleisiä ja vahinkojen todentaminen vaikeaa. Sietopalkkion perusteena voisi käyttää poikas- tai allasmäärää. Harmaahaikaran kohdalla voisivat olla mahdollisia levinneisyyden perusteella tehtävät alueelliset rajaukset. Yksittäisiä erittäin suuria vahingonkorvaustapauksia lienee syytä käsitellä tapauskohtaisesti. Tällöin yrittäjän olisi syytä ottaa yhteyttä asiantuntijaan heti, kun havaitaan poikkeuksellisen paljon lintuja, eli vahingon sattuessa, koska vahingon osoittaminen jälkikäteen on vaikeaa. Tämän tutkimuksen havaintojen perusteella haittavaikutuksia voidaan arvioida jossain määrin suhteessa vieraillevien lintujen määrään.

## **Kiitokset**

Videovuorokausien analyysiin osallistuivat CE:n ja AO:n lisäksi Pinja Kela, Tuija Koivisto, Mikko Leminen, Eino Nousiainen, Maria Perkkola ja Suvi Sinisalo. Kamerajärjestelmien rakentamiseen ja huoltamiseen osallistui AO:n ja EN:n lisäksi Henry Hietanen ja Tuomas Parkkonen. Alustavan tallennusjärjestelmän kehitti Kim Ekblad. DNA-sekvenssien lajitunnistuksen tietokannoista teki Manu Tamminen.

Kiitämme kalankasvattajayrityksiä yhteistyöstä työpaketin toteuttamisessa ja Heinolan Lintutarhaa nokkimiskokeen mahdollistamiseksi.

## 5.7. Työpaketin 2 viitteet

- Alioravainen, N., Pellikka, J., Forsman L., Söderkultalahti, P. & Kankainen, M. 2022. Rauhoitet-  
tujen eläinten vesiviljelylle aiheuttamat vahingot vuonna 2021 (käsikirjoitus, julkaise-  
maton).
- Aljanabi, S.M. & Martinez, I. 1997. Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic  
DNA for PCR-based techniques. *Nucleic acids research*. Nov 1;25(22): 4692-3.
- Anoshko, P.N., Makarov, M.M., Ustarbekova, D.A. & Dzyuba, E.V. 2022. Length-weight rela-  
tionships of Baikal omul *Coregonus migratorius* during the feeding season in the  
Selenga area, Russia. *South of Russia: ecology, development* 17(1): 17–23. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-1-17-23>
- Barrett, T., Swearer, S. & Dempster, T. 2019. Impacts of marine and freshwater aquaculture on  
wildlife: a global meta-analysis. *Reviews in Aquaculture* 11: 1022–1044.  
[10.1111/RAQ.12277](https://doi.org/10.1111/RAQ.12277).
- Caniglia, R., Fabbri, E., Mastrogiuseppe, L. & Randi, E. 2013. Who is who? Identification of live-  
stock predators using forensic genetic approaches. *Forensic Science International-Ge-  
netics* 7(3): 397–404. <https://doi.org/10.1016/j.fsigen.2012.11.001>
- Cunningham, F.L., Jubirt, M.M., Hanson-Dorr, K.C., Ford, L., Fioranelli, P. & Hanson, L.A. 2018.  
Potential of double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*), american white peli-  
cans (*Pelecanus erythrorhynchos*), and wood storks (*Mycteria americana*) to transmit a  
hypervirulent strain of *Aeromonas hydrophila* between channel catfish culture ponds.  
*Journal of wildlife diseases*, 54(3): 548–552.
- Drymon, J.M., Cooper, P.T., Powers, S.P., Miller, M.M., Magnuson, S., Krell, E. & Bird, C. 2019.  
Genetic identification of species responsible for depredation in commercial and recre-  
ational fisheries. *North American Journal of Fisheries Management* 39(3): 524–534,  
<https://doi.org/10.1002/nafm.10292>
- EIFAC–European Inland Fisheries Advisory Commission 1988. Report of the EIFAC Working  
Party on prevention and control of bird predation in aquaculture and fisheries opera-  
tion. EIFAC Technical Paper No. 51. 79 s.
- Froese, R., Thorson, J.T. & Reyes, R.B. Jr 2014. A Bayesian approach for estimating length-  
weight relationships in fishes. *Journal of Applied Ichthyology* 30: 78–85.  
<https://doi.org/10.1111/jai.12299>
- Gorenzel, W.P., Conte, F. & Salmon, T. 1994. Bird damage at aquaculture facilities. The Hand-  
book: Prevention and Control of Wildlife Damage. Paper 57. [http://digitalcom-  
mons.unl.edu/icwdmhandbook/57](http://digitalcommons.unl.edu/icwdmhandbook/57)
- Gwiazda, R. & Amirowicz, A. 2006. Selective Foraging of Grey Heron (*Ardea cinerea*) in Rela-  
tion to Density and Composition of the Littoral Fish Community in a Submontane Dam  
Reservoir. *Waterbirds* 29: 226–232. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2006\)29-  
\[226:SFOGHA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2006)29-[226:SFOGHA]2.0.CO;2)
- Hauhia, V., Niukko, J. & Kankainen, M. 2023. Riistakameraseuranta kalankasvatuslaitoksilla  
Saaristomerellä : Merimetson (*Phalacrocorax carbo*) ja harmaahaikaran (*Ardea cinerea*)  
seurantatarkoitukseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2023. Luonnonvara-  
keskus. Helsinki. 41 s.

- Kankainen, M., Vielma, J., Koskela, J., Niukko, J. & Niskanen, L. 2020. Olosuhteiden vaikutus kirjoloihen kasvatuksen tehokkuuteen Suomen merialueilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 28/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 34 s.
- Kankainen, M., Pulkkinen, J., Setälä, J., Niukko, J., Saarni, K., Vehviläinen, H. & Lindberg, P. 2023. Kalankasvatuksen olosuhdekatsaus 2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20230-40334580>. 13.5.2024. Luonnonvarakeskus.
- Kankainen, M., Pulkkinen, J., Setälä, J., Niukko, J., Saarni, K. & Vehviläinen H. 2020. Kalankasvatuksen olosuhdekatsaus 2019. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021050328493>. 13.5.2024. Luonnonvarakeskus.
- Kankainen, M., Pulkkinen, J., Setälä, J., Niukko, J. & Saarni, K. 2019. Kalankasvatuksen olosuhdekatsaus 2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021050328492>. 13.5.2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki.
- Kortan, J., Adámek, Z., Flajšhans, M. & Piačková, V. 2008. Indirect manifestation of cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)) predation on pond fish stock. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 389: 01. DOI: <https://doi.org/10.1051/kmae:2008006>
- Manikowska-Ślepowrońska, B., Szydzik, B. & Jakubas, D. 2016. Determinants of the presence of conflict bird and mammal species at pond fisheries in western Poland. Aquatic Ecology 50: 87–95.
- Ondračková, M., Valová, Z., Kortan, J., Vojtek, L. & Adámek, Z. 2012. Consequent effects of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) predation on parasite infection and body condition of common carp (*Cyprinus carpio*). Parasitology Research 110: 1487–1493.
- Ovegård, M.K., Jepsen, N., Bergenius Nord, M. & Petersson, E. 2021. Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis. Fish and fisheries 22(3): 605–622.
- Sahlstén, J., Rajasilta, M., Mäkinen, K. & Hänninen, J. 2023. The prevalence of Corynosoma parasite worms in the great cormorants and the Baltic herring in the northern Baltic Sea, Finland. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife 21: 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2023.07.004>.
- Strömberg, A., Lunneryd, S.-G. & Fjälling, A. 2012. Mellanskarv – ett problem för svenskt fiske och fiskodling? Aqua reports 2012:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 31 s.
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Vesiviljely [verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu: 22.12.2023]. Saantitapa: <https://www.stat.fi/til/vvilj/meta.html>
- Ushio, M., Murata, K., Sado, T., Nishiumi, I., Takeshita, M., Iwasaki, W. & Miya, M. 2018. Demonstration of the potential of environmental DNA as a tool for the detection of avian species. Scientific reports. Mar 14;8(1): 4493.
- Webb, M.K., Kraft, D.W., Hampp, M.N. & Meyer, C.G. 2022. Kit-based sampling by trained fishers yields successful DNA identification of depredating shark species in the Marianas. Marine and Coastal Fisheries 14(3). <https://doi.org/10.1002/mcf2.10204>

## 6. Merimetson kalaverkoista poistamien kalojen määrän selvittäminen

*Valtteri Arkko<sup>1</sup>, Juhani Hopkins<sup>1</sup>, Roope Lehmonen<sup>1</sup>, Juhani Lehmuskallio<sup>1</sup>, Mats Westerbom<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus

### 6.1. Johdanto

Noin kolmasosa (34 %) kaupallisista kalastajista ilmoitti Salmi ym. (2010) tekemässä kyselytutkimuksessa merimetsojen vieneen pyydyksistä kalaa. Samassa tutkimuksessa lähes joka neljäs (23 %) merialueen rannikkokalastajista arveli merimetsojen aiheuttaneen pyydysvahinkoja, erityisesti kaikkein ohutlankaisimmilla monofiiliverkoilla. Suurimmat merimetso-ongelmat koettiin pesintäkauden aikana merimetsoyhdyksuntien läheisyydessä (Salmi ym. 2010). Valtaosa kalastajista Suomessa koki merimetsojen aiheuttaneen huomattavia saalistappioita (suoria ja epäsuoria), kun taas selkeästi pienempi osa tappioista koettiin liittyvän pyydysvahinkoihin.

Monet kalastajat kokevat merimetsojen aiheuttamien vahinkojen määrän arvioinnin hankalaksi (Söderkultalahti & Rahikainen 2022). Pyydyksistä ja laitoksilta poistettujen kalojen määrää on vaikeaa arvioida, sillä poistetusta kalasta ei yleensä jää mitään jälkiä. Hieman samankaltaisiin johtopäätöksiin tultiin myös kansainvälisessä TNC-hankkeessa (Svels ym. 2019).

Tämän työpaketin tarkoituksena oli tehdä kvantitatiivinen selvitys siitä, kuinka paljon merimetsot poistavat kalaverkoista kaloja ja siitä, onko merimetsokolonioiden koolla vaikutusta vahingoitetun saaliin määrään sekä verkkojen vaurioitumisen frekvenssiin. Tutkimusaineisto kerättiin kokeellisen kalastuksen avulla, tallentamalla kuvamateriaalia pyydyksistä ja laskeamalla poistettujen kalojen määrää (katso luku 5). Syöttikalakokeilla (esim. Lunneryd 2001, Königson ym. 2007, Königson ym. 2009) yritettiin selvittää sitä, poistavatko merimetsot verkoista kokonaisia kaloja ja sitä, kuinka suuri osa vahingoista jää havaitsematta verkkokalastuksessa silloin, kun merimetsot poistavat kaloja verkoista kokonaisina. Kokeella pyrittiin myös arvioimaan merimetson aiheuttamia nokkimisvaurioita verkkoon jääneisiin kaloihin sekä määrittämään pyydyksiin kohdistuvia pyydysvahinkoja.

Syöttikalakokeen aikana vesialue verkon yläpuolella kuvattiin videokameralla ja/tai riistakameralla (samalla tekniikalla kuin työpaketissa 2, ks. luku 5). Tallenteilta saatiin arvioitua lintujen lukumäärää pyydyksen lähellä, aktiivisesti sukeltavien lintujen määrä ja selkeästi saalistavien lintujen määrä. Merimetso ei kykene nielaisemaan kookkaampaa saalista veden alla, vaan se joutuu tulemaan pintaan käsittelemään saalistaan. Siksi kokonaan poistettujen kalojen määrää arvioitiin videokuvaamalla saalistavia merimetsoja ja laskemalla montako kalaa merimetsot toivat pintaan kalaverkkojen välittömässä läheisyydessä.

Merimetsojen ja kaikkien kalaa syövien lintujen kokonaismäärä ja sukeltavien lintujen määrä suhteutettiin syntyneisiin vahinkoihin sekä niiden kokoluokkaan ja laatuun. Vaikka osa tieteellisistä tutkimuksista on osoittanut positiivista korrelaatiota merimetsojen määrän ja merimetsoista aiheutuneen vahingon välillä (Russell ym. 1996, viitattu Engström ym. 2012), pelkkä merimetsojen esiintyminen tietyllä paikalla ei välttämättä tarkoita ongelman esiintymistä, eikä se ainakaan kuvaa suoraa määrällistä vahinkosuhdetta. Esimerkiksi Virolahdella tehtyjen

merimetsohavaintojen lukumäärä (huhti-lokakuu) sekä kuolleiden ja vahingoittuneiden kalojen määrä kalanviljelylaitoksilla eivät korreloineet positiivisesti (Muuri 2018).

## 6.2. Aineisto ja menetelmät

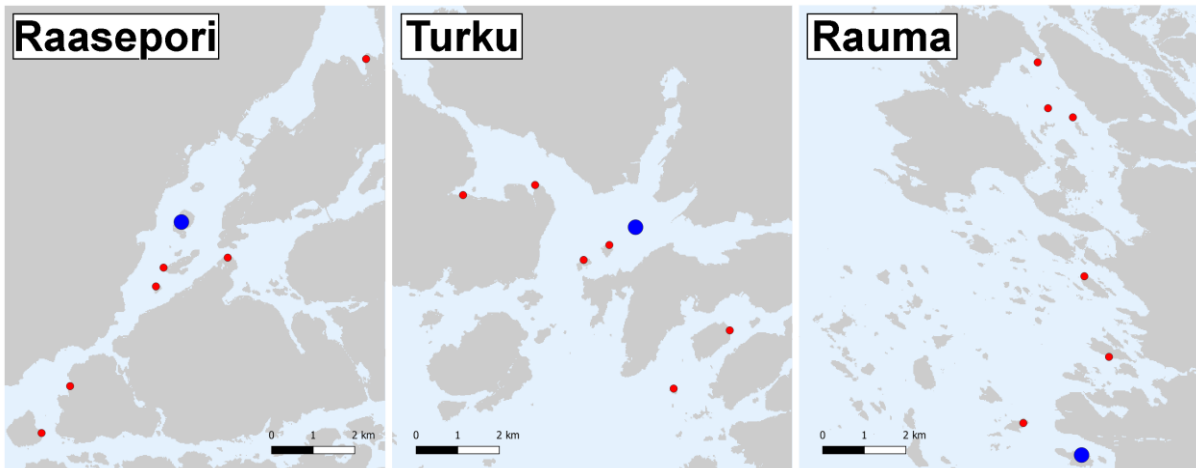
Työpaketin kokeellinen osio jakautui neljään kokonaisuuteen: 1) koeverkotukseen ja 2) riistakameraseurantaan sekä näitä tukeviin 3) valvontakameraseurantaan ja 4) pyydyksiin jääneiden kalojen vammojen tarkasteluun. Koeverkotuksella selvitettiin, kuinka paljon kalaa on yleisesti tarjolla ja kuinka paljon kalaa merimetsot mahdollisesti vievät verkoista. Riistakameroilla kuvattiin verkkoja jaksottaisesti ja selvitettiin merimetsojen ja muiden lintujen toimintaa verkkojen äärellä. Erityisesti selvitettiin, kalastivatko merimetsot verkkojen vieressä tai verkoilta. Jaksottaisesti kuvaavien riistakameroiden perusteella tehdyt tulkinnat varmistettiin jatkuvasti kuvaavilla valvontakameroilla. Kaikista verkotuksissa saaduista kaloista tarkistettiin mahdolliset merimetsojen ja muiden eläinten aiheuttamat haavaumat ja purentajäljet.

### 6.2.1. Tutkimusalueet ja -aika

Tutkimusalueiksi valittiin Tammisaari, Turku ja Rauma (Kuva 6.1). Valintakriteereinä käytettiin kolonian kokoa (kaikki isoja merimetsokolonioita), maa- ja vesialueiden omistussuhteita (suuret maanomistajat, joilta tutkimusluvan saanti oli mahdollista) sekä toteutusta helpottavia logistisia seikkoja (sataman ja majoituksen läheisyys). Jokaisella alueella kalastusta suoritettiin kuudessa tutkimuspisteessä siten, että puolet pisteistä sijaitsivat lähellä koloniaa (0,67–4,5 km) ja puolet hieman kauempana (3,3–9,72 km).

Jokaisella alueella oli Suomen mittakaavassa keskivertoa suurempi pääkolonia: Raumalla Iso Järviluodolla oli vuonna 2023 arvioiden 6 830 pesää, Turussa Äijäkarissa 824 pesää ja Tammisaarella Kalvön-saarella 754 pesää. Tässä työpaketissa ei siis pyritty arvioimaan merimetson aiheuttamia keskimääräisiä vahinkoja verkkokalastuksessa Suomessa, vaan haettiin alueita ja kohteita, joissa vahinkoa voidaan todentaa ja joissa vahinko olisi tapahtuessaan mahdollisimman suuri. Työpaketissa pyrittiin siis kalastamaan paikoilla, joissa merimetsoja on runsaasti ja joissa mahdollisia merimetsovahinkoja siten sattuu todennäköisimmin.

Kokeet ajoitettiin touko-kesäkuulle (8.5.–15.6.) siten, että jokaisella alueella toimittiin kaksi perättäistä viikkoa. Ajankohdat olivat: Tammisaari 8.–18.5., Turku 22.5.–1.6. ja Rauma 5.–15.6. Tutkimusjakso käsitti kevätkutuisten kalojen kutuajan ja siihen sisältyi nopeita lämpötilamuu-toksia pintavesikerrostumissa. Eri alueilla toimittiin eri aikoina ja siten eri olosuhteissa, myös lintujen fenologian (ajallinen vaihtelu käyttäytymisessä) näkökulmasta. Tästä syystä tulokset kalaston ja merimetsojen käyttäytymisen suhteen eivät ole alueellisesti vertailtavissa vaan kuvaavat todennäköisesti vain kyseisen alueen sen hetkistä tilannetta.



**Kuva 6.1.** Tammisaaren, Turun ja Rauman verkotuspaikat (1–6). Merimetsokolonian sijainti merkitty sinisellä ympyrällä.

### 6.2.2. Koeverkotus

Koeverkotuksen tarkoitus oli selvittää, kuinka paljon kalaa merimetsokolonioiden lähellä esiintyy, paljonko merimetsot vievät kaloja verkoista sekä missä määrin merimetsot hakeutu- vat verkkojen läheisyyteen ja kalastavat verkkojen pyyntialueen lähellä. Jokainen koe käsitti noin kaksi vuorokautta, ja koe toistettiin jokaisessa tutkimuspisteessä kaksi kertaa. Verkotus- tuloksia verrattiin riistakameroiden ja valvontakameroiden antamiin kuvatallenteisiin, joihin tallentui tietoa verkkojen yläpuolella ja verkkojen läheisyydessä tapahtuvista aktiviteeteista.

Koekalastuksissa käytettiin pyydyksenä 35 tai 40 millimetrin solmuvälin kalastusverkoja. Ver- kot olivat 30 m pitkiä, 1,8 metriä korkeita ja langanpaksuus oli 0,17 mm. Jokainen verkko jaeti- tiin yläpaulassa olevalla merkillä ja/tai verkon läpi kulkevalla pystylangalla viiteen paneeliin, joiden tarkoituksena oli helpottaa kirjanpitoa kunkin kalan sijainnista verkon sisällä. Verkot laskettiin pääosin rannansuuntaisesti siten, että rannalle pystytettiin asettamaan kamera kuva- maan koko verkkoa ja verkon lähiympäristöä (Kuva 6.2). Verkkopaikkojen syvyys vaihteli eri paikoissa 1,8 ja 7 m välillä, keskiyvyyden ollessa 2,9 ( $\pm 1,0$ ) metriä. Kokeen aikana verkoja vaihdettiin usein uusiin, koska erityisesti irrottaessa kaloja verkoista, niihin syntyi pieniä reikiä, joita olisi voinut sekoittaa merimetsojen mahdollisesti aiheuttamiin pyydysvaurioihin. Pyyntin aikana syntyneet reiät verkossa kirjattiin pyyntilomakkeeseen.

Aluksi tarkoituksena oli laskea kaksi verkkoa kaikkiin kuuteen paikkaan jokaisella tutkimusalu- eella, eli alueellisesti yhteensä 12 verkkoa/yö. Näin aloitettiin ensimmäisellä koealueella, eli Tammisaarella. Työmäärä 12 verkolla osoittautui kuitenkin liian suureksi yhdelle työpäivälle. Siksi ensimmäisen koeviikon jälkeen siirryttiin yhteen verkkoon paikkaa kohden, jolloin työ- määrä pysyi kohtuullisena ja työaikalain puitteissa. Raumalla osassa paikoista saalismäärät oli- vat hyvin pieniä, ja muutamalla koentakerralla saalismäärät jäivät jopa alle viiden yksilön, jol- loin päätettiin laskea kaksi verkkoa. Verkkojen määrän vaihtelu on otettu huomioon tuloksissa laskemalla verkkojen saalismäärien keskiarvo paikkaa ja pyyntikertaa kohden.



**Kuva 6.2.** Verkot sijoitettiin rannan suuntaisesti noin 10–30 m rannasta. Riista- ja/tai valvontakamera asetettiin rantaan verkkojanan keskelle (musta piste rannassa, lippujen välissä). Kuvassa Ruokkarin saari Raumalla. Kuva: Roope Lehmonen.

Verkot laskettiin pääsääntöisesti iltapäivällä/illalla, ja niitä pidettiin vedessä kaksi vuorokautta. Yksi verkotustapahtuma käsitti siten kaksi pyyntiyötä. Verkot koettiin ensimmäisen pyyntiyön jälkeen, ja ne nostettiin pois toisen pyyntiyön jälkeen. Ensimmäisen yön jälkeisellä koentakerralla verkossa olevien kalojen lajikohtaiset lukumäärät laskettiin ja kunkin kalan sijainti verkkopaneeleissa kirjattiin ylös kenttälomakkeeseen. Koennan aikana kalat jätettiin verkkoon eikä verkkoa nostettu merestä pois, koska se olisi kasvattanut kalojen kuolleisuutta. Ensimmäisen yön jälkeen keskimääräinen pyyntiaika oli 20,2 tuntia. Toisen pyyntiyön jälkeisen koennan yhteydessä verkot nostettiin, kalat laskettiin ja poistettiin verkosta, haavaumien määrä kaloissa merkittiin lomakkeeseen sekä mahdolliset reiät verkoissa kirjattiin ylös. Yhden verkotuksen keskimääräinen kokonaispyyntiaika oli 46 tuntia.

Verkoista kirjattiin kunkin lajin yksilömäärät paneelikohtaisesti (Kuva 6.3, Kuva 6.4). Toisen pyyntiyön jälkeen osasta verkoista mitattiin kalojen koko, jotta saatiin tietoa kalojen lajikohtaisesta koosta alueilla. Koska ensimmäisen yön jälkeisen koennan aikana kala ei käynyt verkkoa nostavan henkilön käden kautta, hankalasti erotettavat lahna ja pasuri yhdistettiin yhdeksi lajipariksi. Myös särjen ja pienen säyneen erottaminen toisistaan saattoi tuottaa tuloksiin pienen virhelähteen. Muuten saadut kalalajit tunnistettiin veneen laidalta katsoen lajilleen. Kalat olivat pääosin hengissä verkkojen noston aikana. Ajoittain paneelikohtainen tarkastus osoittautui haastavaksi, koska kalat olivat vetäneet verkon suppuun tai koska tuuli oli kova. Tällöin kalojen määrät kirjattiin verkkokohtaisesti eikä paneelikohtaisesti.



**Kuva 6.3.** Koeverkotusta Turun Viittakarinn kolkalla. Tutkimuksessa käytettiin 35 tai 40 silmäkoon verkkoja, jotka oli jaoteltu viiteen paneeliin helpottamaan saaliin laskemista sekä koennassa että lopullisessa nostossa. Paneelit oli merkitty lipulla ja/tai verkon läpi kulkevalla langalla. Kuva: Mats Westerborn.



**Kuva 6.4.** Koeverkon tyhjennys ja kalojen laskeminen noston jälkeen. Kuva: Mats Westerborn.

### 6.2.3. Kameraseuranta

Kameraseurannan tavoitteena oli selvittää vievätkö merimetsot kaloja kalaverkoista. Tätä varten kuvattiin kalaverkkoja ja niiden lähialueita koko sen ajan, kun verkot olivat pyytämässä. Kuvatuista videoista määritettiin verkkojen luona liikkuvat ja saalistavat eläimet. Tärkein tutkittava muuttuja oli verkkojen välittömässä läheisyydessä saalistavien merimetsojen lukumäärä. Lisäksi laskettiin verkkojen lähistön muut kaloja syövien lintujen määrät ja arvioitiin, olisivatko ne voineet viedä kaloja verkoista. Seuranta toteutettiin kuvaamalla koeverkotuksen verkkoja koeverkotuksen aikana.

Toisena tavoitteena oli selvittää merimetsojen osuutta kaikesta alueen linnustosta, erityisesti kalaa syövien lintujen osalta. Koska riistakamerat kuvasivat vain viisi prosenttia vuorokauden kestosta (30 sekuntia 10 minuutin välein), riistakameraseurannalla ei tavoiteltu absoluuttisia arvoja merimetsojen määrästä tai niiden verkoista poistamien kalojen määrästä. Tavoitteena riistakameraseurannassa oli verrata merimetsojen suhteellisia määriä eri paikoissa sekä selvittää, miten määrät vertautuvat etäisyyteen lähimmästä merimetsokoloniasta ja muiden kalaa syövien lintujen määriin.

Kuhunkin verkotuspaikkaan sijoitettiin jaksottain kuvaava riistakamera ja kahteen paikkaan jokaisella alueella riistakameran lisäksi jatkuvasti tallentava valvontakamera (Kuva 6.5, Kuva 6.6). Riistakamerat kuvasivat 30 sekuntia 10 minuutin välein. Riistakameraseurannalla saatiin hyvä ajallinen edustavuus niin, että työmäärä oli hallittavissa. Riistakamera kuvasi pääosin läpi vuorokauden. Tammisaaressa materiaalia ei tallennettu 23.00–04.00 välisenä aikana yön pimeyden takia. Turussa kuvausta lisättiin asteittain valon määrän lisääntyessä kesäkuussa, ja Raumalla kuvamateriaalia tallennettiin läpi vuorokauden. Jatkuvasti kuvaavat valvontakamerat sijoitettiin siten, että kullakin alueella toinen valvontakamera oli lähellä koloniam ja toinen kauempana. Valvontakamerat kuvasivat jatkuvasti läpi vuorokauden kaikilla alueilla. Kamera-tyypit täydensivät toisiaan: riistakameralla tavoitteena oli verrata laajempaa joukkoa paikkoja, kun taas valvontakameralla vahvistettiin jaksottaisen kuvauksen luotettavuus ja saatiin pienemmästä määrästä kohteita tarkempaa tietoa. Riistakamerat asetettiin joko puuhun tai rannalle pystytettyyn jalustaan. Valvontakamerat asetettiin rannalle omalle jalustalleen, joka usein kiinnitettiin rannassa olevaan puuhun.

Molempien kameratyyppien kuvanlaatu oli riittävän hyvä määrittämään valtaosa verkkojen lähistöllä käyneistä linnuista heikoissakin valaistusoloissa. Kova tuuli aiheutti välillä ongelmia tulkinnassa, koska kuva muuttui epätarkaksi, jolloin lajin tarkka määrittäminen oli vaikeaa. Myös vähäinen valo yöaikaan ja kirkas auringonvalo päiväsaikaan saattoivat vaikeuttaa tulkintaa. Haasteet lajitunnistuksessa eivät kuitenkaan muuta kokonaistuloksia, koska merimetsot kyettiin kokonsa ja ulkomuotonsa perusteella erottamaan muista sukeltavista linnuista. Muiden sukeltavien sorsalintujen erottaminen toisistaan oli kuitenkin usein haastavaa, minkä takia epävarmat linnut määritettiin tarvittaessa puolisukeltajiksi tai kokosukeltajiksi. Videoita tulkittaessa kaikkien lajien kohdalla on saattanut jäädä vaikeissa olosuhteissa huomaamatta yksittäisiä ja nopeita lintukäyntejä. Yksittäisten havaintojen poisjäänti ei muuta tutkimuksen tuloksia, koska valtaosa materiaalista oli laadultaan hyvää.

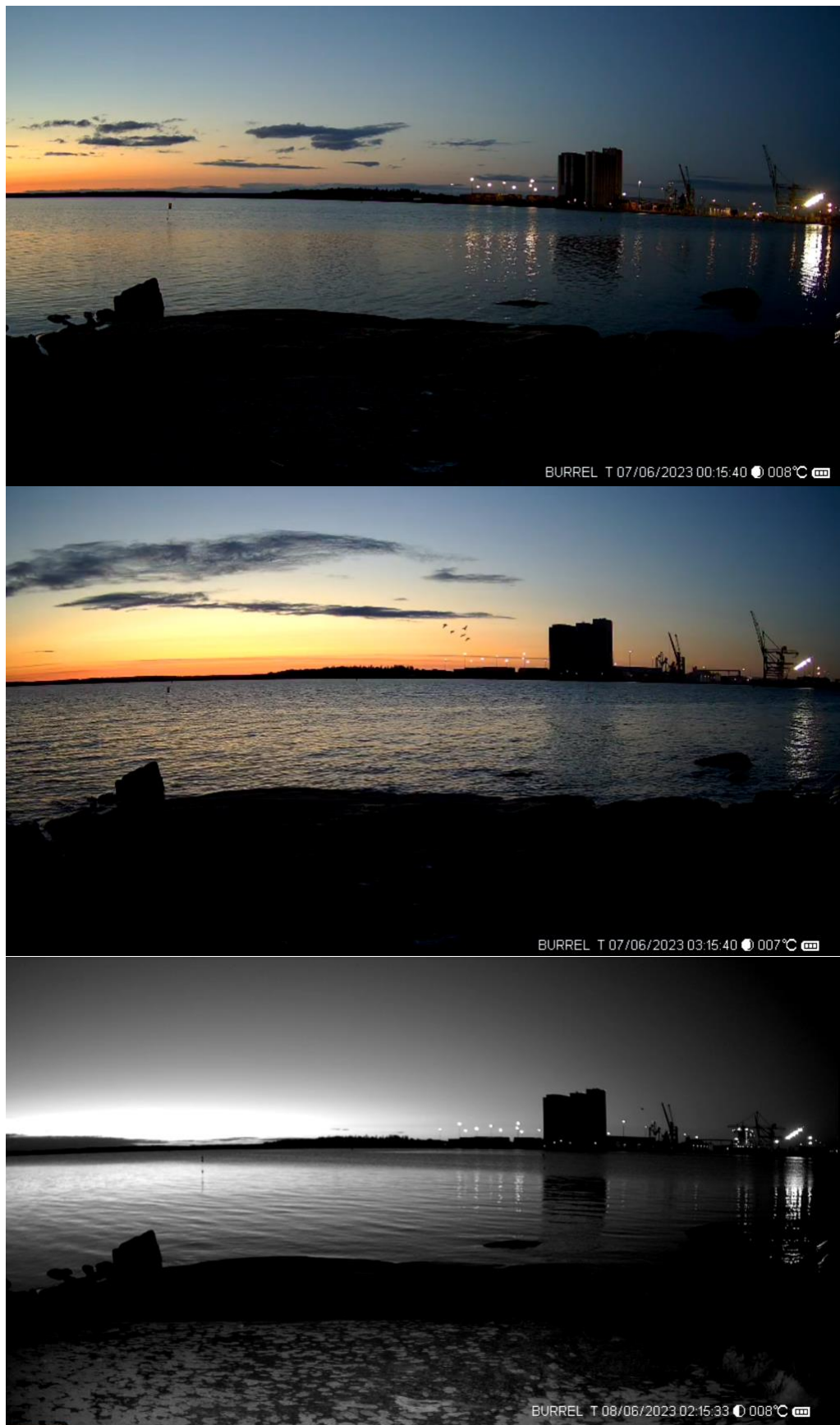
Tässä työssä käytettiin Burrelin S22 WA Burrel+ lähettävä 4G -riistakameramallia, joka oli yhdistetty 12 V aurinkopaneeliin (Kuva 6.5). Kameran kuvakulma on 110°. Pimeäkuvausta varten kameralla on pitkän kantaman infrapunasalama, joka on näkymätön linnuille. Kuvan resoluutioksi valittiin 1280x720 pikseliä, joka oli riittävä todentamaan mahdollisia vierailuja verkkojen yläpuolella myös heikoissa olosuhteissa (Kuva 6.7). Valvontakameran ominaisuudet on kuvattu aikaisemmin vesiviljelyä käsittävässä kappaleessa.



**Kuva 6.5.** Riistakameran asennus Turun Iso-Pukki-saarella. Kuva: Mats Westerborn.



**Kuva 6.6.** Valvontakamera Vähä-Kaskisen saarella Turussa. Kuva: Roope Lehmonen.



**Kuva 6.7.** Riistakameran tuottamasta videosta otettuja kuvakaappauksia Rauman Ruuhiluo-  
dosta eri aikaan yöstä kesäkuussa.

#### 6.2.4. Videoiden tulkinta

Riistakameroiden kuvamateriaalista kirjattiin kaikki aikuiset lintuyksilöt, jotka esiintyivät verkkojen lähetyvillä. Lintujen esiintymiset kuvassa jaettiin kolmeen luokkaan: verkkolippujen välissä, verkkolippujen ja rannan välissä sekä selvästi verkkolippujen ulkopuolella esiintyneisiin lintuihin (Kuva 6.8). Pelkkien esiintymisten lisäksi kirjattiin myös näillä alueilla sukeltaneet tai saalistusyrittäneet lintuyksilöt. Tietty lintuyksilö kirjattiin aina vain yhteen luokkaan, vaikka linnut saattoivat liikkua luokkien välillä. Mikäli ne liikkuivat verkon välittömässä tuntumassa, lintu kirjattiin tähän luokkaan. Mikäli lintu esiintyi useassa luokassa, mutta saalisti vain yhdessä, lintu kirjattiin saalistuspaikan mukaiseen luokkaan. Rannalla lepääviä, kaukana verkkojen takana esiintyviä tai lentäviä lintuyksilöitä ei otettu huomioon. Laskennassa ei myöskään kirjattu poikasten määriä.



**Kuva 6.8.** Riistakameroiden tallenteissa esiintyvät linnut kirjattiin kolmeen ryhmään. 1) Verkkolippujen väli, eli verkon välittömässä läheisyydessä oleva alue, jossa mahdollinen vahinko voi tapahtua. Verkkojen selkeästi takana olevaa, vaikutusalueen ulkopuolista aluetta ei huomioitu ollenkaan. 2) Verkkolippujen ja rannan välinen alue, jossa lintujen läsnäolon voisi ajatella vaikuttavan verkkopyynnin tehokkuuteen. 3) Alueet, jossa lintujen läsnäolo on mahdollista, mutta joiden katsotaan olevan verkotusalueen ulkopuolella. Ylläesitetystä kuvakaappauksessa kaksi sorsalintua esiintyy verkkolippujen välissä, ja kaksi sorsalintua (oikealla alueella) pyyntialueen ulkopuolella. Verkkojen ohi lentävää merimetsoa ei kirjattu ollenkaan.

Valvontakameroiden kuvien tulkinta poikkesi joiltain osin riistakameroiden tulkinnasta (Kuva 6.9). Koska valvontakamerat kuvasivat vuorokauden ympäri ja riistakamerat vain 30 sekuntia joka kymmenes minuutti, lintuja esiintyi valvontakameran aineistossa enemmän. Tästä syystä valvontakameroiden tulkinnassa keskityttiin laskemaan vain lintuja verkkolippujen välissä ja verkon ja rannan välissä olevalla alueella.



**Kuva 6.9.** Yllä: esimerkkikuva valvontakamera-aineistosta Rauman Sikinmatalasta. Alla vasemmalla: merimetso pyydysti kalan lähellä verkkolippua. Kaskinen, Rauma. Alla oikealla: kokonainen merimetsoparvi saalisti lähellä verkkojanaan. Samoilla alueilla, joilla esiintyi merimetsoja, esiintyi usein myös runsaasti muita lintuja, kuten koskeloita ja hanhia. Viittakari, Turku.

Koska vaihtelevat olosuhteet tekivät tarkemman määrittelyn välillä epävarmaksi, linnut määritettiin pääsääntöisesti heimo- ja sukutasolle. Haahka eroteltiin sorsalinnuista, kun lajitunnistus oli varma. Lokit kirjattiin ryhmänä, riippumatta siitä kyettiinkö laji tunnistamaan. Useimmat lokit olivat kalalokkeja tai naurulokkeja. Koskelot muodostivat yhden ryhmän. Hanhet olivat melkein poikkeuksetta valkoposkihanhia muutamia kanadanhanhia ja merihanhia lukuun ottamatta.

Näkyvyyttä, ja siten lajinmäärittystä, heikensivät erityisesti pitkä etäisyys lintuihin, yöaikainen hämäryys, kaislikko ja muu kasvillisuus sekä suora auringonpaiste kohti kameraa. Tämän takia suurin osa sorsalinnuista jaoteltiin vain sukeltaviin ja puolisukeltaviin sorsiin. Lintulajien lisäksi kirjattiin ylös kulloinkin vallinneet sääolosuhteet (pilvisuus, sade, näkyvyys, havainto-olosuhde, aallokko sekä tuulen suunta ja nopeus). Lopullisessa tulkinnessa kaikki ei-kaloja syövät linnut yhdistettiin muutama suureen luokkaan.

## 6.3. Tulokset

### 6.3.1. Koekalastuksen tulokset

Verkotuksissa saatiin yli 1 770 kalaa 17 eri lajista. Yhtään lintua ei tullut sivusaaliina tutkimusaikana. Kalaa tuli Raumaa lukuun ottamatta hyvin runsaasti ja lajisto oli varsin kirjava. Keskimääräinen saalis verkkoa kohden oli  $18,4 \pm 14$  (keskihajonta) kalaa yhden verkotusyön jälkeen ja  $22,6$  yksilöä  $\pm 14$  (keskihajonta) kahden yön jälkeen. Kalamäärä ei siten ensimmäisen yön jälkeen kasvanut merkittävästi. Suurin kalamäärä yhden yön kalastuksen jälkeen oli 41 kalaa verkkoa kohden ja 62 kalaa kahden yön jälkeen. Koekalastuksen alussa kalastettiin kahdella verkolla Tammisaarella, mutta liian suuren työmäärän takia vaihdettiin yhteen verkkoon paikkaa kohden. Tämän takia kaikki tiedot on korjattu ilmoittamalla tulokset kaloina verkkoa kohden eikä kaloina paikkaa kohden.

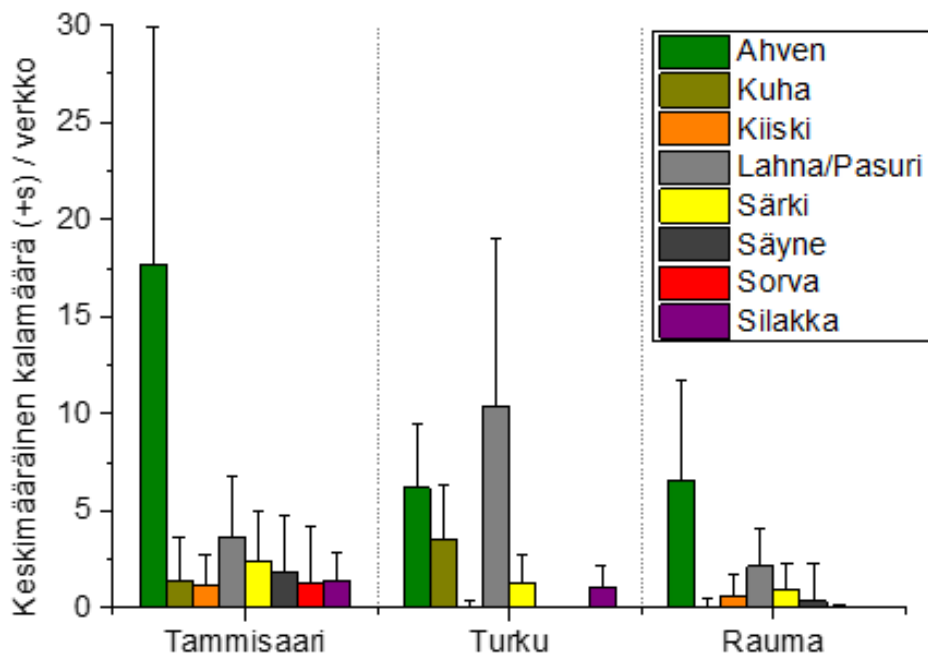
Pyydystetyt kalalajit olivat ahven, kuha, kiiski, särki, säyne, sorva, lahna, pasuri, vimpa, suutari, hauki, silakka, siika, mustatäplätokko, kuore, kolmipiikki ja kampela. Pääosa saaliista oli ahventa, särkeä, lahnaa, pasuria, kuhaa ja silakkaa. Lahna ja pasuri yhdistettiin tuloksissa yhdeksi lajipariksi, koska niiden määrittäminen koentavaiheessa oli epävarmaa. Merimetsolle hyvin kelpaavat lajit kuten ahven, särki, säyne ja kuha olivat yleisiä (Kuva 6.10, Kuva 6.11, Taulukko 6.1). Alueiden välillä ei ollut merkittäviä eroja kalaston osalta, mutta Tammisaari oli selvästi kalaisempi alue ja Rauma vähäkalaisempi. Lahna/pasuri oli huomattavasti yleisempi Turussa kuin muilla alueilla.



**Kuva 6.10.** Kalasaalis oli Raumaa lukuun ottamatta hyvin runsas. Kuvassa Tammisaaren Glottan. Kuva: Roope Lehmonen.

Kalojen keskikoko vastasi odotuksia 35/40 mm verkolla merestä pyydystetyille kaloille (Kuva 6.12). Esimerkiksi merimetsolle hyvin kelpaavat ahven ja särki olivat molemmat keskimäärin noin 25 cm pituisia. Valtaosa, tai vähintään puolet, kaloista oli myös elossa noston yhteydessä. Siten kalojen koko tai liikkumattomuus ei ollut esteenä sille, että merimetsot olisivat yrittäneet pyydystää niitä.

Kokemiskertojen välillä kalojen määrä nousi keskimäärin neljällä kalalla verkkoa kohden (Taulukko 6.2). Yhdeksänä koekalastuskertana ainakin yhden kalalajin lukumäärä oli laskenut kertojen välillä. Ottaen huomioon, että kaloja voi irrota verkosta mm. niiden pyristelyn vuoksi tai verkon nostamisen yhteydessä, tämä poistuma ei suoraan tarkoita, että jokin eläin olisi syönyt kaloja verkosta.



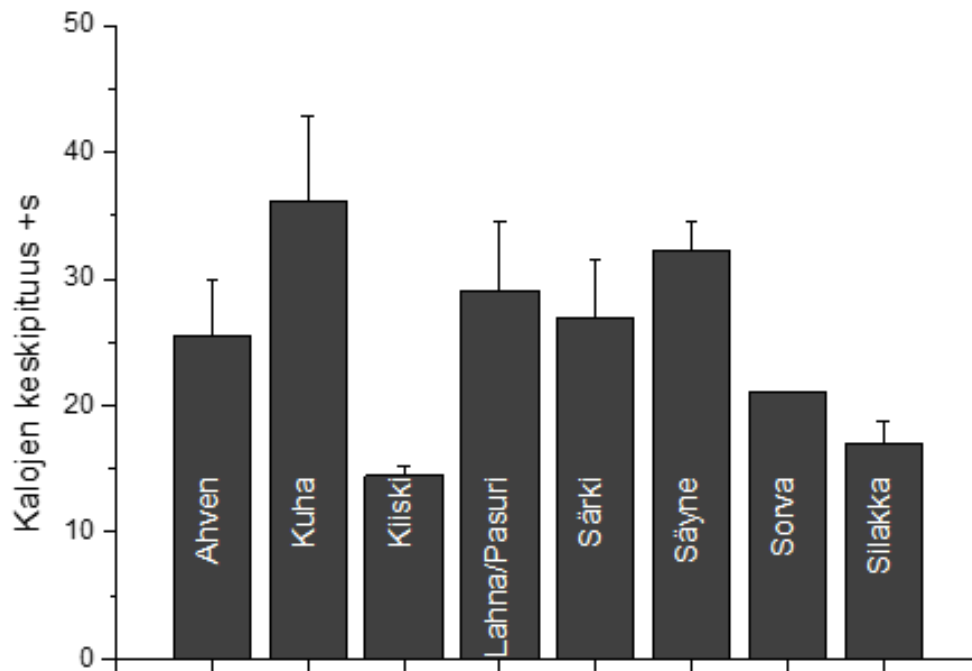
**Kuva 6.11.** Verkkokohtainen keskimääräinen kalamäärä ja keskihajonta lajeittain kullekin alueelle kahden kalastusyön jälkeen. Kuvassa esitetty vain tavallisimmat saaliskalat (>20 yksilöä).

**Taulukko 6.1.** Verkko- ja lajikohtainen saalismäärän keskiarvo ja -hajonta kahden kalastusyön jälkeen.

	<b>Tammisaari</b>	<b>Turku</b>	<b>Rauma</b>	<b>Kaikki</b>
<b>Laji</b>	<b>kalaa/verkko</b>	<b>kalaa/verkko</b>	<b>kalaa/verkko</b>	<b>kalaa/verkko</b>
Ahven	17,7 ± 12,2	6,2 ± 3,4	6,6 ± 5,2	10,2 ± 9,4
Kuha	1,4 ± 2,2	3,6 ± 2,7	0,1 ± 0,4	1,7 ± 2,5
Kiiski	1,2 ± 1,6	0,1 ± 0,3	0,6 ± 1,1	0,6 ± 1,2
Särki	2,5 ± 2,5	1,3 ± 1,4	0,9 ± 1,4	1,6 ± 1,8
Säyne	1,9 ± 2,8	0,0 ± 0,0	0,3 ± 2,0	0,7 ± 1,8
Sorva	1,3 ± 2,9	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,1	0,5 ± 1,7
Lahna/Pasuri	3,7 ± 3,1	10,4 ± 8,6	2,1 ± 1,9	5,4 ± 6,4
Vimpa	0,0 ± 0,0	1,3 ± 1,9	0,0 ± 0,0	0,4 ± 1,2
Suutari	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,2
Hauki	0,7 ± 0,9	0,2 ± 0,6	0,4 ± 1,1	0,4 ± 0,9
Silakka	1,4 ± 3,7	1,1 ± 2,6	0,0 ± 0,3	0,8 ± 2,6
Siika	0,2 ± 0,6	0,2 ± 0,6	0,1 ± 0,3	0,1 ± 0,5
Mustatäplät.	0,0 ± 0,0	0,3 ± 0,9	0,1 ± 0,3	0,1 ± 0,5
Kuore	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,2
Kolmipiikki	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,2
Kampela	0,1 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,2
Yhteensä	31,9 ± 13,2	24,6 ± 13,0	11,4 ± 7,5	22,6 ± 14,0

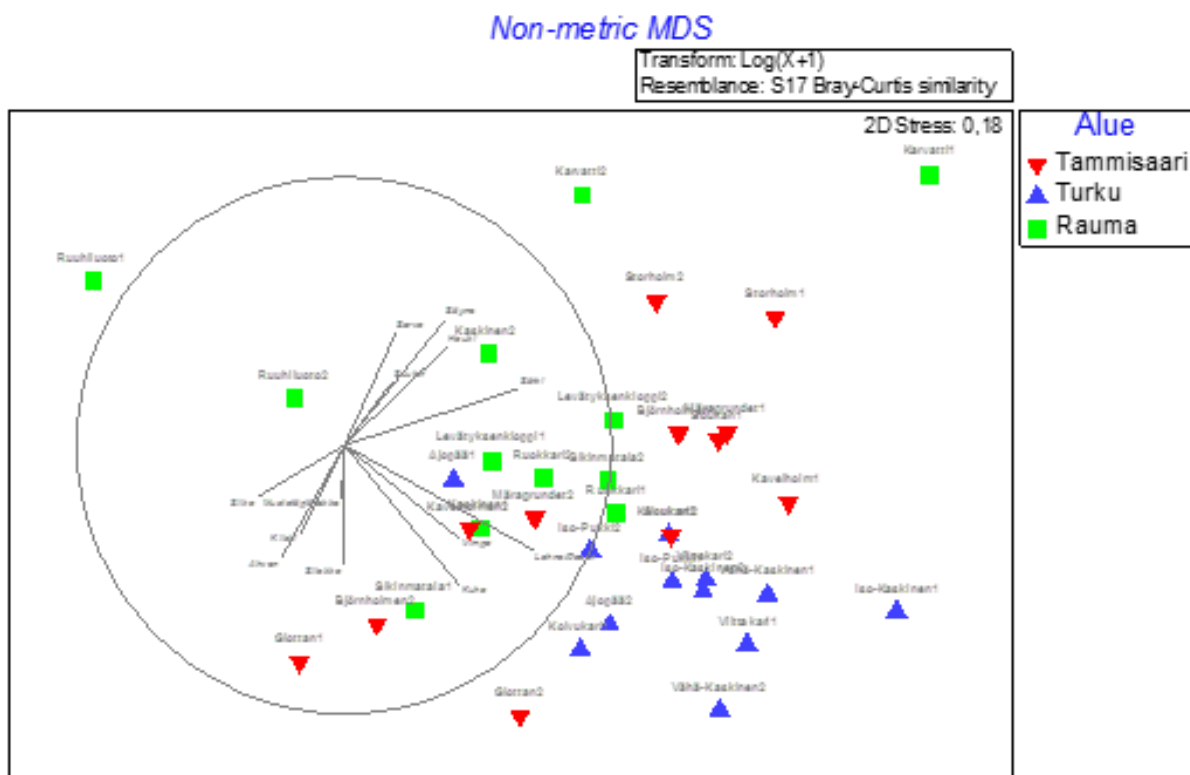
**Taulukko 6.2.** Öiden välinen muutos kalastossa yhteenlaskettuna kaikista paikoista. Tulokset keskiarvoistettu kaloja/verkko/paikka.

<b>Laji</b>	<b>Kaloja pois</b>	<b>Kaloja lisää</b>	<b>Yhteensä</b>
Ahven	-1	93,5	92,5
Kuha	-8	20,5	12,5
Kiiski	-5	10	5
Särki	-9	11	2
Säyne	-4,5	6,5	2
Sorva	0	5	5
Lahna/Pasuri	-11	34,5	23,5
Vimpa	-1	2	1
Suutari	0	0	0
Hauki	0	4,5	4,5
Silakka	-11,5	8	-3,5
Siika	0	0	0
Mustatäplätokko	0	5	5
Kuore	0	1	1
Kolmipiikki	0	1	1
Kampela	0	0	0
Yhteensä	-51	202,5	151,5



**Kuva 6.12.** Verkoista mitattujen kalojen keskipituus ja -hajonta. Kuvassa vain tavallisimmat lajit (>20 yksilöä).

Kun tarkastellaan kalayhteisöä (Kuva 6.13), alueiden välillä löytyi merkitseviä eroja, mutta ero oli varsin pieni (Hierarkkinen ANOSIM analyysi,  $p = 0,002$ ,  $R$ -arvo =  $0,257$ ). Kalayhteisön koostumus erosi Turun ja Rauman välillä ( $p = 0,002$ ) sekä Turun ja Tammisaaren välillä ( $P = 0,012$ ), mutta Rauman ja Tammisaaren kalayhteisön koostumus ei tilastollisesti eronnut ( $p = 0,092$ ). Ahvenen, lahnan/pasurin ja osittain kuhan määrät selittivät parhaiten kalayhteisössä esiintyvät alueelliset ja alueiden sisällä olevat erot (SIMPER analyysi). Matala  $R$ -arvo kertoo, että kalayhteisön rakenne oli alueiden välillä suhteellisen samankaltainen, eli alueelliset erot kalayhteisössä olivat varsin pienet, vaikka tilastollisesti merkitsevät.

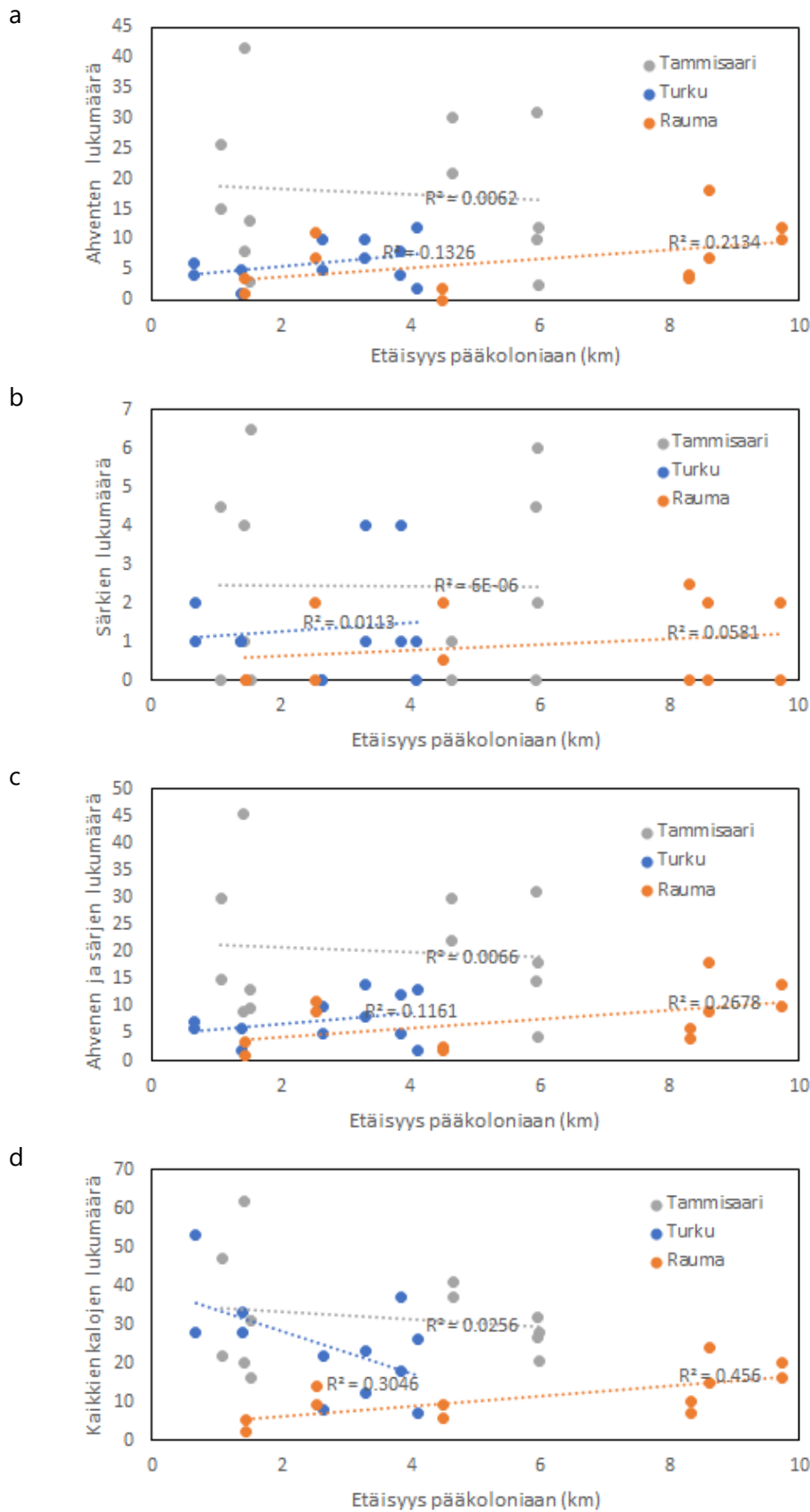


**Kuva 6.13.** Erot kalayhteisössä eri alueilla. Analyysi perustuu logaritmuunneltuun dataan, joka tasoittaa vähälukuisten ja runsaslukuisten lajien suhteelliset määrälliset erot. Vektoreiden suunta ja pituus kuvaa kuinka hyvin tietty kalalaji selittää tietyn kalastuspaikan sijaintia kaksi-ulotteisessa avaruudessa.

Jos merimetsot vaikuttaisivat merkittävästi alueen kalasaaliisiin, olisi todennäköistä, että lähempänä koloniaa saisi vähemmän kalaa kuin kauempana siitä. Tämän testaamiseksi katsottiin kullekin alueelle erikseen korrelaatiota kalamäärän ja etäisyyden pääkoloniaan välille. Tuloksissa tarkasteltiin erikseen ahventa, särkeä, molempia yhdessä ja kaikkia kaloja yhdessä (Kuva 6.14). Ainoa tilastollisesti merkitsevä korrelaatio oli Raumalla kaikkien kalojen lukumäärän ja pääkolonian etäisyyden välillä ( $R^2 = 0,46$ ,  $p = 0,016$ ). Mikään muu korrelaatio ei ollut merkitsevä ( $p$ -arvot välillä 0,06–0,99, Taulukko 6.3). Rauman vahvempaa korrelaatiota selittänevät suurelta osin muita alueita pienempi vaihtelu saalismäärissä ja suuremmat etäisyydet. Etenkin Tammisaarissa oli hyvin paljon vaihtelua saalismäärissä.

**Taulukko 6.3.** Saaliiksi saatujen kalojen lukumäärän ja etäisyyden pääkoloniaan välinen korrelaatio alueittain.

Alue	Vain ahvenet		Vain särjet		Ahvenet ja särjet		Kaikki kalat	
	R2	p	R2	p	R2	p	R2	p
Tammisaari	0,006	0,81	0	0,99	0,026	0,62	0,066	0,80
Turku	0,13	0,24	0,011	0,74	0,30	0,063	0,12	0,28
Rauma	0,21	0,13	0,058	0,45	0,45	0,016 *	0,27	0,085



**Kuva 6.14.** Kalojen määrät ja etäisyys pääkoloniaan. a) vain ahvenet, b) vain särjet, c) särjet ja ahvenet, d) kaikki kalat.

Verkoissa ei koko tutkimusjakson aikana juurikaan havaittu sellaisia reikiä, joiden voisi yksiselitteisesti olettaa johtuvan merimetsojen saalistuksesta verkosta. Hylkeet aiheuttivat isoja reikiä verkoissa pari kertaa, ja pienempiä reikiä syntyi kalaa irrottaessa verkosta tai isojen kalojen pyristellessä. Myös verkon noston yhteydessä verkkoihin syntyi reikiä (merenpohjaan kiinni jääneet verkot). Verkot uusittiin aina merkittävän reiän synnyttyä, jotta syntyvän reiän syy olisi mahdollista arvioida.

### **6.3.2. Riistakameraseurannan tulokset**

Videotiedostoja riistakameroista tuli yhteensä 8 171 kpl, eli 68 tuntia materiaalia jakautuen maantieteellisesti 18 seurantapisteeseen ja ajallisesti viiteen viikkoon. Materiaali kattoi suurimman osan kevään ja alkukesän kalastuskaudesta.

Riistakameravideoista tehtiin yhteensä 1 312 lintuhavaintoa, jotka koostuivat 20 eri lajista tai lajiryhmästä. Merimetsojen osuus kaikista lintuhavainnoista oli 6,5 % ja oli siten hieman matalampi kuin koskeloiden (6,9 %) tai lokkien (7,5 %) osuus. Lajien määrittämisen vaikeuden vuoksi tuloksissa on pientä epävarmuutta, muttei niin paljoa, että sillä olisi merkitystä kokonaisuuden kannalta. Esimerkiksi tarkemmin määrittämättömiä kokosukeltajahavaintoja oli 58, joista suuri osa oli todennäköisesti telkkiä, silkkiuikkuja tai koskeloita. Samoin määrittämättömiä sorsahavaintoja oli 102 ja täysin tunnistamattomia lintuja 49. Epävarmuus lajintunnistuksessa liittyy sorsalintuihin eikä koske merimetsoa, joka koon ja ulkomuodon perusteella poikkeaa selkeästi sorsalinnuista. Puolisukeltajat, kahlaajat, joutsenet ja hanhet eivät olleet merkittäviä tutkimuskysymysten kannalta, eikä tuloksia niistä raportoida tarkemmin. Havaittuja lintuja, jotka voisivat syödä kaloja verkoista tai niiden lähistöltä olivat merimetso, koskelot, muut kokosukeltajat (sisältäen silkkiuikun ja telkän), lokit, tiirat ja harmaahaikara. Näitä lintuhavaintoja oli 460, joista 18,2 % oli merimetsoja. Osa lajeista, kuten silkkiuikku, telkkä ja tiira eivät syö samankokoista kalaa kuin verkkoon voisi jäädä kiinni, mutta voivat säikäyttää kaloja verkkojen tuntumassa. Havaittuja lajeja, jotka todennäköisesti syövät ainakin osittain samoja saaliita kuin merimetso, olivat koskelot ja lokit, joita molempia oli hieman enemmän kuin merimetsoja (Taulukko 6.4).

**Taulukko 6.4.** Verkkojen lähialueella tehdyt havainnot linnuista.

Luokka	Ryhmä	Laji	Tammisaari	Turku	Rauma	Yhteensä
Kaloja syövät linnut	Merimetso	Merimetso	14	46	25	<b>85</b>
	Kokosukeltajat	Koskelo	28	13	50	<b>91</b>
		Silkkiuikku	1	10	23	<b>34</b>
		Telkkä	28	31	6	<b>65</b>
		Tunnistamaton kokosukeltaja	4	47	12	<b>63</b>
	Lokit ja tiirat	Lokki	15	66	17	<b>98</b>
		Tiira	2	0	12	<b>14</b>
	Harmaahai- karat	Harmaahaikara	4	4	8	<b>16</b>
Muut linnut	Haahka		28	219	2	<b>249</b>
	Puolisukeltajat (mm. hanhet ja puolisukeltavat sorsat)		170	202	68	<b>440</b>
	Kahlaajat		2	1	0	<b>3</b>
	Muut linnut		34	95	25	<b>154</b>
<b>Yhteensä</b>			<b>330</b>	<b>734</b>	<b>248</b>	<b>1 312</b>

Varsinaisia verkkojen luona tapahtuneita saalistusyrityksiä, eli tilanteita, joissa lintu liikkui verkon yläpuolella ja rikkoi veden pinnan eikä vain käyttänyt päätä pinnan alla katsomassa mahdollisuuksia, näkyi näiden lajien osalta ainoastaan 43 kpl (0,5 % havaintomateriaalista). Niistä 21:sta saalistajana oli merimetso ja valtaosassa loppuista kokosukelteleva sorsa (Taulukko 6.5). Näiden lisäksi oli 10 havaintoa, joissa lintu oli verkon välittömässä läheisyydessä, mutta ei saalistanut kuvaushetkellä (Taulukko 6.5). Kaikki nämä ei-saalistavat linnut olivat muita kuin merimetsoja.

Muualla kuin verkon välittömässä läheisyydessä linnut kalastivat 129 kertaa ja oleskelivat vedessä 270 kertaa. Näistä merimetsoja oli 47 saalistavaa lintua ja 17 ei-saalistavaa. Yhteensä merimetsojen nähtiin saalistavan 68 kertaa ja muiden lintujen 104 kertaa. Pääosa verkon lähellä liikkuvista merimetsoista esiintyi yksin, ja vain muutamia kertoja merimetsot esiintyivät parvena. Etäisyys lähimpään koloniaan ei näyttänyt vaikuttavan havaittujen merimetsojen määrään ( $r = 0,16$ ,  $P = 0,71$ , Taulukko 6.6). On kuitenkin havaittavissa, että Rauman Ruuhiluodon alueella merimetsoja oli kaikilla tavoilla laskettuna ylivoimaisesti eniten, ja myös kalasaa-  
lis oli poikkeuksellisen vähäinen (Kuva 6.1, Rauman eteläisin seuranta-alue). Rauman Ruuhiluoto oli ainoa paikka, jossa riistakameramateriaalissa oli selkeitä viitteitä siitä, että merimetsosta voisi olla merkittävää suoraa haittaa verkkokalastusta harjoittaville kalastajille. Tulos ei yllätä, kun huomioidaan Ruuhiluodon verkotuspaikan lyhyt etäisyys (1,4 km) Suomen suurimpaan merimetsokoloniaan (yli 13 000 pesivää merimetsoa).

**Taulukko 6.5.** Kalaa syövien lintujen toiminta koeverkkojen alueella.

Laji	Verkolla		Verkon ja rannan välissä		Muualla		Yhteensä
	saalisti	ei saalistanut	saalisti	ei saalistanut	saalisti	ei saalistanut	
Merimetso	21		19	2	28	15	85
Koskelo		1	11	70		9	91
Silkkiuikku	1	1	8	15	2	7	34
Telkkä	4	0	28	27	2	4	65
Kokosukeltaja (tunnistamaton)	16	6	7	3	10	20	63
Lokki	1	2	1	71	2	21	98
Tiira	0	0	13	0	0	1	14
Harmaahaikara	0	0	2	10	0	4	16
Yhteensä	43	10	90	198	44	81	466

**Taulukko 6.6.** Alueen etäisyys lähimpään suureen koloniaan ja havaittujen merimetsojen määrä.

Alue	Verkkopaikka	Etäisyys koloniaan (km)	Merimetsoja
<b>Tammisaari</b>	Märgrundet	1,07	0
	Kavelholm	1,53	0
	Soukan	1,43	0
	Glottan	4,64	14
	Björnholm	5,94	0
	Storholm	5,97	0
<b>Turku</b>	Vähä-Kaskinen	0,67	2
	Iso-Kaskinen	1,39	1
	Viittakari	3,85	41
	Iso-Pukki	3,3	0
	Ajopää	2,64	2
<b>Rauma</b>	Koivukari	4,1	1
	Ruuhiluoto	1,45	23
	Kaskinen	2,54	0
	Karvatti	4,5	1
	Sikinmatala	8,6	0
	Levätyksenkloppi	8,31	0
	Ruokkari	9,72	0

Kolonian koolla ei myöskään vaikuttanut olevan suurempaa merkitystä havaittujen merimetsojen määrään. Raumalla oli ehdottomasti suurin kolonia, mutta Turussa havaittiin eniten merimetsoja vedessä.

Aineiston edustettavuutta voi haitata se, että merimetsot pesivät kolonioissa ainakin satojen metrien päässä verkkopaikoilta, mutta muut havaitut kalaa syövät lajit pesivät enimmäkseen yksin hajallaan. Esimerkiksi silkkiuikku saattoi pesiä lähellä kameran kuvausaluetta, jolloin sama yksilö on mahdollisesti kuvattu useamman kerran. Suoraa vertailua paikkojen välillä ei voida muutenkaan tehdä, sillä kamerat kuvasivat eri paikoissa eri kulmista ja etäisyyksiltä. Siten luokittelu verkolla, verkon ja rannan välissä sekä muualla sai hieman eri merkityksen eri paikoissa. Lisäksi alueiden välillä oli useamman viikon eroja kalastuksen ajankohdissa.

Tästä huolimatta aineisto on riittävän luotettavaa, sillä tärkeimmät havainnot eivät perustu paikkojen väliseen vertailuun. Riistakameraseurannasta voidaan todeta, että 1) merimetsoja oli alueella, mutta vain hyvin pieni osa niistä kalasti verkkojen lähellä, että 2) alueen muita samaa saalista syövien lintujen määrä oli samaa luokkaa tai suurempi kuin merimetsojen ja että 3) merimetsojen määrä verkkojen lähellä ei siten juurikaan poikennut muista lintulajeista, eli merimetsot eivät siis näyttäneet hakeutuvan verkkojen tuntumaan.

### 6.3.3. Valvontakameraseurannan tulokset

Valvontakameraseurannan tavoitteena oli saada lisätietoa merimetsojen liikkeistä koealueilla ja varmistaa, että riistakameroiden aineisto oli riittävän kattavaa analysoimaan lintujen aiheuttamia suhteellisia vaikutuksia verkkokalastuksessa. Koska valvontakamera tallensi kuvamateriaalia läpi vuorokauden, merimetsomäärä oli valvontakameraseurannassa selkeästi suurempi kuin riistakameralla kuvatessa.

Analyysikelvollista valvontakameramateriaalia kertyi tutkimuksen aikana yhteensä 519 tuntia. Materiaali jakautui kuuteen näytteenottoaikaan ja jokaisessa paikassa kahteen jaksoon. Kaksi vuorokautta Turun Koivukarissa ja Vähä-Kaskisissa seurantajakson alussa jätettiin analyysin ulkopuolelle, koska inhimillisten ja teknisten ongelmia vuoksi kamerakohdennus oli jäänyt puutteelliseksi (vain osa verkosta oli näkyvissä).

Valvontakamera-aineistosta lasketut merimetsomäärät olivat samansuuntaisia kuin vastaavat tulokset riistakameroilla, ja aineistojen välillä oli lievä positiivinen korrelaatio. Jokainen paikka ja jokainen kalastusviikko edustaa testissä yhtä otosta (Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin,  $N=12$ ,  $r_s = 0.61$ ,  $P=0.035$ ). Järjestyskorrelaatiokerroin mittaa, esiintyvätkö suurimmat/pienimmät merimetsohavainnot riistakameramateriaalissa ja valvontakameraseurannassa samaan aikaan (positiivinen korrelaatio), eri aikaan (negatiivinen korrelaatio) vai onko niillä yhteyttä ollenkaan ( $r_s$ -arvo lähellä 0). Havaittu positiivinen korrelaatio tukee riistakameraseurannan tuloksia, sillä se osoittaa, että jaksottainen seuranta riistakameralla antoi melko luotettavan kuvan kokonaistilanteesta, eli siitä missä ja milloin merimetsohavaintoja tehtiin.

Merimetsot eivät olleet erityisen kiinnostuneita kalaverkoista. Koko valvontakameraseurannan aikana tehtiin ainoastaan 38 merimetsohavaintoa (Taulukko 6.7). Ajallisesti mitattuna 519 tunnin seurannan aikana varmoja merimetsohavaintoja verkkojen tuntumassa oli yhteensä ainoastaan yhden tunnin verran. Näistä merimetsot tekivät saalistusyriytyksiä yhteensä 33 minuuttia verkon välittömässä läheisyydessä. Aika, jolloin ne ovat saattaneet poistaa kaloja verkosta, on siis ainoastaan tuhannesosa koko seurantajakson pituudesta.

Usein merimetsoja näkyi verkkojen taustalla, jopa isoina parvina, mutta ne eivät olleet verkkojen pyyntialueen lähellä, eivätkä siten suoraan vaikuttaneet saaliin määrään verkossa. Kun merimetsot kävivät verkkojen lähellä, ne esiintyivät yleensä yksin. Suurin samanaikainen merimetsomäärä oli kaksi yksilöä. Suurien parvien vierailuja verkoilla ei havaittu

valvontakameramateriaalissa ollenkaan (riistakamerassa oli kaksi vastaavaa havaintoa). Kohteissa, joissa merimetsoja havaittiin, ne olivat hyvin tasaisesti aktiivisia vuorokauden eri tunteina, vuorokauden pimeintä aikaa lukuun ottamatta.

Verkkojen lähellä saalistavia merimetsoja oli koko valvontakameramateriaalissa 15 yksilöä, jotka tekivät yhteensä 122 saalistusyritystä (Taulukko 6.8). Saalistusyritysten määrä yhden havaintojakson aikana vaihteli suuresti (1–48 saalistusyritystä/havaintojakso), mediaanin ollessa 3,5 saalistusyritystä/havaintojakso. Saalistusjakson kokonaispituus valvonta-alueella vaihteli suuresti, mediaanin ollessa 23 sekuntia. Onnistuneita saalistuksia verkkojen tuntumassa oli yhteensä kahdeksan. Kaikissa näissä saaliksi jäi pieniä kaloja, jotka tuskin olivat olleet kiinni verkoissa, tai jos ne olivat, luultavimmin olivat silakoita. Merimetsot esiintyivät selkeästi useammin (27 havaintoa) verkon ja rannan välisellä alueella kuin verkon välittömässä tuntumassa (15 havaintoa). Lähellä rantaa ne onnistuivat saalistamaan pikkukaloja kolme kertaa, ja tekivät tällä alueella 121 saalistusyritystä. Rannan lähellä ne tekivät 1–32 sukellusta lintua kohden, mediaanin ollessa kolme sukellusta/havaintojakso.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että merimetsot eivät varsinaisesti hakeutuneet verkkojen lähelle. Kun ne kävivät lähellä verkkoja, syynä oli enemmänkin pysähdys osana niiden saalistusmatkaa, jolla ne saattoivat tehdä muutamia sukelluksia verkkojen tuntumassa. Merimetsot jäivät saalistamaan verkon tuntumaan pidemmäksi ajaksi kuusi kertaa (jopa 10 minuutiksi), jolloin ne myös potentiaalisesti saattoivat poistaa kaloja verkosta tai karkottaa kaloja verkon läheisyydestä.

Valvontakameramateriaali antoi osviittaa siitä, että sekä Turussa (Vähä-Kaskisissa etäisyys Äijäkarin koloniaan oli 0,67 km) että Raumalla (Kaskisista Rauman koloniaan 2,5 km) merimetsojen käyntimäärät olivat suhteellisesti korkeammat lähellä koloniaa, mutta hyvin maltilliset kauempana koloniasta. Merimetsot saalistivat hyvin yleisesti ja runsaasti Vähä-Kaskisen ja Äijäkarin välisellä vesialueella, ja vain satunnaisesti osa linnuista päätyi rannan tuntumaan kalaverkkojen kohdalle. Tammisaarella valvontakameralla tai riistakameramateriaalilla ei kyetty osoittamaan minkäänlaista suhdetta merimetsojen käyntimäärien ja paikan sijainnin välillä. Merimetsot yksinkertaisesti eivät esiintyneet Tammisaarella verkkojen välittömässä läheisyydessä kohteissa, joissa suoritettiin valvontakameraseuranta.

**Taulukko 6.7.** Valvontakameralla havaitut merimetsojen käyntimäärät. Havaintojaksot käsittävät kalaverkkojen pyyntijaksot. Koivukarilla ja Vähä-Kaskisilla havaintojaksolla 2 vain jälkimmäinen vuorokausi on laskennassa mukana, koska kameran kohdistus oli alussa puutteellinen. TA, Tammisaari, TU Turku, R Rauma.

Paikka	Etäisyys koloniaan (km)	Merimetsohavainnot jaksolla 1	Merimetsohavainnot jaksolla 2
Kavelholm (TA)	1,53	0	0
Storholm (TA)	5,97	0	1
Vähä-Kaskinen (TU)	0,67	9	3
Koivukari (TU)	4,10	1	1
Kaskinen (R)	2,54	2	21
Sikinmatala (R)	8,60	0	0

**Taulukko 6.8.** Valvontakameralla havaitut merimetsojen lukumäärä ja tehtyjen sukellusten kokonaismäärä verkkojen välittömässä läheisyydessä eri seurantapisteillä. Koivukarilla ja Vähä-Kaskisilla havaintojaksolla 2 vain jälkimmäinen vuorokausi on laskennassa mukana koska kameran kohdistus oli alussa puutteellinen. Havaintojaksot käsittävät kalaverkkojen pyyntiajat. TA, Tammisaari, TU Turku, R Rauma.

Paikka	Etäisyys koloniaan (km)	Merimetsomäärät/ saalistusyrietykset jaksolla 1	Merimetsomäärät/ saalistusyrietykset jaksolla 2
Kavelholm (TA)	1,53	0/0	0/0
Storholm (TA)	5,97	0/0	1/1
Vähä-Kaskinen (TU)	0,67	2/3	0/0
Koivukari (TU)	4,1	1/2	0/0
Kaskinen (R)	2,54	0/0	11/116
Sikinmatala (R)	8,60	0/0	0/0

Koeverkotus, joka tehtiin samaan aikaan ja samassa paikassa kuin kameraseuranta, tuki pinnan yläpuolisia havaintoja, joiden mukaan merimetsot eivät suuremmin olleet kiinnostuneita kalaverkoista eivätkä verkoissa olevista kaloista. Kalaverkoista ei juurikaan hävinnyt kalaa, ja yleisesti kalamäärä kasvoi koennan ja verkonnoston välillä (Taulukko 6.9). Muutamia kertoja verkkojen paneeleista hävisi kalaa, mutta aiheuttaja ei ollut merimetsa.

Storholmen-saarella hävisi muutama kala koennan ja noston välissä, mutta videotulkinnoista ei havaittu merimetsoja alueella samaan aikaan. Sikinmatalassa ahven ja kiiski hävisivät verkoista, mutta ainuttakaan merimetsohavaintoa ei tehty. Vähä-Kaskisissa oli ensimmäisellä havaintojaksolla hävinnyt verkosta 6 silakkaa ja 4 lahnaa/pasuria. Toisella havaintojaksolla koennan ja noston välillä hävisi Vähä-Kaskisilla 4 kuhaa ja 3 lahnaa/pasuria. Koennan ja noston välisenä yönä verkoilla kävi hylje, joka viipyi verkon lähellä kauan ja selkeästi poisti verkoista kalaa. Jokaisella käyntikerralla verkkoliput vajosivat kokonaan veden alle, ja lisäksi verkkoon ilmaantui isoja reikiä kohdissa, joissa kuhat olivat olleet kiinni. Kaskisilla kummallakaan havaintojaksolla ei hävinnyt ainuttakaan kalaa koennan ja verkonnoston yhteydessä, mutta yhdessä särjessä oli haavauma, joka tulkittiin mahdollisesti merimetsan aiheuttamaksi.

**Taulukko 6.9.** Valvontakameroiden seuraamien kohteiden muutokset verkon kalamäärissä koennan ja verkon noston välillä. Paikat missä kalaa on hävinnyt verkosta, on maalattu oranssilla, paikat missä kalaa ei ole hävinnyt on maalattu vihreällä.

Paikka	Etäisyys koloniaan (km)	Kalahavainnot jaksolla 1	Kalahavainnot jaksolla 2
Kavelholmen (TA)	1,53	Kalamäärä kasvanut, 1 lahna hävinnyt EI MERIMETSOJA	Kalamäärä ei muuttunut koennan ja noston välillä EI MERIMETSOJA
Storholm (TA)	5,97	Kalamäärä kasvanut, 1 lahna, 1 särki ja 1 ahven hävinnyt EI MERIMETSOJA	Kalamäärä kasvanut, paneeleista ei hävinnyt kalaa 1 MERIMETSO
Vähä-Kaskinen (TU)	0,67	Kalamäärä kasvanut, 6 silakkaa ja 4 lahnaa hävinnyt MERIMETSOJA	Kalamäärä vähentynyt, 4 kuhaa ja 3 lahnaa hävinnyt EI MERIMETSOJA
Koivukari (TU)	4,10	Kalamäärä kasvanut, paneeleista ei hävinnyt kalaa 1 MERIMETSO	Kalamäärä kasvanut, paneeleista ei hävinnyt kalaa EI MERIMETSOJA
Kaskinen (R)	2,54	Kalamäärä kasvanut, paneeleista ei hävinnyt kalaa EI MERIMETSOJA	Kalamäärä kasvanut, paneeleista ei hävinnyt kalaa MERIMETSOJA
Sikinmatala (R)	8,60	Kalamäärä kasvanut, 1 kiiski ja 1 ahven hävinnyt EI MERIMETSOJA	Kalamäärä kasvanut, paneeleista ei hävinnyt kalaa EI MERIMETSOJA

#### 6.3.4. Yleisiä aluekohtaisia havaintoja merimetsojen liikkeistä tutkimuksen aikana, mutta kohdealueiden ulkopuolella

Kokeen aikana kirjattiin myös ylös yleisiä kenttähavaintoja, joita yhdistettiin videoiden tulkinnan aikana tehtyihin yleisiin havaintoihin. Eniten merimetsoja näkyi videomateriaaleissa lentävän erikokoisissa parvissa (Kuva 6.15). Lentävien merimetsoparvien koko vaihteli suuresti muutamasta yksilöstä satoihin yksilöihin. Sen sijaan riista- ja valvontakameroiden kuviin talletui vain muutamia sellaisia merimetsosyksiöitä, jotka sukelsivat tai edes uivat verkkojen lähetyvillä. Lintuja siis liikkui alueella, mutta ne eivät käyneet verkoilla kuin hyvin harvakseltaan. Alueilla, joilla merimetsojen voitiin havaita sukeltavan ja saalistavan, niiden määrät olivat pääsääntöisesti pieniä ja esiintymiset melko epäsäännöllisiä. Näytti siltä, että merimetsoja esiintyi

eniten alueilla, joilla ylipäänsä esiintyi runsaammin myös muita lintulajeja, kuten koskeloita, telkkiä, haahkoja, hanhia ja muita sorsalintuja.

Tammisaarella merimetsot saalistivat pääosin pienissä parvissa, yleensä selkäviesien ääressä. Saalistavia merimetsoja ei Tammisaarella juurikaan näkynyt rantojen tuntumassa, ja riista- ja valvontakameroiden kuvissa niitä näkyi verkkojen lähellä vain muutamia kertoja. Jonkin verran videoissa näkyi kuitenkin lentäviä merimetsoparvia, joiden liikesuunta oli tavallisimmin koloniasta lounaaseen kohti avomerta.

Turussa merimetsot saalistivat Tammisaarta useammin yksin tai pienissä parvissa, ja myös lentävien parvien pääsääntöiset liikesuunnat vaihtelivat enemmän kuin Tammisaarella. Niitä näkyi uimassa ja sukeltamassa yksittäin rantojen läheisyydessä sekä runsaimmin selkäviesillä. Myös riista- ja valvontakameroiden kuvissa merimetsoja näkyi enemmän kuin Tammisaarella, mutta toisaalta suuria lentäviä parvia näkyi melko vähän. Paikallista vaihtelua oli runsaasti etenkin lähellä Äijäkarin merimetsokoloniaa. Merimetsoja oli runsaammin kuin muilla paikoilla Iso-Kaskisen, Vähä-Kaskisen ja Viittakarın edustalla.

Raumalla merimetsojen määrä oli merkittävästi suurempi kuin Tammisaarella ja Turussa. Merimetsoja näkyi ja liikkui kaikkialla pääsääntöisesti isoissa, jopa usean sadan yksilön parvissa. Lähellä satamaa sijainneesta Iso-Järviluodon yhdyskunnasta merimetsoparvet lensivät usein saalistamaan kohti pohjoista tai luodetta, palaten myöhemmin samasta suunnasta takaisin. Koeverkkojen lähiympäristön rantavesissä parvet eivät kuitenkaan juuri kalastaneet. Tämä kävi ilmi myös videomateriaaleista, joihin kokonaisia saalistavia parvia ei Raumalla tallentunut. Kolonian pääasialliset syönnösalueet tulkittiin olevan vähintään 10 km päässä. Videomateriaalien perusteella yksittäiset merimetsot toisinaan sukelsivat verkkojen lähetyillä. Toisaalta paikallista vaihtelua eri paikkojen välillä oli paljon myös Raumalla. Merimetsohavaintoja olikin melko paljon esimerkiksi Kaskisen saaren eteläpuolella sijainneella koeverkolla, joka oli lähellä Iso-Järviluodon koloniaa.



**Kuva 6.15.** Merimetsoparvi lentämässä kohti pohjoista, tutkimusalueen pohjoisosissa. Kuva: Roope Lehmonen.

### 6.3.5. Haavaumat ja purentajäljet

Verkkojen noston yhteydessä arvioitiin myös mahdollisia merimetsojen aiheuttamia haavaumia kaloissa. Haavaumia saaneita kaloja löytyi muutamia useimmilla paikoilla, mutta haavauman aiheuttajaa oli hyvin vaikea arvioida. Pyristely verkossa lienee suurin syy haavauman syntyyn. Muutamassa kalassa esiintyi kuitenkin pistomaisia jälkiä, jotka voisivat olla merimetson aiheuttamia (Kuva 6.16).

Rauman Ruuhiluodolla verkoissa oli lisäksi useita silakanpäitä, joista puuttui kalan muu osa. Merimetsä tai jokin muu saalistaja oli siis vienyt kalan muun osan. Ruuhiluodolla tavattiin eniten vaurioituneita kaloja ja myös merimetsojen käynnit olivat suhteessa yleisempiä kaikkiin muihin havaintopisteisiin verrattuna. Ruuhiluodossa tosin saalisti myös saukko, joka luultavasti kävi myös verkolla (sukelsi aivan verkon tuntumassa). Koko aineistosta vain 15 kalasta löytyi haavaumia, joiden aiheuttaja olisi voinut olla merimetsä. Luku vastaa alle 1 % pyydettyjen kalojen kokonaismäärästä, ja on samaa kokoluokkaa kuin valtakunnallisessa EU TIKE -aineistossa. Tähän lukuun ei ole laskettu niitä silakoita, joista ainoastaan pää oli jäänyt verkkoon, ja joiden kohdalla merimetsä on voinut videotulkintojen perusteella ollut saalistajana. Purentajäljen tai haavauman aiheuttajaa on kuitenkin hyvin vaikeaa arvioida, joten tässä ei voida sanoa varmuudella oliko kyseessä merimetson aiheuttama jälki, muun pedon aiheuttama vai jokin muu syy.



**Kuva 6.16.** Ahven ja hauki, joissa on mahdollisesti merimetson aiheuttamia haavaumia. Kuva: Roope Lehmonen.

## 6.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Työpaketin 3 tavoitteena oli tutkia kuinka paljon kalaa merimetsot vievät kalaverkoista. Tutkimuksessa oli kokonaisuudessaan suuri työpanos. Verkkoitä oli yhteensä 72. Riistakameroista videomateriaalia kertyi melkein kolme vuorokautta ja valvontakameroista yli 20 vuorokautta. Kokeita tehtiin kolmen kunnan alueella yhteensä 18 paikassa. Suuresta työpanoksesta ja alueellisesta edustavuudesta huolimatta tutkimuksessa ei voitu osoittaa, että merimetsot aiheuttavat merkittäviä suoria ongelmia verkkokalastukselle.

Koekalastuksen johtopäätös on, että merimetsot eivät ainakaan tutkimusalueilla ja tutkimusjaksona suuremmin syö kaloja verkoista. Verkoissa oli runsaasti merimetsoilta sopivaa saalis-kalaa, mutta kalojen katoaminen verkoista oli varsin vähäistä eikä ollut viitteitä siitä, että merimetsot olisivat merkittävässä määrin poistaneet kaloja verkoista. Havaitut tappiot johtuivat todennäköisemmin sattumanvaraisesta kalojen irtoamisesta ja ainakin pari kertaa hylkeistä. Koska verkkoitä oli 72 ja tutkimuspisteiden edustavuus oli varsin hyvä, on todennäköistä, että tulokset ovat alueille ajankohtaan nähden yleistettävissä. Havaittu korrelaatio kalamäärän ja etäisyyden pääkoloniaan välillä Raumalla saattaa viitata siihen, että merimetsot saattavat heikentää kalakantoja, jos kolonian koko on erityisen suuri.

Merimetsojen käyntimäärät verkoilla olivat häviävän pieniä suhteessa koko materiaalin kokoon. Ne liikkuivat ja kalastivat hyvin harvoin juuri verkon kohdalla, verkoista ei kadonnut merkittäviä määriä kalaa eikä pyydystetyissä kaloissa ollut kuin hyvin vähän mahdollisesti merimetsan aiheuttamia haavaumia. Selkeästi merimetsan rikkomia verkkoja ei voitu todentaa ollenkaan. Lisäksi ei ollut todisteita epäsuoristakaan vaikutuksista. Saatujen kalojen määrä ja etäisyys koloniaan eivät korreloineet kuin yhdellä alueella, ja sielläkin hyvin heikosti, ja kalamäärät olivat erityisesti Tammisaaressa hyvin suuret myös aivan kolonian lähellä. Kalamäärä yleensä myös kasvoi ensimmäisestä yöstä toiseen.

Tutkimus osoitti, että merimetsot eivät varsinaisesti hakeudu verkkojen lähelle, vaan mahdolliset käynnit verkoilla ovat enemmänkin vain pieni osa pidempää saalistusmatkaa. Kamera-seurannassa oli erittäin vähän tilanteita, joissa merimetsot saalistivat verkkojen välittömässä tuntumassa tai jäivät pidemmäksi aikaa verkon lähelle, mutta kentällä tehtiin paljon havain-toja ohi lentävistä merimetsoilta. Riistakameraseuranta kartoitti 18 verkkopaikan linnustoa ja sen käyttäytymistä yhteensä 19 päivältä hyvin kattavasti. Sinä aikana havaittiin vain 27 tilan-netta, joissa merimetsa olisi voinut viedä kalan verkoista. Jatkuvasti kuvaavat valvontakamerat havaitsivat 38 merimetsoa, mutta kattoivat pienemmän osan koealueista. Koealueilla merimetsot saalistivat pääosin muualla kuin kalaverkkojen lähistöllä eivätkä verkot erityisesti houkutteleet merimetsoja luokseen.

Verkkojen lähellä havaittujen lintujen määrissä merimetsot eivät juuri poikenneet määriltään muista kaloja syövästä linnuista: verkkojen lähellä näkyi koskeloita ja lokkeja jokseenkin yhtä paljon kuin merimetsoja.

Korrelaatio valvontakameroiden ja riistakameroiden tulosten välillä osoitti, että riistakameroiden tuottama data edustaa varsin luotettavaa otosta, vaikka riistakameralla ei absoluuttisia käyntimääriä voida osoittaa. Huomionarvoista on, että merimetsoja oli muihin lintuihin verrattuna paljon aivan verkkojen lähellä. Ne olivat yleisin havaittu yksittäinen lintulaji verkkojen välittömässä läheisyydessä, mutta kokonaisuudessaan muodostivat vain 6,5 % alueen kaikista linnuista ja olivat hieman harvalukuisempia kuin esimerkiksi koskelot ja lokit.

Koekalastuksessa verkkoihin tuli runsaasti merimetsoille sopivaa kalaa, mutta kaloja ei juuri kadonnut verkoista, vaikka alueella liikkui merimetsoja. Verkossa olleista kaloista ei myöskään löytynyt varmoja merkkejä siitä, että merimetsot olisivat nokkineet niitä, joskin muutama haavauma oli mahdollisesti merimetsan aiheuttama. Verkoissa ei ilmennyt reikiä, jotka yksiselitteisesti olisivat johtuneet merimetsoista. Tämä havainto vastaa aikaisempia tutkimuksia Itämerellä, joissa on havaittu, että linnut voivat aiheuttaa mekaanisia vaurioita pyydyksiin, mutta luultavasti eivät merkittävässä määrin (Fiskeriverket 2006). Strömbergin ym. (2012) tutkimuksessa kalastajat ilmoittivat, että verkkokalastuksen yhteydessä kaloihin tai pyydyksiin tulleiden vahinkojen frekvenssi vaihtelee 0–3,2 prosentin välillä pyyntikertaa kohden. Vuonna 2005, 2,5 % kalastajista Itämeren pääaltaalla raportoi vahingoista, kun pyyntiponnistus oli 1 212 pyyntikertaa. Selkä- ja Perämerellä vastaava luku oli 0 %, kun pyyntitapahtumien määrä oli 683. Vastaavasti vuonna 2006, 0 % pääaltaan kalastajista ilmoitti vahingoista perustuen 1 054 pyyntitapahtumaan. Selkä- ja Perämerellä luku oli 3,2 % ja käsitti 385 tapahtumaa (Strömberg ym. 2012). Merimetsopopulaatio on 2000-luvun alusta kasvanut, eivätkä aikaisemmat tutkimustulokset välttämättä kuvaa nykypäivää. Strömbergin ym. (2012) tutkimus ei myöskään ota kantaa siihen, miten merimetsopopulaation koon vaihtelu on vaikuttanut kalastajien ilmoittamiin vahinkojen määrään.

Tämän työpaketin tulosten tulkintaa rajoittaa kokeiden ajallinen ja maantieteellinen suppeus. Koe ei osoita, että merimetsoista ei olisi merkittävää haittaa kaupallisessa verkkokalastuksessa, mutta se ei myöskään osoita niiden aiheuttavan merkittäviä vahinkoja. Koeverkotusta tehtiin seitsemän viikon ajan, kolmella alueella ja 18 paikassa, 1–2 verkolla paikkaa kohden. Kussakin paikassa oli vain kaksi kahden yön toistoa. Kaupallisessa kalastuksessa, jossa pyynnissä olevia verkkoja voi olla lähemmäs sata ja pyynti jatkuu kuukausien ajan, tilanne voi olla täysin toinen. Toistuvassa pyynnissä samalla alueella, merimetsot saattavat oppia, missä kalaa on saatavilla. Todennäköisyys, että kaupallisen kalastajan verkko päättyy merimetsojen kohteeksi, on huomattavasti suurempi kuin tässä tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan.

Tutkimuskäytössä verkkomäärää rajoittivat käytettävissä olevat valvontatekniikka: yhdellä kameralla ei voinut valvoa kuin korkeintaan kahta verkkoa kerralla eikä kameramäärän kasvattaminen ollut mahdollista, koska silloin tulkinnasta johtuva työmäärä olisi noussut liian suureksi. Jo nyt panostus tähän työpakettiin oli suuri: kenttätöön suorittamiseen ja materiaalin tulkintaan meni reilusti yli kahdeksan henkilötyökuukautta.

Toinen rajoite koskee valittua koejaksoa, joka oli alkukesällä. Koejakson alussa merimetsoilla oli edelleen haudonta kesken. Kokeen päättyessä poikaset olivat kuoriutuneet ja osa oli kasvanut varsin isoiksi, mutta ne olivat edelleen pesässä. On hyvin todennäköistä, että ravinnon tarve kasvoi vielä koejakson päättyttyä poikasten alkaessa lentämään, ja siksi mahdolliset haitat olisi mahdollisesti voinut todentaa toistamalla tutkimus myöhemmin. Merimetsot saattoivat myös saalistaa poikasille esimerkiksi silakkaa tai kiviniilkkää ja hakeutuivat mahdollisesti siksi enemmän ulapalle kuin rantojen läheisyyteen, jossa koe suoritettiin. On myös todennäköisempää, että juuri lentoon oppineet nuoret merimetsopoikaset kalastavat sisäsaaristossa lähellä syntykoloniaa kuin että ne suuntaavat kauemmas ulapalle saalistamaan. Siinä tilanteessa suurin merimetsopaine kolonioiden lähellä alkaisi vasta poikasten opittua lentämään noin 50 vrk ikäisinä, eli aikaisintaan heinäkuussa.

Havaittu heikko tai olematon korrelaatio kalamäärän ja etäisyyden pääkoloniaan välillä ei tue väitettä, että merimetsot heikentäisivät alueen kalakantoja tai veisivät kaloja verkoista. Se ei myöskään osoita sitä vääräksi. Tietämättä tarkemmin kuinka laajalta alueelta merimetsot

keräävät ravintoaan, ei voida erottaa olematonta vaikutusta tilanteesta, jossa merimetsot vaikuttavat suuresti, mutta tasaisesti koko ravinnonkeruualueellaan. Työpaketti 5 (luku 8) antaa osviittaa siitä, kuinka laajalta alueelta merimetsot hakevat ravintoaan ja kuinka kaukana koloniasta mahdollisten vaikutusten voi olettaa näkyvän. Mahdolliset jatkotutkimukset tulisi suunnitella näiden tietojen mukaisesti.

Nykyinen aineisto on liian suppea suhteessa verkotuskertojen väliseen satunnaisvaihteluun, jotta voitaisiin tehdä varmoja johtopäätöksiä merimetsojen saalista vähentävästä vaikutuksesta tai yleisestä vaikutuksesta kalakantaan. Raumalla, jossa etäisyys kauempiin verkotuspaikkoihin oli lähemmäs 10 km, oli havaittavissa heikkoa positiivista korrelaatiota etäisyyden ja kalamäärän välillä. Ruuhiluodolla, noin 1,4 km päässä koloniasta, merimetsojen käyntimäärä (ei yksilömäärä) oli riistakameraseurannassa selvästi korkein, ja kalasaalis oli laiha. Toisaalta Tammisaaressa kalaa tuli hyvin runsaasti kaikilla tutkimuspisteillä, myös kolonioiden läheltä. Näin pienellä otannalla ei voida tehdä varmoja päätelmiä etäisyyden vaikutuksesta, mutta se antaa viitteitä siitä, että joillain alueilla merimetsokolonian läheisyys voi heikentää saalismääriä, erityisesti alueilla, joilla kolonia on parimäärältään hyvin suuri (Gagnon ym. 2015). Näin ei kuitenkaan tapahdu kaikkialla. Onkin hyvin mahdollista, että lintujen lukumäärällä ja etäisyydellä koloniaan on yhteisvaikutus kalakannan kokoon, eli pienillä ja keskikoon kolonioilla ei ole selkeästi osoitettavissa olevaa vaikutusta kalakantaan, mutta suurilla saattaa hyvinkin olla.

On varmaa, että merimetsot käyvät kaupallisten kalastajien pyydyksillä: kirjallisuuden perusteella ne päätyvät välillä verkoissa sivusaaliiksi, jopa suurissa määrin (esim. Bildsøe ym. 1998, Bregnballe & Fredriksen 2006, Fiskeriverket 2006, Strömberg ym. 2012). Verkkomateriaalia löytyy myös pesien läheltä merimetsokoloniosta. Sekään ei yksiselitteisesti osoita, että materiaali on kalastajan verkosta, koska linnut keräävät kaikenlaista pesämateriaalia (Kuva 6.17). Tärkeä kysymys ei ole se, käyvätkö merimetsot pyydyksissä vai eivät, vaan enemmänkin kuinka usein käyvät ja kuinka mittavia vahinkoja ne käydessään aiheuttavat kalastajille. Tässä tutkimuksessa ei saatu tähän tärkeään kysymykseen vastausta.

Sen sijaan aineisto on riittävän monipuolista ja kattavaa, todentaakseen että:

1) Satunnaistetulla otannalla ilman jatkuvaa kalastamista samalla alueella, merimetsot eivät erityisesti hakeudu verkkojen läheisyyteen saalistamaan, eivätkä merkittävässä määrin poista verkoista kaloja absoluuttisesti eikä varsinkaan suhteessa kalasaaliin kokoon. Tutkimus osoittaa, että sekä poistettujen kalojen määrä että saalistukset verkkojen lähellä olivat hyvin matalia suhteessa koko kalasaaliseen. Kun merimetsot päätyvät verkon kohdalle, tilanne on enemmänkin osa niiden laajempaa kalastustapahtumaa ja käynti on useimmiten lyhytkestoinen. Useimmat työpaketin havainnot merimetsoista olivat lyhytkestoisia: merimetsot tyypillisesti lipuivat verkkojen yli saalistusmatkallaan, tekevät muutamia sukelluksia verkkolippujen välissä tai rannan tuntumassa ja jatkavat matkaa.

2) Vaikka merimetsot esiintyvät alueella, jolla kalastetaan verkoilla, ne eivät aina saalista verkon pyyntialueen välittömässä tuntumassa. Merimetsomäärä verkon lähellä ei siis ole todiste siitä, että ne ovat käyneet verkolla ja poistaneet siitä kalaa. Samaan johtopäätökseen on tultu monissa muissa tutkimuksissa.

3) Vaikka merimetsot saalistavat kalaa verkon tuntumassa, kala ei välttämättä ole peräisin verkosta ja usein saalistettu kala on varsin pienikokoista. Kun videovalvonnassa onnistuttiin havaitsemaan saalistustapahtumaa, jokaisen varman havainnon saaliiksi joutui pieni kala, joka

kooltaan ei vastannut niitä kaloja, jotka olivat verkoissa, ja joita kalastaja tavoittelee. Johtopäätöksiä siitä, että verkon tuntumassa esiintyvät merimetsot aiheuttaisivat kalastajalle aina vahinkoa, ei täten voida tehdä.

Merimetsot esiintyvät samoilla alueilla, joilla kalastetaan kaupallisesti, mutta ne eivät aina aiheuta kalastajalle suoraa haittaa, vaikka kalastavatkin hyvin lähellä verkkoa. Samaan johtopäätökseen tuli myös Fiskeriverket (2006), joka kuitenkin osoitti, että merimetsot myös poistaa kaloja verkoista ja että tämä tapahtuu 28 % tapauksista, joissa merimetsot saalistaa verkon läheltä. Koe suoritettiin kuitenkin hyvin rajatulla ja keinotekoisella alueella, jolla merimetson saalistuspaine oli hyvin korkea (Oskarshamnin ydinvoimalan jäähdytysvesialtaassa). Raportissa myös todetaan, että koe ei todennäköisesti edusta luonnonoloissa tapahtuvaa merimetson saalistuskäyttäytymistä (Fiskeriverket 2006).



**Kuva 6.17.** Kalaverkon osia Vaasan edustan Sommarögrundin merimetsokoloniassa osoittaa, että merimetsot välillä saattavat käydä verkoilla ja saattavat aiheuttaa niissä pyydysvahinkoja. Tosin, merimetsot keräävät pesämateriaaliksi rannoilta monenlaista roskaa, narua ja kaapeleita. Kuva Mats Westerbom.

### Kiitos

Kiitämme Gullö gårdia, Fiskars Oyjtä, Metsähallitusta, Raaseporin kaupunkia, Naantalın kaupunkia, Turun kaupunkia ja Rauman kaupunkia kalastus- ja tutkimusluvista. Jarno Aaltoselle kiitos avusta tutkimuksen suunnittelusta ja toteutuksesta Rauman alueella.

## 6.5. Työpakettin 3 viitteet

- Bildsøe, M., Jensen, I.B. & Vestergaard, K.S. 1998. Foraging behaviour of cormorants *Phalacrocorax carbo* in pound nets in Denmark: The use of barrel nets to reduce predation. *Wildlife Biology* 4: 129–136.
- Bregnballe, T. & Frederiksen, M. 2006. Net-entrapment of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in relation to individual age and population size. *Wildlife Biology* 12(2): 143–150. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[143:NOGCPC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[143:NOGCPC]2.0.CO;2)
- Engström, H., Musil, P. & Russell, I.C. 2012. Indicators of Cormorant damage. Carss, D., Parz-Gollner, R. & Trauttmansdorff, J. (ed). *The INTERCAFE Field Manual Research methods for Cormorants, fishes, and the interactions between them*. NERC Centre for Ecology & Hydrology. 143s.
- Fiskeriverket 2006. Kartläggning av för skarvskador speciellt utsatta fisken och skarvens effekter på ekosystemet. 9 s.
- Gagnon, K., Yli-Rosti, J. & Jormalainen, V. 2015. Cormorant-induced shifts in littoral communities. *Marine Ecology Progress Series* 541: 15–30. doi: 10.3354/meps11548
- Lunneryd, S.G. 2001. Fish preference by the harbour seal (*Phoca vitulina*), with implications for the control of damage to fishing gear, *ICES Journal of Marine Science* 58(4): 824–829, <https://doi.org/10.1006/jmsc.2001.1073>
- 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. <https://doi.org/10.7557/3.2735>
- Königson, S., Lunneryd S.-G., Stridh, H. & Sundqvist, F. 2009. Grey seal predation in cod gillnet fisheries in the central baltic sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 42. doi:<https://doi.org/10.2960/j.v42.m654>
- Muuri, L. 2018. Merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamat haitat kalankasvatukselle itäisellä Suomenlahdella. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti nro 389/2018.
- Salmi, J., Salmi, P. & Moilanen, P. 2010. Ammattikalastus ja merimetso: Merestä elantoon hankkivien näkemyksiä. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 1/2010. 18 s.
- Strömberg, A., Lunneryd, S.-G. & Fjälling, A. 2012. Mellanskarv – ett problem för svenskt fiske och fiskodling? *Aqua reports* 2012:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 31 s.
- Söderkultalahti, P. & Rahikainen, M. 2022. Kaupallisten kalastajien ilmoittamat hylkeiden ja merimetsojen aiheuttamat saalisvahingot 2021. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 28/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 17 s.
- Svels, K., Salmi, P., Mellanoura, J. & Niukko, J. 2019. The impacts of seals and cormorants experienced by Baltic Sea commercial fishers. *Natural resources and bioeconomy studies* 77/2019, 48s

## 7. Merimetson aiheuttamat vauriot pyydyksissä oleville kaloille

*Camilla Ekblad<sup>2</sup>, Juhani Hopkins<sup>1</sup>, Veijo Jormalainen<sup>2</sup>, Toni Laaksonen<sup>2</sup>, Roope Lehmonen<sup>1</sup>, Mikko Olin<sup>1</sup>, Antti Ovaskainen<sup>1,2</sup>, Mats Westerbom<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus

<sup>2</sup> Turun yliopisto

### 7.1. Johdanto

Työpaketin tarkoituksena oli tutkia merimetsojen aiheuttamia suoria vahinkoja rysäkalastuksessa. Tutkimus on hyvin ajankohtainen, sillä uusi luonnonsuojelulaki astui voimaan 1.6.2023, ja sillä tulee olemaan suoria vaikutuksia siihen, miten eläinten tuottamia vahinkoja kaupalliselle kalastukselle voidaan torjua. Tällä hetkellä merimetsoa pidetään pahimpana haittaa aiheuttavana lintuna kaupalliselle kalastukselle, ja sen aiheuttamien haittojen torjunta tulee toimimaan pohjana mahdollisten tulevien ongelmalajien, esimerkiksi harmaahaikaran, kohdalla.

Vuonna 2022 rysäkalastus Suomen merialueilla tuotti yli 5,5 miljoonaa kilogrammaa kalaa, mikä vastasi noin 6,6 % kaikesta kaupallisesta merikalastuksesta ja oli arvoltaan yli 4,7 miljoonaa euroa (Luonnonvarakeskus 2022a). Jos troolauksen pääsaaliita, silakkaa ja kilohailia, ei lasketa mukaan, rysäkalastus tuotti 56 % kaikesta kaupallisesta saaliista merialueilla. Monen lajin, kuten lohen, kuoreen, lahnan ja särjen, osalta yli 80 % kaikesta kaupallisesta merisaaliista tuli rysistä (Luonnonvarakeskus 2022b). Rysillä pyydystettyjen kalojen kokonaismäärä on noussut merkittävästi 1980-luvulta, ja onkin perusteltua väittää, että hyvin merkittävä osa ruokapöytiin myytävistä luonnonkaloista pyydystetään rysillä. Rysien käyttö on yleistä muualakin Itämeren rannikkoalueilla (Svels ym. 2019).

Rysäkalastus on kohdannut useita haasteita ja epävarmuuksia viime vuosina. Moni kalastaja on siirtynyt käyttämään kalliimpia push-up-rysiä hylkeiden takia, ja lupajärjestelmä on luonut omat haasteensa mm. kalastuskiintiöiden muutosten takia. Monen kalalajin kannat ovat vähentyneet huippuvuosista (Raitaniemi & Sairanen 2021) ja kustannukset ovat nousseet (esim. polttoainekulut). Luonnonsuojelulailla suojellun merimetson pesimäkantojen huomattava kasvu viimeisten 25 vuoden aikana on ollut uusi haaste alalle.

Petoeläimet, kuten merimetsot, voivat heikentää kaupallisen kalastuksen tuottavuutta. Niiden aiheuttamat puremis-, raapimis- ja nokkimisjäljet kaloissa laskevat kalasaaliin markkina-arvoa ja voivat tehdä siitä kokonaan myyntikelvottoman. Saaliin pilaamisen lisäksi petoeläimet voivat haitata kaupallista kalastusta suoraan viemällä kokonaisia kaloja pyydyksistä, säikäyttämällä saaliskalat pyydysten luota tai aiheuttamalla vaurioita pyydyksiin. Lisäksi kalastaja voi petoläinten takia joutua vaihtamaan pyyntipaikkaa tai -aikaa tai tekemään enemmän töitä saman tuloksen eteen (Salmi ym. 2010). Petoeläinten aiheuttamien haittojen koetaan heikentävän ammattikalastuksen tuottavuutta joko laskemalla kalastajien saamia tuloja tai lisäämällä toimintamenoja. Itämeren kaupalliset kalastajat pitävät yleisesti ottaen hylkeitä merimetsoja pahempana ongelmana, mutta merimetsojen haittojen vakavuutta pidetään silti huomattavana (Salmi ym. 2010, Svels ym. 2019).

Rysäkalastuksessa merimetsojen tuottamia ongelmia voivat olla lintujen saalistuskäynnit rysän sisällä, jolloin ne vievät tai vaurioittavat kaloja, sekä kalojen karkottaminen ja säikäyttäminen, jolloin saalista tulee vähemmän tai rysässä olevat kalat voivat vaurioitua verkkohavasta vasten.

Vuonna 2010 tehdyssä kaupallisten kalastajien haastattelututkimuksessa (Salmi ym. 2010) yli kolmannes vastanneista ilmoitti havainneensa merimetson aiheuttamia vahinkoja pyydyksessä olevissa kaloissa. Lähes kaikki kalastajat, jotka havaitsivat merimetson aiheuttamia kalavaurioita, ilmoittivat myös saaliinsa taloudellisen arvon alentuneen vaurioiden vuoksi. Arviot taloudellisista haitoista olivat keskimäärin 3 800 euroa/kalastaja/vuosi. Kaupalliset kalastajat raportoivat kokonaishaittojen olevan sitä yleisempiä, mitä lähempänä merimetsoyhdyskuntaa pyyntialue oli. Koska merimetsoja löytyy usein hukkuneena kalastajien pyydyksiin (esim. Bregnballe & Frederiksen, 2006, Olin ym. 2021), on selvää, että merimetsot käyvät pyydyksillä ja aiheuttavat haittaa. Haittavaikutusten suuruuden todentaminen pelkkien haastattelututkimusten perusteella on kuitenkin epävarmaa eikä välttämättä kuvaa ongelman todellista kokoa tai laajuutta.

Vuonna 2021 vajaa kymmenes merialueen kaupallisista kalastajista raportoi saalisilmoituksen yhteydessä merimetson aiheuttaneen kalastukselle vahinkoa (Söderkultalahti & Rahikainen 2021). Vahingoitettujen kalojen markkina-arvoksi arvioitiin 69 000 euroa ja painoksi yli 32 tonnia, mikä oli noin 28 % enemmän kuin edeltävänä vuonna. Samana vuonna pyydystettiin 97 000 tonnia kalaa, jonka tuottaja-arvo oli 28 miljoonaa euroa. Pääosa vahingosta kohdistui ahveniin (56 000 euroa vahinkoa, saaliin tuottaja-arvo 1,8 miljoonaa euroa). Todellinen vahinko lienee raportoitua suurempi, sillä saalistilastoihin ei kirjata petojen läsnäolon vaikutuksesta toteutumatta jäänyttä pyyntiä tai pyydyksistä kadonneita kaloja eikä saalistetusta kalasta välttämättä jää jäännöksiä pyydykseen (Söderkultalahti & Rahikainen 2021). Lisäksi vahinkojen raportointi on vapaaehtoista eikä kaikista vahingoista siten tule ilmoituksia. Kalastuksen tilastoruuduittain tarkasteltuna ilmoitettujen vahingoittuneiden kalojen osuus kaikesta saaliista oli vähäinen. Enimmillään osuus oli tyypillisesti muutamia prosentteja vuotuisesta kokonaissaaliista. Saalisvahingot painottuivat erityisesti kevääseen, alkukesään ja merimetsojen syysmuuton yhteyteen.

Merimetsojen torjunta on painottunut alueen kannan vähentämiseen mm. hävittämällä pesiä, öljymällä munia tai karkottamalla lintuja (esim. Svells ym. 2019, Louhisalmi ym. 2022, Salmi ym. 2023) ja pienemmässä määrin pyyntimenetelmien suojaamiseen linnuilta (esim. Cornélisse & Christensen 1993, Dieperink 1995, Salmi ym. 2010). Lainvastaisiakin pesien hävityksiä on tapahtunut (Rusanen 2014). Moni kalastaja on myös vaihtanut pyyntitapaa tai -aikaa vähentääkseen merimetsosta aiheutuvaa haittaa (Salmi ym. 2023). Esimerkiksi pyydysten asettamista syvempään veteen tai suojaverkkoja on kokeiltu (Salmi ym. 2023).

Merimetsojen suorien vaikutusten systemaattisesti tutkitun tiedon vähäisyys vaikeuttaa suuresti saalisvahinkojen laajuuden arviointia. Epäsuoria vaikutuksia, esimerkiksi vaikutuksia kalakantoihin, on tutkittu laajasti (esim. Veneranta ym. 2020, Heikinheimo ym. 2021, Ovegård ym. 2021). Eri lähteistä löytyy runsaasti tutkimuksia, joissa suorien vahinkojen määrää on arvioitu kalastajien haastattelujen perusteella (esim. Engström 1998, Salmi ym. 2010, Söderkultalahti & Rahikainen 2021), mutta hyvin vähän sellaisia, joissa asiaa olisi tutkittu systemaattisesti tai suoraan, eli seuraamalla tilannetta pyydyksellä. Ainoat löydetty tutkimukset koskivat merimetsojen vaikutusta avorysäkalastuksessa (esim. Bildsøe ym. 1998). Näissä tulos oli, että merimetsot voivat tyhjentää peittämättömän avorysän hyvin nopeasti. Vesiviljelyn osalta aihetta on

tutkittu enemmän, ja on tiedossa, että linnut, merimetso mukaan lukien, vievät kaloja viljelyal-  
taista (esim. Lekuona 2002). Linnun kannalta tuskin on merkittävää eroa esimerkiksi avorysän  
ja peittämättömän viljelykassin välillä, joten vesiviljelystä saadut tiedot ovat todennäköisesti  
suuntaa antavia myös joidenkin rysätyyppien kohdalla. Ilman objektiivista tutkimusta aiheesta  
on mahdotonta päätellä ongelmien laajuutta, merkittävyyttä tai aiheuttajaa.

### 7.1.1. Tutkimuksen tavoitteet

Tämän työpaketin tavoitteena oli tutkia luonnonsuojelulla rauhoitettujen lintujen aiheutta-  
mia suoria vahinkoja rysäkalastukselle (Kuva 7.1). Tutkimuksessa verrattiin avorysää, pohja-  
rysää ja push-up-rysää. Tutkimuksessa selvitettiin kameraseurannan avulla etenkin, 1) kuinka  
usein merimetsot kalastavat eri rysätyypeillä, 2) kuinka paljon kalaa merimetsot vievät eri ry-  
sätyypeistä sekä 3) voidaanko vahinkojen määrää ennustaa alueen, saalistettavan lajin ja pyy-  
dystyyppin perusteella tai sen perusteella, missä pyydykset sijaitsevat suhteessa merimetsoko-  
lonioihin. Tutkimuksessa käytettiin ympäri vuorokauden kuvaavia kameroita 15 rysän luona,  
joten videomateriaalia kertyi satoja vuorokausia. Kameraseurannan lisäksi hyödynnettiin EU-  
TIKE-seurannan tuottamaa aineistoa.

Tutkimuksessa selvitettiin vain suoria vaikutuksia, joten tulosten perusteella ei voida tehdä  
päätelmiä esimerkiksi merimetsojen vaikutuksesta alueen kalakantaan.

## 7.2. Aineisto ja Menetelmät

### 7.2.1. Rysäkalastus ja kameraseuranta



**Kuva 7.1.** Rysän perusrakenne. Kuvassa avorysä. Kuva: Sanna Kuningas

Työpaketti toteutettiin yhteistyössä seitsemän kaupallisen kalastajan ja Turun yliopiston Saa-  
ristomeren tutkimuslaitoksen kanssa yhteensä 15 rysällä vuosina 2022 ja 2023 (5 rysää ja 3  
kalastajaa v. 2022, 10 rysää ja 7 kalastajaa v. 2023). Kalastajat pitivät kirjaa (Liite 1) saaliistaan,  
saalisvaurioista ja pyydyksillä havaittujen merimetsojen määristä. Kesä-lokakuussa 2022

kameratarkkailu pilotoitiin yhteistyössä kolmen rysäkalastajan kanssa ja keväällä 2023 kameratarkkailu toteutettiin laajemmin (7 rysäkalastajaa ja Seilin koerysä). Vuonna 2022 kameraseuranta kattoi pääosan ajasta 1.6–23.10. Vuonna 2023 kuvaus kattoi varhaisemman ajan: 14.4.–1.7. ja 13.7.–27.8 (Taulukko 7.1). Rysille asennettiin jatkuvatoimiset videovalvontakamerat, jotka kuvasivat rysää ja sen välitöntä ympäristöä vuorokauden ympäri. Kamerat olivat kulakin rysällä vaihtelevia ajanjaksoja (vaihteluväli 10–85 päivää), keskimäärin 45 päivää. Itsenäisesti toimivat ja pinnalla kuvaavat kamerajärjestelmät oli varustettu aurinkopaneelilla sekä omalla akulla. Yhteydenotto ja kameroiden hallinta tapahtui 3–4G verkon välityksellä, jolloin kameroiden kuvavirtaa voitiin valvoa ja tarvittaessa kontrolloida. Kamera- ja tiedonsiirtotekniikka on kuvattu yksityiskohtaisemmin luvussa 5.

**Taulukko 7.1.** Seurantarysät. Rysä = ID, Avo = avorysä, Pohja=pohjarysä, PU=Push-up-rysä. Pvm = seurantapäivät, Päiviä = tulkittuja päiviä, Etäisyys (m) = etäisyys lähimpään merimetsokoloniaan, Pesä 5 km = Merimetsön pesä 5 km säteellä, Paine 5 km = "merimetsöpainne" (katso 2.4.1).

Rysä	Pvm	Vuosi	Sijainti	Päiviä	Etäisyys (m)	Pesä lähi-koloniassa	Pesä 5 km	Paine 5 km
<b>AVORYSÄT</b>								
Avo1	1.6.–6.7.	2022	Uusikaupunki	7	5 327	795	0	0
Avo2	29.4.–10.6.	2023	Turku	8	3 819	915	1 739	448,4
Avo3	28.4.–28.5.	2023	Uusikaupunki	6	2 352	492	492	209,2
Avo4	28.4.–27.5.	2023	Uusikaupunki	6	3 161	492	492	155,7
Avo5	26.5.–1.7.	2023	Turku	7	2 970	915	1 739	308,1
Avo6	7.6.–4.7.	2023	Uusikaupunki	6	8 849	492	0	0
<b>POHJA-RYSÄT</b>								
Pohja1	15.7.–18.9.	2022	Rauma	12	4 052	235	235	58
Pohja2	15.7.–21.9.	2022	Rauma	12	5 641	235	0	0
Pohja3	14.4.–19.5.	2023	Rauma	7	5 602	6 830	0	0
Pohja4	15.4.–20.5.	2023	Rauma	7	4 180	6 830	6 830	1 634
Pohja5	8.6.–14.6.	2023	Merikarvia	3	7 171	504	0	0
Pohja6	12.5.–10.6.	2023	Vaasa	6	15 745	1 700	0	0
<b>PUSH-UP-RYSÄT</b>								
PU1	14.9.–29.9.	2022	Loviisa	4	4 141	90		21,7
PU3	25.5.–30.6, 13.7.–27.8.	2023	Loviisa	15	7 511	10	0	0
PU2	17.8.–17.10.	2022	Loviisa	11	3 028	90	90	29,7

## 7.2.2. Tutkimusalueet ja rysätyypit

Tutkimusrysät valittiin yhteistyöhön halukkaiden kalastajien joukosta niin, että aineistoa saataisiin kattavasti koko Suomen rannikolta. Rysäpaikkojen valinnassa huomioitiin merimetsöjen pesimäkolonioiden sijainti siten, että mukaan tuli sekä mahdollisimman lähellä että kauempana kolonioita sijaitsevia rysäitä. Seurattavien rysien oli myös sijaittava riittävän lähellä rantaa, jotta videomateriaalista pystyi erottamaan merimetsöjen sukellukset ja saaliit, ja rannalla oli oltava videokameran asennukseen soveltuva paikka ja riittävä 4G-mobiiliverkkokattavuus. Seurantarysiä oli molempina vuosina Raumalla, Uudessakaupungissa ja Loviisassa. Vuonna 2023 rysäitä seurattiin lisäksi Vaasassa, Merikarviolla ja Turussa. Alueellisen ja ajallisen

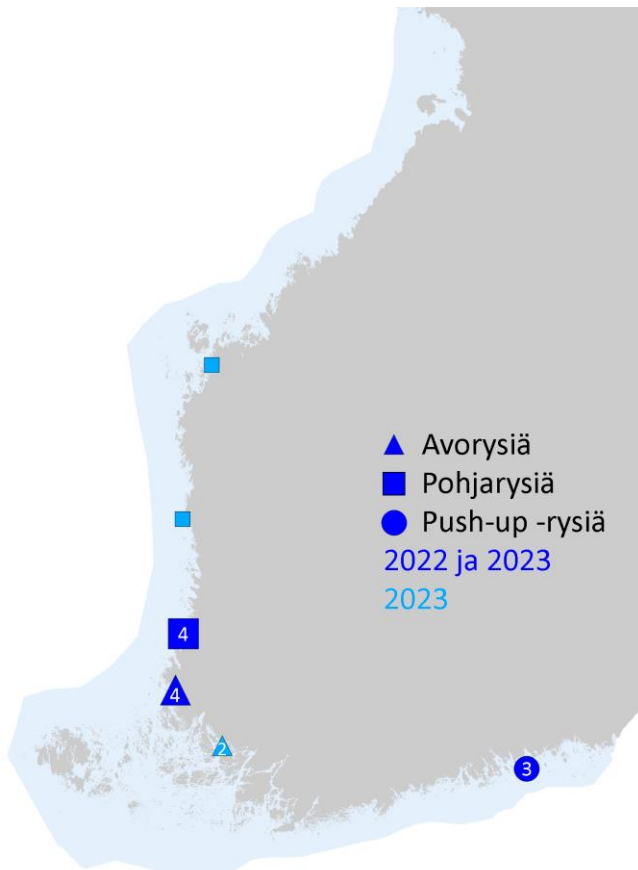
kattavuuden ja eri rysätyyppien mukanaolon vuoksi aineiston voidaan katsoa edustavan riittävän kattavaa otosta Suomen rannikon rysistä eli tutkimuksen tulokset ovat yleistettävissä rannikon rysäkalastukseen.

Työpaketissa käytetyt rysät olivat kolmea eri tyyppiä, avorysiä, pohjarysiä ja push-up-rysiä. Rysä on lieriömäinen kalapyydys, jossa vanteiden ympärillä on havaskerros. Rysä koostuu suppilonmuotoisesta nielusta, välipesästä ja rysän perällä olevasta kalapesästä. Nielu estää kaloja uimasta ulos pyydyksestä sen jälkeen, kun ne ovat uineet pyydyksen sisälle. Nielusta läpi uituaan kalat kulkeutuvat välipesään ja siitä edelleen uuden nielun kautta rysän perälle kalapesään, josta ne saadaan kerättyä talteen. Pyydyksessä voi olla vaihteleva määrä välipesiä, joita nielut erottavat toisistaan.

Rysissä on tyypillisesti rysän suuaukosta lähtevä aitaverkko, joka ohjaa kalat pyydykseen. Rysässä voi olla myös potkut/siivet, eli aitaverkkorakennelmat, jotka tehostavat kalojen ohjautumista pyydykseen. Paunetit eli avorysät ovat rysiä, joiden perässä on ylhäältä avoin kelluva kalapesä. Kalapesä ei siis ole tällaisissa rysissä yläpuolelta suojattu. Avorysillä pyydystetään usein pelagisia parvikaloja kuten silakkaa ja kuoretta. Isorysät/pohjarysät ovat pohjaan tai väliveteen asennettavia rysiä, joilla pyydystetään pohjan lähellä olevia kaloja, kuten ahventa, kuhaa, madetta ja särkikaloja. Pohjarysässä rysän kalapesää ympäröi kokonaan verkkohavas. Push-up-rysässä kalapesän alla on ponttonit, jotka täytetään ilmalla kompressorin avulla, jolloin kalapesä saadaan nostettua pinnalle ja rysä tyhjennettyä (Kuva 7.2). Push-up-rysänsä kalapesässä on kestävästä dyneemasta valmistettu kaksikerroksinen havas, joka tehostaa saaliskalojen suojaamista vahinkoa aiheuttavilta eläimiltä, erityisesti hylkeiltä. Push-up-rysäällä pyydytetään erityisesti lohta ja siikaa.



**Kuva 7.2.** Koettavana oleva push-up-rysä. Kuva: Esa Lehtonen.

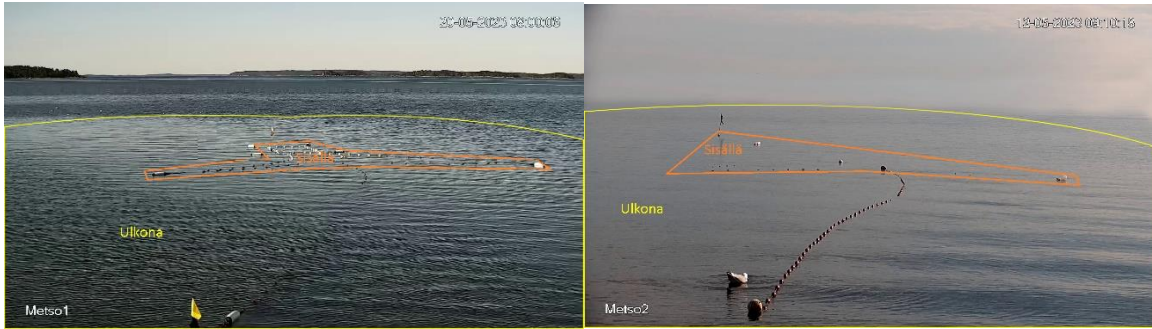


**Kuva 7.3.** Videoseurantarysiä sijainnit. Tummansinisellä merkityissä paikoissa rysiä oli seurannassa sekä 2022 että 2023, vaaleansinisellä vuonna 2023. Eri symbolit kuvaavat eri rysätyyppejä, ja isommat symbolit useampaa rysää samalla alueella.

### 7.2.3. Videomateriaalin tulkinta

Kuvatusta videomateriaalista katsottiin ja analysoitiin suuren datamäärän takia joka kuudes vuorokausi kultakin rysältä. Kuvamateriaalista analysoitiin erikseen jokaiselta havaintotunnilta suurin rysällä samanaikaisesti olevien merimetsojen lukumäärä, merimetsojen sukellusten lukumäärä sekä havaitut onnistuneet saalistukset. Saalistus laskettiin onnistuneeksi, jos merimetsolla nähtiin kala nokassa tai jos lintu oli nielemässä tai juuri niellyt kalan. Merimetsot nielevät kalat kokonaisina. Videoilta havaittiin, että nielemistä edeltää merimetsoilla usein tunnusomainen käyttäytyminen, jossa lintu nostaa pään ylös sekä tekee nykiviä nielemisliikkeitä. Videomateriaalia katsoessa havaittiin, että isokokoisempi kala voi jäädä hetkeksi merimetsan kurkkuun, jolloin kurkku on silminnähtävän paksumpi. Sukellukset jaettiin rysän sisällä ja sen ulkopuolella tapahtuviin. Kameroiden kuva kattoi rysiä ulkopuolelta vaihtelevasti eri rysillä, joten vain rysän sisällä tapahtuneet saalistukset ovat vertailukelpoisia rysiä välillä. Merimetsohavaintojen lisäksi kirjattiin sää- ja havainto-olosuhteet (pilvisuus, sade, näkyvyys ja aallokko).

Kuva 7.4. esittää oransseilla viivoilla alueet, joiden sisällä tapahtuvat sukellukset on laskettu rysän sisällä oleviksi sukelluksiksi. Oranssin ja keltaisten viivojen välillä tapahtuvat sukellukset laskettiin rysän ulkopuolella tapahtuviksi sukelluksiksi. Rysän ulkopuolella havaitut sukellukset laskettiin saalistusyrityksiksi, mikäli merimetsa nousi sukelluksen jälkeen pintaan rysän puolelta sisäpuolelle. Myös sukellukset, joissa merimetsa sukelsi rysän ulkopuolelta rysää kohti, mutta tuli takaisin pintaan rysän vastakkaisella puolella, tulkittiin sisällä oleviksi.



**Kuva 7.4.** Kaksi videoseurannan kohteena ollutta rysää. Kuvat ovat kuvakaappauksia nauhoitetusta videomateriaalista. Kuvakaappauksiin on jälkikäteen piirretty keltaiset viivat tarkkailualueen ja oranssit viivat rysän mittojen havainnollistamiseksi.

Videomateriaalin laatu vaihteli eri rysillä ja eri päivinä. Haasteita aiheuttivat valo-olosuhteet, tuuli, aallokko sekä joissain tapauksessa kuvakulma ja kameran etäisyys rysästä. Hankkeessa käytettiin kahdenlaisia kameroita. Rysien kuvaamiseen hyödynnettiin pääasiassa suurempaan optiseen suurennukseen kykeneviä valvontakamerajärjestelmiä. Vuonna 2023 käytettiin lisäksi kalankasvatustaloksien ja verkkokokeiden seurantaan käytettyjä, pienempikokoisia ja pienemmän optisen suurennuksen omaavia valvontakamerajärjestelmiä.

Pienemmän optisen suurennuksen omaavien kamerajärjestelmien nauhoittama videomateriaali oli heikkolaatuisempaa, mikä vaikeutti merkittävästi havaintojen tekemistä. Pienemmän optisen suurennuksen omaavat kamerajärjestelmät soveltuivat kuitenkin riittävän hyvin lähellä rantaa (etäisyys joitain kymmeniä metrejä) sijaitsevien rysien kuvaamiseen. Muutamissa tutkimuskohteissa jouduttiin kuitenkin hyödyntämään näitä pienemmän suurennuksen omaavia kameroita kauempana sijaitsevien tutkimusrysiä kuvantamiseen. Pimeässä lintujen havainnointi oli haastavaa, mutta myös kirkas vastavalo vaikeutti havainnointia. Erytisen tuulisina päivinä tuuli saattoi aiheuttaa liikettä kameraan ja kameratankoon, mikä vaikeutti havaintojen tekemistä ja havaintojen varmuutta. Myös kovan aallokon havaittiin vaikeuttavan lintuhavaintojen tekemistä ja lintujen käyttäytymisen seuraamista. Kameran kuvakulma ja etäisyys rysästä vaikuttivat myös havainnointitarkkuuteen. Joinakin tunteina kamera oli siirtynyt kuvaamaan vinoon, niin että koko rysä ei näkynyt kuvassa. Joissakin kohteissa rysät olivat niin kaukana kamerasta, ettei nauhoitetusta kuvamateriaalista voinut nähdä varmuudella, saivatko merimetsoit saaliita vai eivätkö saaneet.

Lintulajit pystyttiin kuitenkin pääosin määrittämään kuvista, vaikkakaan lokkeja ei aina voitu määrittää lajilleen. Jos otantapäivän sääolosuhteet tai videon laatu tekivät havainnoinnista epäluotettavan, analysoitiin tätä päivää lähinnä oleva päivä, jossa materiaali oli riittävän laadukasta. Merimetsojen sukellukset saatiin laskettua valtaosasta materiaalia. Joissakin tutkimuskohteissa etäisyyden ja sääolosuhteiden yhteisvaikutus teki ajoittain kuitenkin myös sukellusten havainnoinnista mahdotonta. Onnistuneiden saalistusten määrää sitä vastoin oli usein mahdoton arvioida, sillä tämä olisi vaatinut erinomaisia kuvaolosuhteita ja kameran sijaintia suhteessa kuvattavaan kohteeseen. Tässä raportissa käytetään vahinkojen mittaamiseen merimetsojen sukellusten lukumäärää yksikkönä, koska se oli luotettavimmin laskettavissa. Onnistuneet saalistukset pystyttiin kuitenkin arvioimaan luotettavasti joinakin vuoro-kausina ja tunteina. Näiden tuntien saalismäärien perusteella arvioitiin rysäkohtaiset onnistumisprosentit. Suhteuttamalla onnistumisprosentit sukellusten määriin pystyttiin arvioimaan saaliiksi saatujen kalojen määrää.

Rysien kameraseurannassa mukana olleet yhteistyökaloastajat keräsivät lintujen vahingoittamia kaloja saalisnäytteiksi sekä pitivät kirjaa (Liite 1) saaliistaan, saalisvaurioista ja pyydyksillä ha-  
vaintujen merimetsojen määristä. Kaloastajat pakastivat saalisnäytteet (tavoite 10 kalaa/kalo-  
astaja, yhteensä 31 näytettä) ja Turun yliopiston tutkimushenkilöstö nouti näytteet. Vaurioista  
otettiin aiheuttajan varmistamiseksi myös DNA-näytteet, joiden analyysiä ei ehditty tekemään  
projektin keston puitteissa.

#### **7.2.4. EU-tiedonkeruun näytteenotto kaupallisen kalastuksen saaliista**

Työpaketissa hyödynnettiin kalatalouden EU-tiedonkeruunohjelman (EU-TIKE) saalisnäytteen-  
otosta tullutta materiaalia. Osana merialueen kaupallisen kalastuksen biologisen tiedon ke-  
ruunohjelmaa ([https://www.luke.fi/fi/seurannat/kalatalouden-tiedonkeruu/kalatalouden-tie-  
donkeruu-kuvaus](https://www.luke.fi/fi/seurannat/kalatalouden-tiedonkeruu/kalatalouden-tie-<br/>donkeruu-kuvaus)) taloudellisesti tärkeimpien kalalajien kalastuksesta haetaan säännöllisesti  
saalisnäytteitä, joista kirjataan muiden tietojen (mm. pituus, paino, sukupuoli, sukukypsyys,  
ikä ja kasvu) ohella myös petojen aiheuttamat vauriot saaliskaloille. Saalisnäytteenotto on osi-  
tettu ICES-alueittain, vuosineljänneksittäin ja pyydyksittäin.

Vuodesta 2018 vuoden 2023 syyskuuhun rannikon kaupallisesta verkko- ja rysäkalastuksesta  
otettiin yhteensä 697 kalanäytettä (91 671 yksilöä), joista tutkittiin kaupallisesti tärkeiden la-  
jien (ahven, hauki, kuha, lohi, meritaimen, siika, silakka ja turska) osalta petojen aiheuttamat  
vauriot. Osana tässä raportissa esitettyä hanketta vuosina 2022 ja 2023 (211 näytettä, 31 274  
yksilöä) tutkittiin petojen aiheuttamat vauriot myös muiden lajien osalta (kuore, made, särki-  
kalat). Näytekalosta tutkittiin purema- ja raapimisjäljet ja, jos mahdollista, pääteltiin niiden  
aiheuttaja (hylje, lintu tai merimetso). Mikäli aiheuttajaa ei ollut mahdollista määrittää kirjat-  
tiin yleisesti vain purema- tai raapimisjälki. Jo arpeutuneet purema- tai raapimisjäljet merkit-  
tiin erikseen.

Tähän tutkimukseen sisällytettiin vain sellaiset vauriot, jotka voisivat olla merimetson aiheut-  
tamia (merimetson aiheuttamaksi tunnistetut, linnun aiheuttamat sekä tunnistamattomat ja  
arpeutuneet purema- tai raapimisjäljet). Ajankohtaa rajattiin niin, että huomioitiin vain maalisi-  
kuulta syyskuulle kerätyt näytteet, koska silloin rannikolla on runsaasti merimetsoja (näyttei-  
den n=481, 59 672 kalayksilöä). Yhden näytteen kalojen yksilömäärä vaihteli 1–370 välillä  
(keskimäärin 49,5, mediaani 24). Yhteen näytteeseen kuului kaikki pyydyksestä saadut kalat,  
eli lajeja voi olla useampia. Näytteistä 232 oli rysiltä (41 092 yksilöä) ja 249 verkoista (18 580  
yksilöä). Rysät jaoteltiin edelleen avorysiin (silakka- tai siikarysiin), pohjarysiin ja push-up-ry-  
siin.

Tarkastelusta jätettiin pois lajit, joiden yksilömäärä oli pieni (n=1–10, yht. 19 yksilöä). Nämä  
lajit olivat kuore, mustatäplätokko, made, säyne, turska ja vimpa. Kirjolohi ja lohi yhdistettiin  
meritaimenen kanssa ryhmään 'lohikalat'. Taulukossa 7.2 on esitelty tarkastelussa mukana  
olevat lajit ja yksilömäärät. Jokaisesta näytteestä oli ilmoitettu kalojen keskipituus sekä pie-  
nimmän ja suurimman kalan pituus.

**Taulukko 7.2.** EU-tiedonkeruun yhteydessä kerätyt ja tässä tarkastelussa mukana olevat kalalajit ja niiden kokonaisuusilömäärät. Näytteet on eroteltu lajikohtaisesti, koska yhdessä näytteessä saattoi olla monta lajia.

Saalislaji	Tieteellinen nimi	Lahko/heimo	Yksilöitä	Lajinäytteitä	Keskipituus (mm)	Pituuden keskihajonta
Silakka	<i>Clupea harengus</i>	Sillit	27 617	154	165	19
Ahven	<i>Perca fluviatilis</i>	Ahvenet	14 171	353	251	47
Siika	<i>Coregonus lavaretus</i>	Lohet	7 447	183	337	76
Kuha	<i>Sander lucioperca</i>	Ahvenet	6 839	197	379	68
Lahna	<i>Abramis brama</i>	Särkikalat	1 702	72	306	85
Särki	<i>Rutilus rutilus</i>	Särkikalat	1 274	76	227	52
Hauki	<i>Esox lucius</i>	Hauet	492	133	583	112
Lohikalat	Salmoniformes	Lohikalat	111	32	562	130
Meritaimen	<i>Salmo trutta</i>	Lohet	105	26	-	-
Lohi	<i>Salmo salar</i>	Lohet	5	5	-	-
Kirjolohi	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Lohet	1	1	-	-
Yhteensä	-	-	59 653	1 200	-	-

### 7.2.5. Vaurioituneiden kalojen esiintyvyyden ennustaminen mallintamalla

Yhtenä työpaketin tavoitteena oli ennustaa vaurioiden esiintyvyyttä merimetsokolonioiden sijainnin perusteella. Työpaketissa mallinnettiin merimetsokolonioiden sijaintien ja pesämäärien vaikutusta vahingoittuneiden saalisalojen osuuteen kokonaissaaliista. Mallinnuksessa hyödynnettiin Suomen ympäristökeskuksen suorittamia merimetsojen pesimälaskentatietoja, tässä työpaketissa kerättyjä saalisvahinkotietoja ja EU-tiedonkeruun tietoja.

Suomen ympäristökeskus seuraa Suomen merimetsokantaa. Osana seurantaan tehdään arvioita kolonioiden sijainnin vaikutuksista sekä seurataan merimetsan pesintää, esim. vuosittaista pesämäärää. Kaikki Suomen merimetsokolonioiden sijainnit tunnetaan (Suomen ympäristökeskus 2023).

### 7.2.6. Mallien parametrit

Jokaisesta seurantarystä ja EU-TIKE-näytteestä laskettiin etäisyys lähimpään asuttuun merimetsokoloniaan sekä merimetsan pesien määrä 5, 10 ja 15 km säteellä pyydyksestä kyseisenä vuotena. Merimetsopaine laskettiin jokaiselle 15 km säteellä pyydyksestä sijaitsevalle kolonialle jakamalla kolonian pesämäärä tarkalla etäisyydellä pyydykseen. Merimetsopaine laskettiin kolmella eri tasolla: merimetsopaine 5, 10 ja 15 km. 5, 10 ja 15 km paineisiin sisältyy paineet kaikista säteen etäisyyden sisään sijoittuvasta kolonioista. Jos kolonioita oli säteen sisällä useampi kuin yksi, merimetsopaine saatiin laskemalla yhteen kolonioiden paineet. Esimerkiksi pyydys, jolla on 100 pesän kolonia 4 km päässä, 30 pesän kolonia 6 km päässä ja 1 200 pesän kolonia 12 km päässä saisi merimetsopaineen arvoiksi 5 km:  $100/4 = 25$ , 10 km:  $100/4 + 30/6 = 30$  ja 15 km:  $100/4 + 30/6 + 1200/12 = 130$ .

Seurantarystilla käytettiin yleistettyä lineaarista sekamallia (GLMM) virhevaihtelun Poisson- ja kaumalla, jossa selitettävänä muuttujana oli sukellusten lukumäärä kunakin havaintopäivänä.

Selittävinä kiinteinä muuttujina olivat edellä mainitut merimetsoparametrit (etäisyys lähimpään koloniaan, pesien määrät 5, 10 ja 15 km säteellä sekä merimetsopaineet 5, 10 ja 15 km säteellä), rysän tyyppi ja havaintokuukausi sekä satunnaismuuttujana yksittäinen rysä. Koska merimetsoparametrit korreloivat voimakkaasti keskenään, niitä tarkasteltiin erikseen. Satunnaismuuttujana käytettiin rysä-ID:tä.

EU-TIKE-aineiston analyysiin käytettiin yleistettyä lineaarista sekamallia (GLMM) binaarisella jakaumalla, jossa selitettävänä muuttujana oli vaurioituneiden kalojen osuus näytteestä. Selittävinä muuttujina käytettiin yllä kuvattuja merimetsoparametreja, pyydyksen tyyppiä (rysä/verkko), vuotta, kuukautta, leveys- ja pituusastetta sekä kalanäytteen kalojen keskokokoa. EU-TIKE-aineistolle kehitettiin pyydyskohtainen yksilöinti, jota käytettiin satunnaismuuttujana näytteen lisäksi. Pyydyksille, joilla oli samat sijaintikoordinaatit ja jotka olivat ominaisuuksiltaan samaa tyyppiä (esim. avorysä, sama verkkokokoo ym.), annettiin sama tunniste. Alle 100 metrin päässä toisistaan sijaitsevat pyydykset tulkittiin samoiksi pyydyksiksi. Tämän määrittelytavan perusteella erillisiä pyydyksiä oli 324 kappaletta.

Koska kaikissa lajeissa ei esiintynyt vaurioita, käytimme tarkastelussa vain lajeja, joissa vaurioita esiintyi säännöllisesti (kuha, ahven ja siika).

## 7.3. Tulokset

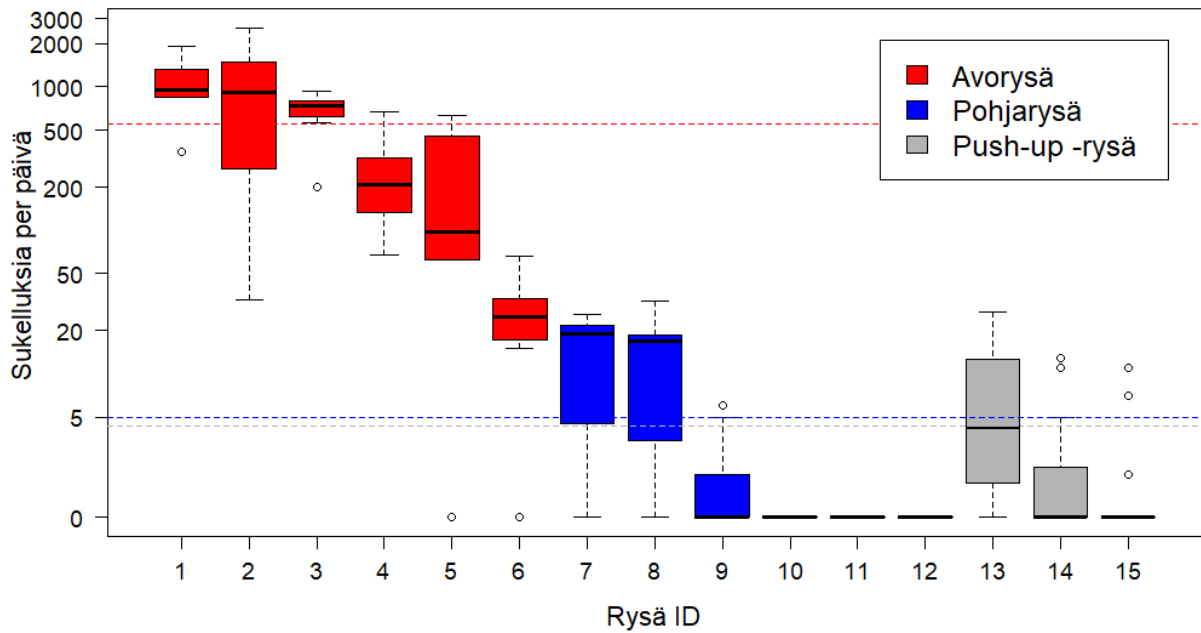
### 7.3.1. Kameraseuranta

Merimetsohavaintoja tehtiin kaikilla paitsi yhdellä rysällä. Merimetsoja kävi seurantarysillä keskimäärin 6,6 tuntina vuorokaudessa, mutta vaihtelu oli suurta, niin rysätyyppien kuin yksittäisten rysien kohdalla. Yhdellä rysällä havaittiin merimetsoja vain kerran, ja muutamalla merimetsoja kävi rysällä säännöllisesti käytännössä jokaisena vuorokauden valoisana tuntina (keskimäärin 18 h/päivä). Suurin määrä merimetsoja sukeltamassa rysässä yhtä aikaa oli 13.

Merimetsot tekivät rysillä keskimäärin 222 sukellusta päivässä (Taulukko 7.3). Rysätyypillä oli keskeinen merkitys merimetsojen saalituksen määrään. Avorysillä kävi huomattavasti enemmän merimetsoja sukeltamassa kuin pohja- ja push-up-rysillä. Keskimääräinen päivittäinen sukellusten määrä oli avorysillä 547 (28–1059), pohjarysillä 5,0 (0–14,6) ja push-up-rysillä 4,3 (1,4–9) (Kuva 7.5). Kahdella rysällä ei havaittu yhtään saalitusyritystä.

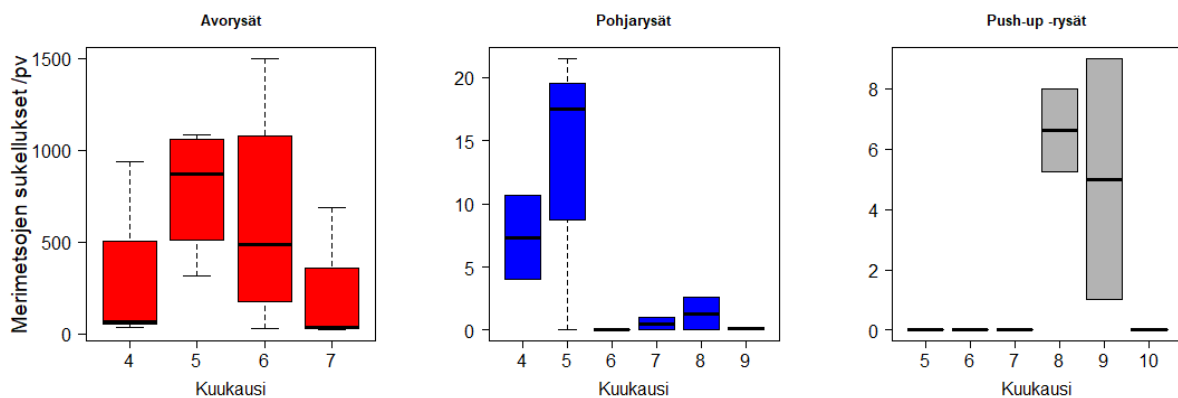
**Taulukko 7.3.** Seurantarysät, niissä saalistaneiden merimetsojen saalistustyrytykset sekä merimetsojen saama laskennallinen kalansaalis, joka on laskettu käyttäen kyseisessä rysässä havaittua onnistumisprosenttia. Rysäkohtaiset onnistumisprosentit on arvioitu niistä päivistä ja tunteista, joina havainto-olosuhteet ovat olleet parhaat mahdolliset. Avorysien keskimääräinen havaittu onnistumisprosentti oli 10,5 %, joten sarakkeessa "10 %" on laskennallinen saaliiden määrä, jos merimetsojen saalistukset yleistetään koko materiaaliin.

	Sukelluksia päivässä	Saaliita päivässä	Onnistuneiden sukellusten osuus	10 %	Kohdelaji
<b>AVORYSÄT</b>					
<b>Avo1</b>	28	9	30,7 %	3	Lahna, ahven, hauki, siika, kuha
<b>Avo2</b>	1 025	113	11,1 %	103	Silakka
<b>Avo3</b>	1 059	54	5,1 %	106	Kuore, ahven
<b>Avo4</b>	274	4	1,5 %	27	Kuore, ahven, särki
<b>Avo5</b>	673	67	10,0 %	67	Lohi, siika, taimen
<b>Avo6</b>	225	11	4,7 %	23	Lahna
<b>Keskiarvo</b>	547	43	10,5 %	55	
<b>POHJA-RYSÄT</b>					
<b>Pohja1</b>	1,33	0	0,0 %	0	Ahven, särki
<b>Pohja2</b>	0,08	0	0,0 %	0	Ahven, särki
<b>Pohja3</b>	14	1	7,2 %	1	Ahven, särki
<b>Pohja4</b>	15	0,14	1,0 %	1	Ahven, särki
<b>Pohja5</b>	0	0	NA	0	Siika, lahna
<b>Pohja6</b>	0	0	NA	0	Ahven, kuha, hauki
<b>Keskiarvo</b>	5,06	0,19	2,1 %	0,33	
<b>PUSH-UP-RYSÄT</b>					
<b>PU1</b>	9	0	NA	1	Lohi
<b>PU2</b>	2,6	0		0	Lohi
<b>PU3</b>	1,40			0	Lohi
<b>Keskiarvo</b>	4,33	0		0,3	



**Kuva 7.5.** Merimetsojen saalistusyritykset (=sukellukset) eri rysätyypeillä. Kukin pylväk kuvaava päiväkohtaisten sukellusten yhteismäärää yksittäisellä seurantarysällä (1–6 olivat avorysiä, 7–12 pohjarysiä ja 13–15 push-up-rysiä). Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä rysän mediaania ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, pois lukien mahdolliset poikkeavat havainnot (outlierit) ( $> 1,5 \times$  kvartiiliväli), jotka on esitetty ympyröillä. Värilliset katkoviivat kuvaavat rysätyypin keskiarvoa. Pystyakselin skaala on logaritminen.

Sukellusten määrä vaihteli kesän mittaan (Kuva 7.6). Seurannan avorysillä pyydettiin huhtikuusta heinäkuuhun. Merimetsojen saalistuspaineen huippu niillä osui toukokuun loppupuolelle. Myös pohjarysissä saalistuspaine oli korkein toukokuussa ja matala heinäkuusta syyskuuhun, pienen huipun osuessa elokuuhun. Push-up-rysiä oli seurannassa toukokuulta lokakuulle, mutta merimetsoja sukelsi rysissä vain elo-syyskuussa. Erityyppisten rysien otantakoon ollessa pieni ja maantieteellisesti rajattu, havaitut vuodenaikaiset erot voivat etenkin pohja- ja push-up-rysiillä ilmentää myös sijainneista aiheutuvaa vaihtelua.

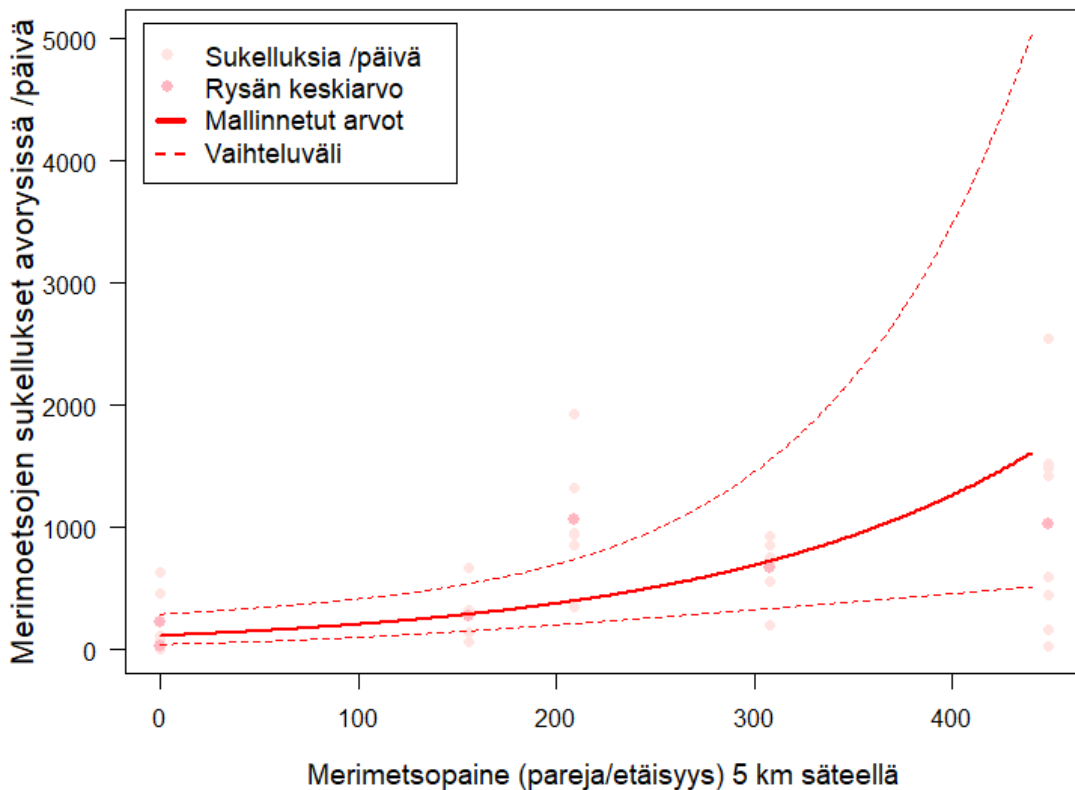


**Kuva 7.6.** Avo- ja pohjarysillä merimetsot sukelsivat aktiivisimmin toukokuussa, mutta push-up-rysiillä sukelluksia oli vain syksyllä. Huom. pystyakselien eri asteikot. Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä, vaakaviiva palkin sisällä rysän mediaania ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa.

Merimetsojen havaittiin käyvän rysillä melko tasaisesti valoisaan aikaan, noin klo 05–21, mutta ei juurikaan yöllä. Vain 0,4 % sukelluksista osui kello 00–03-välille, ja 5 % 21–24-välille.

### 7.3.2. Merimetsokolonioiden etäisyyden ja koon vaikutus sukellusten määriin

Koko aineistoa tarkasteltaessa etäisyys merimetsokoloniaan vaikutti sukellusten määrään niin, että mitä lyhyempi etäisyys rysän ja lähimmän kolonian välillä oli, sitä enemmän sukelluksia rysällä tehtiin (yksikkö = sukelluksia per päivä,  $r^2=0,33$ ,  $p<0,01$ ). Kolonian koolla ei koko aineistoa tarkastellessa ollut merkitystä, mutta avorysien kohdalla, jossa saalistuspaine oli suurin, ”merimetsopaine” eli kolonian parimäärä jaettuna etäisyydellä rysään, selitti vaihtelua sukellusmäärien välillä parhaiten ( $r^2=0,36$ ,  $p<0,01$ , Kuva 7.7).



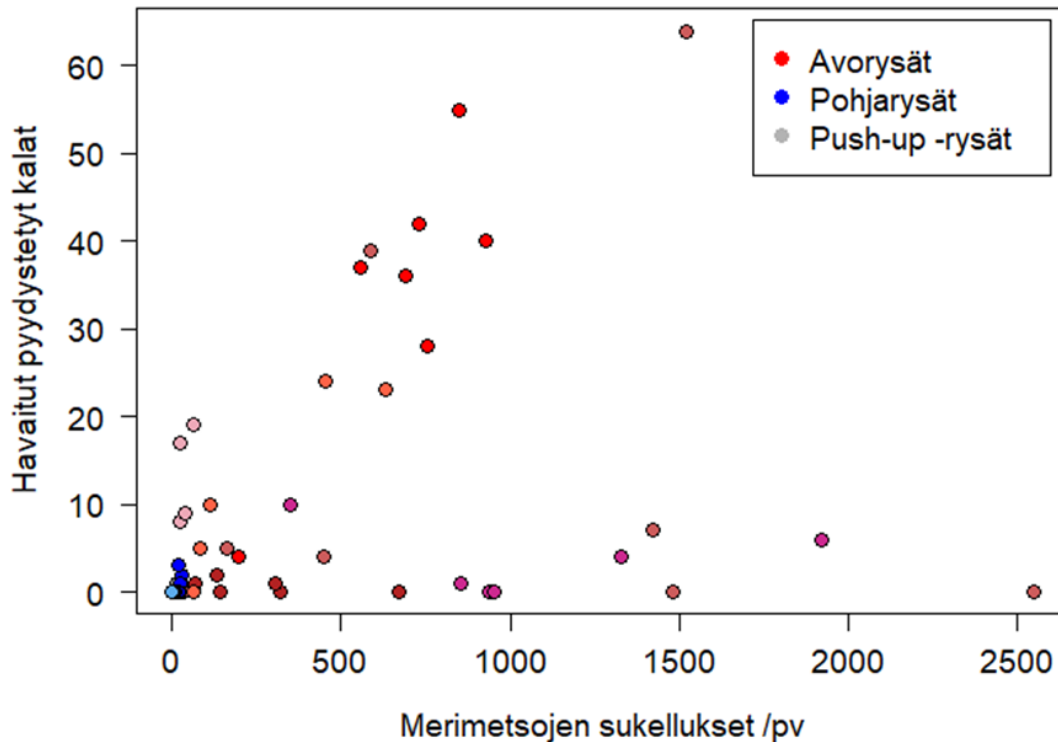
**Kuva 7.7.** Mallinnettu (odotusarvo ja 95 % luottamusväli) ja havaittu päiväkohtainen merimetsojen sukellusten määriä avorysillä. Vaaleat pisteet vastaavat havaittuja päiväkohtaisia sukellusmääriä ja tummat rysäkohtaisia keskiarvoja.

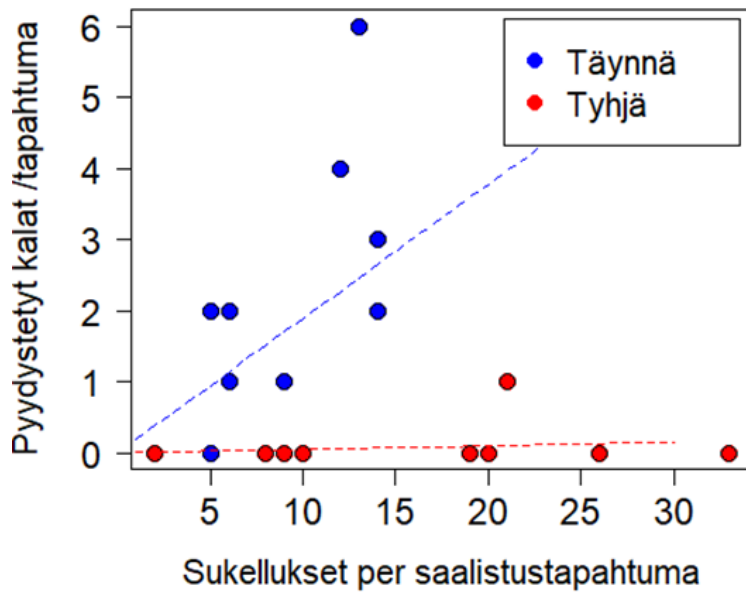
### 7.3.3. Merimetsojen pyydystämien kalojen määrä

Videokuvasta oli ajoittain haastavaa nähdä, onnistuivatko merimetsojen saalistusyritykset vai eivät. Näkyvyyteen vaikuttivat hämäryys, sääolosuhteet (sade, tuuli, aallokko), muut rysällä liikkuvat linnut sekä kuvakulma. Joinakin tunteina joinakin päivinä saalistusyritykset oli mahdollista laskea tarkasti, ja näitä havaintoja käytettiin saalistettujen kalojen lukumäärien arviointiin.

Sekä rysien että merimetsokolonioiden välillä oli huomattavaa vaihtelua onnistuneiden saalistusten määrissä. Merimetsokolonioiden peräkkäiset sukellukset rysällä vaihtelivat yhden ja yli kolmenkymmenen välillä. Silloin kun kalat olivat pieniä, merimetsot saattoivat kalastaa samalla rysävierailulla useamman kalan, mutta suurempia kaloja pyydystäessään ne lopettivat yhden kalan syötyään. Merimetsot saattoivat epäonnistua isokokoisien kalan nielemisessä onnistuneen saalistuksen päätteeksi. Näissä tapauksissa merimetsot saattoivat jatkaa sukeltamista rysällä. Vaurioitunut kala saattoi jäädä kellumaan pinnalle. Merimetsot eivät syöneet jo kuolleita kaloja, mutta lokit hyödynsivät niitä. Merimetsot sukelsivat tyypillisesti kymmeniä

kertoja sellaisissa tapauksissa, joissa onnistuneiden saalistusten osuus oli pieni (Kuva 7.8). Näissä tapauksissa merimetso sai useimmiten 0–2 kalaa. Useita kaloja saaliiksi saaneet merimetsot onnistuivat usein saalistusyrityksissään. Ne saivat kalan usein joka toisella tai joka kolmannella yrittämällä. Suurin havaittu yksittäisen merimetsan kerralla kalastama määrä oli kuusi kalaa.





**Kuva 7.9.** Esimerkkipäivä silakkarysästä, jossa kävi runsaasti merimetsoja. Rysä tyhjennettiin kyseisenä päivänä, ja havainto-olosuhteet olivat useana tuntina erittäin hyvät. Kuvassa on havainnot viideltä tunnilta, joina oli paljon merimetsoja, ja mahdollisimman hyvät havainto-olosuhteet. Kolme tunneista on ennen rysän tyhjennystä, ja kaksi sen jälkeen. Pisteet kuvaavat merimetsojen yksittäisiä saalistustapahtumia, eli tilanteita, joissa yksi tai useampi merimetsokävi rysällä sukeltamassa. Saalistustapahtuma alkoi siitä, kun merimetsokävi laskeutui veteen, ja loppui kun merimetsokävi lähti pois saalistuksen päätyttyä. Jos altaassa sukelsi samaan aikaan useampi merimetsokävi, niitä ei voitu yksilöidä, joten saalistustapahtumat ja saaliit ovat näissä tapauksissa samaan aikaan rysällä sukeltaneiden merimetsojen ja sukellusten yhteismäärä. Siniset pisteet ovat saalistustapahtumia ennen rysän tyhjennystä ja punaiset tyhjennyksen jälkeen. Keskimääräinen onnistumisprosentti oli merimetsokävyillä ennen tyhjennystä 18,9 % (0–46,2 %) ja tyhjennyksen jälkeen 0,5 % (0–4,8 %).

Vähintään yhdessä rysässä, jolla pyydettiin isoja kaloja (lohi, siika, taimen), merimetsot saalistivat aktiivisesti pienempiä rysään uineita kaloja, jotka eivät olleet kalastajan kohdesaaliita. Tätä tapahtui mahdollisesti myös toisilla rysillä.

#### 7.3.4. Kalastajien kirjanpito

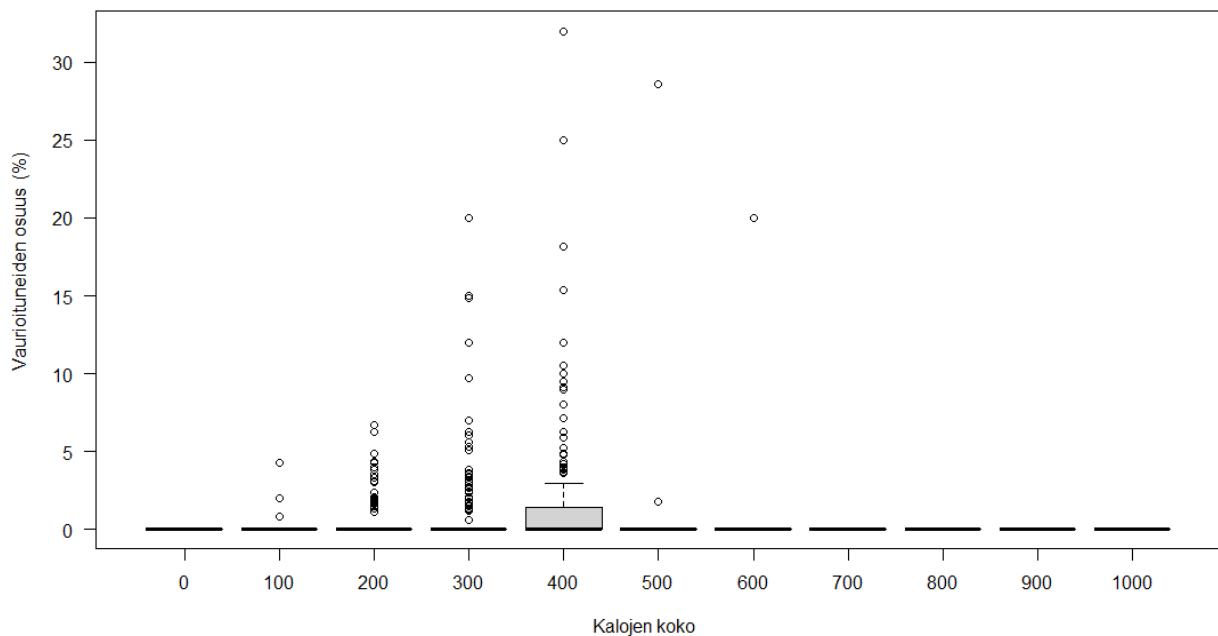
Hankkeeseen vuonna 2022 osallistuneet kaksi kalastajaa (3 rysää, 41 koentakertaa ja 171 rysävuorokautta) ilmoittivat kirjanpidossaan heittäneensä pois yhteensä 187 kg merimetsojen vahingoittamaa saalista (4,7 % kokonaissaaliista). Yhdeltä kalastajalta kirjanpitoa ei saatu. Koentakertakohtainen keskiarvo oli 4,6 kg ja maksimi 6,7 kg. Poisheittoosaaliista oli särkeä 78,6 % ja lahnaa 21,4 %. Muita saalislajeja (ahven, hauki, kuha siika) ei ilmoitettu merimetsontakia poisheitetyksi.

Vuonna 2023 kalastajien (7 henkilöä, 9 rysää, 68 koentakertaa ja 256 rysävuorokautta) kirjanpidon mukaan merimetsojen vahingoittamaa saalista oli yhteensä 83 kg (0,4 % kokonaissaaliista). Koentakertakohtainen keskiarvo oli 1,2 kg ja maksimi 15,0 kg. Kuha (30,0 %), lahna (25,2 %) ja ahven (22,2 %) muodostivat suurimman osan poisheittoosaaliista. Särjen osuus oli (15,2 %) ja siian (7,2 %). Muita saalislajeja (hauki, kuore, lohi, ja taimen) ei ilmoitettu merimetsojen vahingoittamaksi saaliiksi. Kalastajat havaitsivat merimetsokävyä pyydysten läheisyydessä

(n. 100 m sisällä) keskimäärin seitsemän yksilöä koentakerralla (maksimi 60 yksilöä). Merimetsoja havaittiin 40 % koentakerroista. Merimetsojen aiheuttamia pyydysvahinkoja (merimetsojen aiheuttamia reikiä rysässä) raportoitiin vain yhdellä koentakerralla.

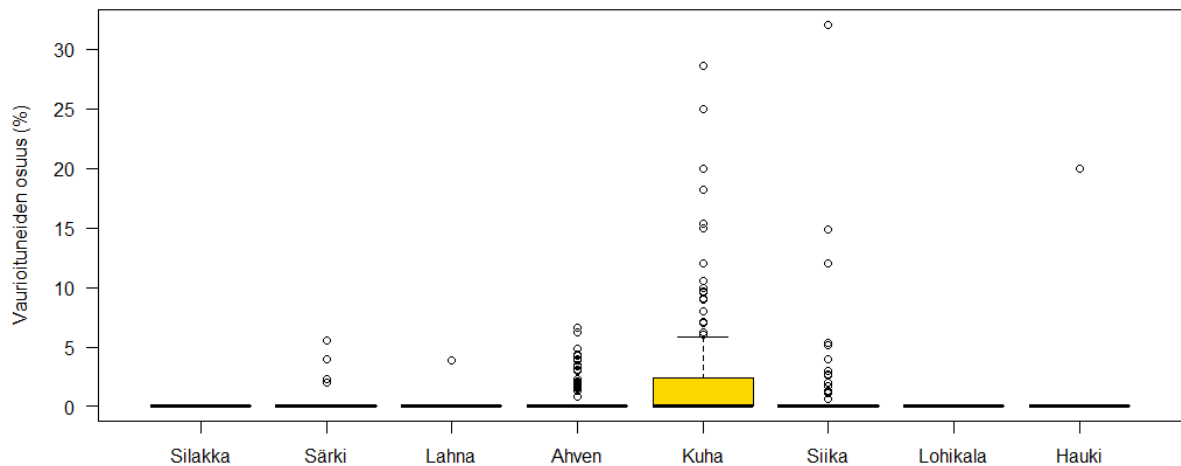
### 7.3.5. EU-tiedonkeruun näytteet

Todennäköisesti lintujen vaurioittamia kaloja oli koko EU-Tike aineistossa 285 kpl yhteensä 59 653 yksilöstä eli 0,48 % kaikista näytekaloista. Vaurioituneita kaloja ei ollut lainkaan pienimmissä (0–100 mm) ja isoimmissa (>700 mm) kokoluokissa (Kuva 7.10) ja lajeissa (silakat ja lohet, Kuva 7.11). Vaurioituneiden kalojen osuus kasvoi kalojen koon kasvaessa ja oli suurin (1,9 %) 400–500 mm pituisissa kaloissa, minkä jälkeen vaurioituneiden osuus laski. Vaurioituneiden kalojen osuus kokonaisuaineistossa oli hyvin pieni, mutta niissä kokoluokissa, joissa vaurioituneita yksilöitä oli eniten, vaurioituneiden osuus yksittäisessä näytteessä saattoi olla useita prosentteja, joskus jopa noin 30 %.



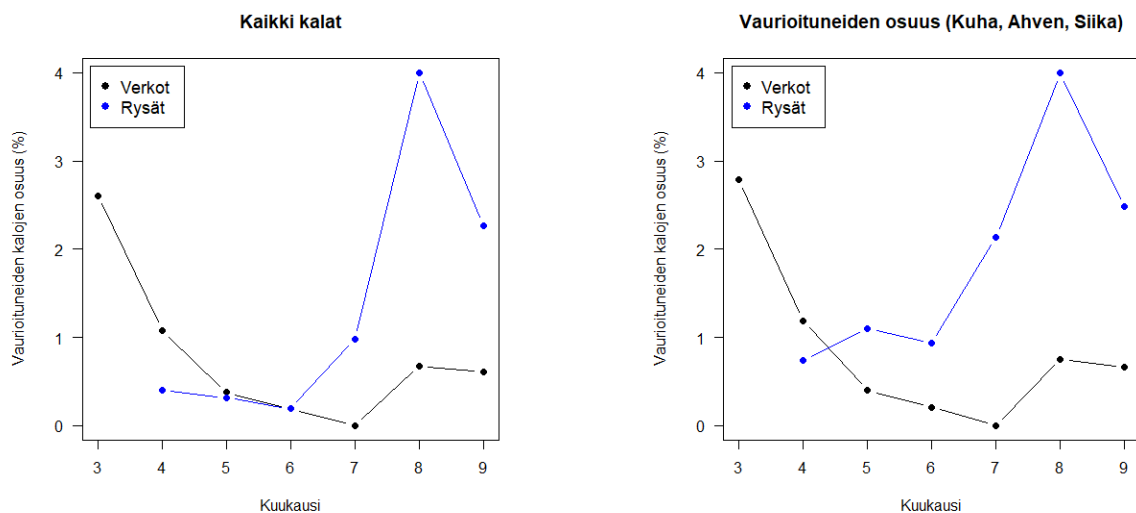
**Kuva 7.10.** Vaurioituneiden kalojen näytekohtainen osuus eri kokoluokissa (kalojen koko ilmoitetaan millimetreissä). Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, pois lukien mahdolliset poikkeavat havainnot (> 1,5 x kvartiiliväli), jotka on esitetty pisteillä.

Eniten vaurioita löytyi kuhilta (143 kpl, 2,1 %), siioilta (70 kpl, 0,94 %), särjiltä (6 kpl, 0,47 %) ja ahvenilta (63 kpl, 0,44 %).



**Kuva 7.11.** Vaurioituneiden kalojen osuus eri lajeilla. Palkki kuvaa 25–75 % kvartiiliväliä ja hajontaviivat maksimi- ja minimiarvoa, pois lukien mahdolliset poikkeavat havainnot (> 1,5 x kvartiiliväli), jotka on esitetty pisteillä

Vaurioituneiden kalojen osuus oli suurin keväällä ja syksyllä (Kuva 7.12). Verkoissa vaurioituneiden kalojen suurin osuus osui alkukeväeseen ja rysillä elo-syyskuulle. Rysien pieni vaurioosuus keväällä johtuu osittain siitä, että suurin yksilömäärä kevään saaliista koostuu silakoista, joissa ei löytynyt lainkaan vaurioituneita yksilöitä. Toisaalta myös lajeilla, joilla vaurioita esiintyi (kuha, ahven, siika), vaurioituneiden osuus oli rysissä pienin keväällä.



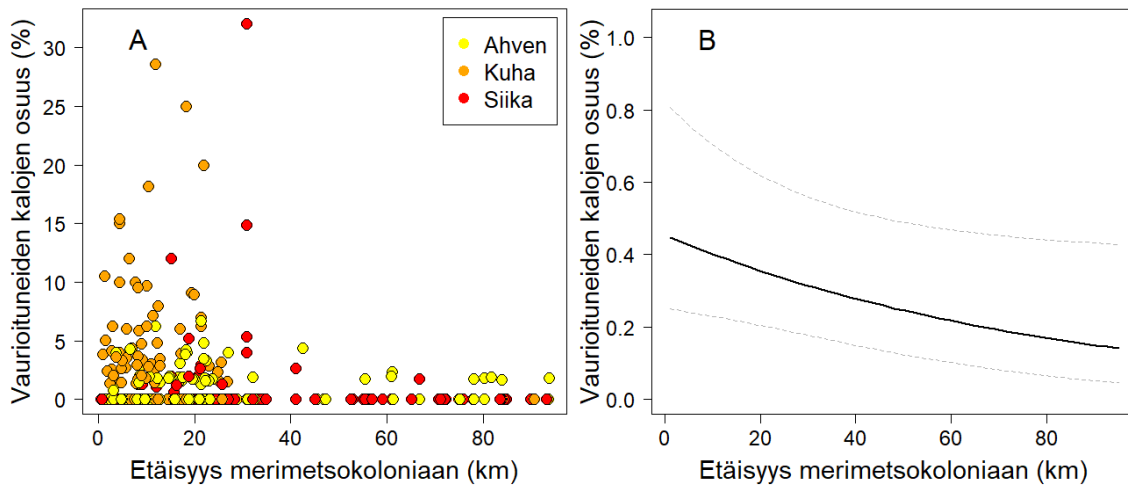
**Kuva 7.12.** Vaurioituneiden kalojen osuus verkko- ja rysäsaaliissa maaliskuusta syyskuuhun. Kukin havaintopiste edustaa vaurioituneiden saaliiden osuutta kuukauden yhteenlasketuista saaliista. Vasemmassa kuvassa ovat mukana kaikki kalat, jolloin silakoiden suuri osuus laskee vaurioituneiden kalojen osuutta rysissä keväällä. Oikeassa kuvassa ovat mukana vain ne kolme lajia, joilla vaurioita esiintyi eniten, ja niissäkin rysäsaaliin vaurioituneiden kalojen osuus on pienin keväällä.

Vidoseurannan mukaan merimetsot sukelsivat aktiivisemmin avorysissä kuin push-up-rysisä, mutta EU-tiedonkeruuaineistossa oli suhteellisesti eniten saalisvaurioita push-up-rysisä (push-up 1,4 %, pohjarysät 0,6 %, avorysät 0,3 %).

### 7.3.6. EU-tiedonkeruu: merimetsokolonioiden etäisyyden vaikutus vaurioituneiden kalojen määrään

Vaurioituneiden kalojen osuutta selitti parhaiten malli, joka huomioi kalan koon, saalislajin, pyydystyyppin ja etäisyyden merimetsokoloniaan. Tärkein muuttuja oli kalan koko: suuremmissa kaloissa oli todennäköisemmin vaurioita kuin pienemmissä ( $p < 0,001$ ). Siioilla esiintyi vähemmän vaurioita kuin ahvenilla tai kuhilla ( $p < 0,001$ ). Vaurioituneiden kalojen osuus oli suurempi rysissä ( $p < 0,05$ ), ja lähempänä merimetsokoloniaa olevissa pyydyksissä oli enemmän vaurioita kuin kauempana olevissa ( $p = 0,05$ ). Kaikki edellä mainitut muuttujat sisältävän mallin selitysaste oli 43 %. Mallin, jossa satunnaismuuttujien (näyte ja pyydys) lisäksi huomioitiin pelkästään etäisyys merimetsokoloniaan, selitysaste oli 15 % ( $p < 0,001$ , Kuva 7.13).

EU-tiedonkeruuaineistossa merimetson pesien määrä 5, 10, tai 15 km:n säteellä pyydyksestä ei selittänyt vaurioituneiden kalojen osuutta tilastollisesti merkitsevästi ( $p > 0,1$ ).



**Kuva 7.13.** (A) Vaurioituneiden kalojen osuus EU-tiedonkeruunäytteissä. (B) Mallinnettu vaurioituneiden kalojen osuus näytteistä eri etäisyydellä lähimmästä merimetsokoloniasta. Musta viiva kuvaa vaurioituneiden kalojen osuutta keskikokoiselle kalalle (307 mm) ja katkoviivat vaihteluväliä.

## 7.4. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Työpaketissa tutkittiin merimetsojen saalistusta kolmessa eri rysätyypissä. Lisäksi selvitettiin, miten etäisyys merimetsokoloniaan vaikuttaa merimetsojen vierailujen määrään. Rysäseurantaa täydennettiin EU-tiedonkeruuohjelman (EU-TIKE) aineistoilla, joilla selvitettiin, mitkä kalat todennäköisimmin joutuvat merimetsojen vaurioittamiksi ja miten etäisyys lähimpään koloniaan vaikuttaa vauriotodennäköisyyteen. Rysäseurannan päätulos oli, että merimetsot saalistavat usein avorysissä, mutta harvoin push-up- tai pohjarysissä. Merimetsojen aiheuttama saalistuspaine rysissä oli hieman suurempaa, mikäli etäisyys koloniaan oli pienempi ja 5 km säteellä rysästä pesi suurempi määrä merimetsoja. EU-TIKE-aineiston päätulokset olivat, että vaurioita on aineiston näytekaloihin kaiken kaikkiaan hyvin vähän, alle puolessa prosentissa näytekaloihin, ja että vauriot keskittyvät 20–40 cm pituisiin kaloihin vaurioiden todennäköisyyden noustessa kalan koon kasvaessa. Sitä suuremmissa tai pienemmissä vaurioita oli vähemmän ja alle 10 cm ja yli 70 cm kaloissa ei ollenkaan. Yleisimmin mahdollisia merimetson aiheuttamia vaurioita esiintyi kuhalla, siialla ja ahvenella.

### 7.4.1. Kameraseuranta rysillä

Kameraseurannan perusteella merimetsot veivät eniten kalaa avorysistä, enimmillään yli sata kalaa päivässä rysää kohden. Niissä myös havaittiin eniten merimetsojen saalistusyrittäjiä, ja niistä merimetsot myös saivat saaliiksi eniten kalaa. Tulos on linjassa aiempien tutkimusten kanssa, joissa osoitettiin, että avorysän peittäminen suojaverkolla vähensi merimetsojen vievien kalojen määrää (Cornelisse & Christensen 1993, Bildsøe ym. 1998). Oletettavasti merimetsolle on helppoa saalistaa avoryssä, koska se kerää laajemmalta alueelta kalat pienelle alalle ja linnun on hyvin helppoa kulkea pinnan kautta sisään ja ulos. Merimetsot voivat myös helposti nähdä rysän ja sen sisältämät kalat pinnalta tai lennosta.

Sen sijaan merimetsot veivät pohja- ja push-up-rysistä erittäin vähän kaloja sukellusten määrän jäädessä myös hyvin pieneksi. Tutkimuskirjallisuudesta ei löytynyt mainintoja lintujen saalistuksesta näissä rysätyypeistä, mutta suojapaikan tarjoamisen viljellyille kaloille on havaittu vähentävän merimetsohaittoja (Lemmens ym. 2016). Pohja- ja push-up-rysistä saalistaminen on merimetsoilta haastavaa, koska lintu ei voi sukeltaa pinnalta suoraan kalapesään vaan se joutuu ensin etsimään pääsyn rysän sisälle. Lukuisat havainnot rysiin hukkuneista merimetsoista (Engström 1998, Bregnballe & Frederiksen 2006, Olin ym. 2021) tukevat käsitystä siitä, että suljetussa rysässä saalistaminen on merimetsoilta riskialtista, koska ne tekevät yleensä alle 30 sekunnin sukelluksia (Cosolo ym. 2010). Push-up- ja pohjarysiä käytetään myös syvemmässä vedessä kuin avorysiä, mikä myös antaa jonkin verran suojaa merimetsoja vastaan (Höglund ym. 2015).

Merimetsojen rysäkaloihin kohdistamassa saalistuspaineessa oli merkittävää vuodenaikaista vaihtelua. Suurin saalistuspaine osui touko-kesäkuulle, jolloin merimetsojen haudonta on päätymässä tai juuri päätynyt. Push-up-rysillä merimetsoja havaittiin vasta elokuusta alkaen. On mahdollista, että nämä ovat pääosin nuorempia yksilöitä, jotka vasta harjoittelevat saalistusta, kokeilevat kaikenlaisia saalistusympäristöjä eivätkä ole vielä oppineet mistä rysistä kannattaa saalistaa. Keväällä kaikki merimetsot ovat vähintään vuoden ikäisiä ja jo kokeneempia saalistajia. Saalistajan kokemattomuus voi myös selittää miksi vaurioituneiden kalojen osuus rysäsaaliissa nousi heinä-elokuussa: kala pääsee helpommin pakoon kokemattomalta linnulta.

Merimetsokolonioiden läheisyydellä oli pieni vaikutus avorysillä kalastavien merimetsojen määriin. Mitä korkeampi merimetsopaine (=merimetsopesien määrä viiden kilometrin säteellä jaettuna kolonian etäisyydellä) rysään kohdistui, sitä useampia sukelluksia sillä havaittiin. Merimetsopaine selitti 36 % vaihtelusta. Kameradatassa pelkällä etäisyydellä merimetsokoloniaan ei havaittu olevan vaikutusta sukellusten määriin. Rysien määrä oli kuitenkin tutkimuksessa pieni, ja avorysien määrä vielä pienempi, eikä mikään niistä sijoittunut yli 9 km etäisyydelle rysästä. Kameraseurannan ja tike-aineiston perusteella näyttää siltä, että lähistöllä pesivien merimetsojen määrät ja etäisyydet vaikuttavat rysillä tehtyjen sukellusten määrään. Tarkemman suhteen selvittämiseen tarvitaan suurempi otanta avorysiä eri etäisyyksillä erikokoisista merimetsokolonioista.

Yllättävä havainto aineistossa oli, että merimetsot saattoivat yrittää saalistaa rysässä pian rysän tyhjennyksen jälkeen, vaikka siellä ei silloin pitäisi olla kalaa. Osa yksilöistä teki vain muutaman sukelluksen ennen kuin poistui paikalta, mutta osa jatkoi saalistusyrittäjiä pitkänkin aikaa. Tämä viittaa siihen, että kyseiset yksilöt ovat oppineet, että tietyssä paikassa olevassa rysässä on yleensä hyvin saalista.

Rysien ympäristössä liikkui ajoittain suuriakin merimetsoparvia. Ne saattoivat sukellella muutamana sadan metrin laajuisella alueella olematta lainkaan kiinnostuneita rysästä. Suurten merimetsoparvioiden liikkuminen rysien lähellä ei siis automaattisesti tarkoita, että ne kävisivät rysässä kalastamassa. Suuret parvet saattavat kuitenkin syödä alueen kaloja ja täten epäsuorasti vaikuttaa kalastajan saaliiden määriin. Työpaketissa saatujen tulosten perusteella ei voida päätellä kuinka suuri tämä epäsuora vaikutus on.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että merimetsot vievät kalaa paljon enemmän avorysästä kuin pohja- tai push-up-rysästä, mutta havaittu merimetsojen syönnin aiheuttama saalistapio oli avorysästäkin varsin pieni verrattuna rysäsaaliin kokonaisuutensa. Merimetsojen vahingoittaman rysäsaaliin tai pyydysvahinkojen määrä oli kalastajien raportoinninkin mukaan pieni. Merimetsot voivat haitata rysäkalastusta myös epäsuorasti esimerkiksi karkottamalla kaloja pyydyksen läheltä (Bregnballe 1999), mutta tässä tutkimuksessa käytetty havainnointiasetelma ei mahdollistanut tämän arviointia. Tutkimuksen johtopäätös merimetsojen vaikutuksista rysäkalastukseen rajoittuu lintujen rysistä poistamien kalojen määrään ja määrän vaihteluun rysien ja rysätyyppien välillä.

Tutkimuksen ajallisten ja paikallisten rajoitteiden vuoksi laajempien johtopäätösten tekeminen tulosten perusteella on osittain hankalaa. Varsinkin push up rysien otantakoko oli pieni, ja kaikki kolme olivat saman kalastajan samalla alueella kahtena vuotena pitämiä rysiä. Vuonna 2022 havainnoitiin syyskalastusta ja vuonna 2023 kevätkalastusta. Avoperäryksillä saatiin vuonna 2023 katettua käytännössä koko kevätkalastuskausi. Eri rysätyyppien maantieteellinen jakautuminen jäi osittain puutteelliseksi koska kaikki pohjarysät sijaitsivat Merenkurkun ja Selkämeren merialueilla, avoperäryksät olivat Saaristomerellä, ja kaikki kolme push-up-rysä Suomalaislahdella. Maantieteellinen saalistuspaineen vaihtelu voi siten osin sekoittaa rysätyyppien väliseen vaihteluun. Saalistuspaineen rysäkohtainen suuri vaihtelu oli kuitenkin hyvin selvää. Havaitimme suuriakin eroja saman kalastajan rysien välillä, vaikka rysät olivat samaan aikaan lähellä toisiaan. Siten, maantieteellinen suurempi vaihtelu ei todennäköisesti vaikuttaisi lopputuloksiin.

On esitetty, että merimetsot pystyvät nielemään saaliin veden alla ja että ainoastaan suurikokoisen saaliin käsittely keskeyttää sukelluksen (Grémillet ym. 1998). Kirjallisuudesta ei löydy havaintoaineistoa merimetsan (*P. carbo*) pinnan alla tapahtuvasta saaliin nielemisestä, mutta samankokoisella amerikkalaismerimetsalla (*P. auritus*) tehdyissä allaskokeissa on havaittu lintujen nielevän saaliinsa lähes aina pinnalla. Vain 3 % saalistustapahtumissa, joissa amerikkalaismerimetsot saalistivat pieniä, 23–92 g painoisia kirjolohia, ne nielevät saaliin pinnan alla (Enstipp ym. 2007). Pienten kalojen kohdalla on siten olemassa mahdollisuus, että merimetsot olisi nieleissut kalan pinnan alla ja siten onnistunut saalistusta ei olisi havaittu. Havaitimme merimetsojen kuitenkin nielevän pieniä kaloja pinnalla eli veden alla nieleminen lienee harvinaista. Suuren kalan nieleminen selvästi vaatii merimetsolta huomattavaa ponnistusta, eikä tämä ole tehtävissä veden alla. Monessa tapauksessa merimetsot yrittivät tovin niellä saalistamansa suurikokoista kalaa, mutta antoivat periksi ja jättivät saaliin ja jatkoivat saalistusta.

Tutkimuksen ajallinen ja paikallinen luonne asettivat myös omat rajoitteensa, vaikka koeasetelmassa pyrittiin kattamaan ne alueet, ajat ja saalisajat, joihin merimetsan saalistus todennäköisimmin kohdistuu. Koeryksiä oli käytössä yhteensä 15, ja kameraseuranta ei kattanut minäkään rysän koko kalastuskautta. Siten alueiden ja aikojen väliset erot ovat voineet jäädä osin havaitsematta.

Rysäkalastuksen tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon erot pyydetävissä kalalajissa: tutkimuksen pohja- ja push-up-rysiä kohdelajit olivat suurempia kuin avorysiä. Kun rysässä olevat kalat ovat pienempiä merimetsojen on syötävä niitä useampia saadakseen saman ravintomäärän kuin suuremmasta kalasta. Avorysät olivatkin selkeästi voimakkaammin saalistettuja kuin muut, ja siihen vaikutti saaliin pienen koon lisäksi myös saalistuksen parempi onnistuminen, sillä avorysillä merimetsot onnistuivat huomattavasti useammin kuin pohja- tai push-up-rysiällä. Push-up-rysiät olivat kuitenkin niin kaukana rannasta, että käytännössä onnistumista oli vaikea nähdä. Toisaalta sukelluksia tässä rysämallissa tehtiin erittäin vähän, joten saalistettujen kalojen määrä on hyvin pieni, vaikka saalistus olisikin onnistunut. Suurimmat sukellusmäärät push-up-rysiällä laskettiin niinä muutamana tuntina, kun rysä oli nostettu pinnalle. Näitä ei olla huomioitu datassa, koska rysä ei ollut pyytämässä. Merimetsot mahdollisesti hyödyntävät aitaverkon ja potkujen keräämiä kaloja, vaikka ne eivät voi uida nostettuun kalapesään. Vähintään yhdessä rysässä, jolla pyydettiin isoja kaloja (lohi, siika, taimen), merimetsot saalistivat aktiivisesti pienempiä rysään uineita kaloja, jotka eivät olleet kalastajan kohdesaaliita, joten merimetsot eivät välttämättä vie rysästä kalastajan pyytämää saalista. Tämä rysä jäi veteen kauden loppuksi muutamaksi viikoksi ilman että kalastaja koki sen. Merimetsot kävivät aktiivisesti kalastamassa pientä kalaa myös tänä aikana.

Merimetsojen lisäksi lokeilla oli pientä vaikutusta kalahävikkiin. Muutamassa tapauksessa merilokit sukelsivat tiiramaisesti lokeille epätyypillisellä tavalla veteen ja saivatkin joskus saaliiksi pieniä kaloja. Tämä hävikki oli kokonaisuudessaan hyvin pientä, mutta suurempaa merkitystä lokeilla oli joillakin rysillä, joilla ne seurasivat merimetsojen saalistusta ja hyökkäsivät merimetsojen kimppuun, kun nämä tulivat pinnalle kalan kanssa. Näissä tapauksissa merimetsot ajoittain päästivät saaliinsa ja jatkoivat saalistusta, loppujen syödessä varastamia kaloja.

Videoaineiston käsittelyyn ja laatuun liittyvät haasteet tuovat tuloksiin virhevaihtelua ja hankaloittavat päätelmiä. Sääolosuhteet, kuten aallokko ja valo-olosuhteet, vaikuttivat lintuhavaintojen ja saalistuksen onnistumisten laskemiseen. Lintujen, niiden tekemien saalistuksien sekä onnistuneiden saalistuksien havaitseminen videolta vaikeutuu kovassa aallokossa, vesisateessa, vastavalossa tai hämärässä. Myös kameran etäisyydellä rysään oli vaikutusta. Lähempänä rysää sijainneet kamerat tuottivat resoluutioltaan parempaa videomateriaalia rysästä ja sen välittömästä ympäristöstä, jolloin laadukkaiden lintu- ja saalistushavaintojen tekeminen oli helpompaa.

Mikäli lintu- ja saalistushavaintojen tekeminen koettiin sääolosuhteiden vuoksi mahdottomaksi, siirrettiin otantapäivää ensimmäiseen mahdolliseen päivään, jona havaintojen tekeminen sääolosuhteiden puolesta oli mahdollista. Videoaineiston analysointiin osallistui useita henkilöitä ja henkilöiden työpanoksen suuruus vaihteli. Analysoijan kokemus saattoi vaikuttaa havaintojen tarkkuuteen ja laatuun. Kaikki mainitut epävarmuustekijät huomioitiin mahdollisimman tarkasti. Sukellusten määrä osoittautui luotettavimmaksi saalistuspaineen indikaattoriksi, joten sitä käytettiin analyyseissa. Kalahävikki sukellusmääriin verrattuna arvioitiin rysäkohtaisesti mahdollisimman luotettavasti niistä ajankohdista, joissa kuvamateriaali oli parasta edellä mainitut epävarmuustekijät huomioiden.

### 7.4.2. EU-TIKE-aineisto

EU-TIKE-aineistossa linnun aiheuttamia vaurioita löytyi eniten 20–40 cm pituisista kaloista tiettyyn kokoon asti (63 cm), jonka jälkeen vaurioita ei enää esiintynyt. Vauriojäljen perusteella on mahdotonta varmuudella nimetä sen aiheuttanutta lajia, mutta yleisimmin vaurioita aiheuttanevat sukeltavat, eniten kalaravintoa käyttävät vesilinnut eli koskelot ja merimetsot. Kun merimetsojen saalistuskäyttäytymistä sukelluksissa on tutkittu selkään kiinnitettyjen kameroiden avulla, onnistuneiden saalistusyrytysten osuus oli suurin, kun saalis oli kooltaan alle 100 g ja onnistumisprosentti pieneni tätä suurempikokoisemmalla saaliilla (Grémillet ym. 2006).

EU-TIKE aineistossa alle 20 cm kaloilla ei juuri todettu vaurioita, vaikka ne ovat merimetsojen suosimaa kokoa (Salmi 2011, Troynikov ym. 2013). Todennäköisesti tämänkokoiset kalat tulevat joko syödyiksi tai eivät selviä hengissä merimetson saalistuksen jälkeen. EU-TIKE aineistossa silakoilla ei esiintynyt yhtään vaurioita, mutta videomateriaalin perusteella merimetsot syövät niitä kaikista eniten.

Myös yli 50 cm mittaisilla kaloilla vaurioiden osuus laski merkittävästi. Nämä saattavat jo olla liian suuria ollakseen houkuttelevia saaliita merimetsolle. Kokoluokkien 20–50 cm välillä vaurioprocentti nousi kalan koon kasvaessa todennäköisesti siksi, että suuremmalla kalalla on paremmat mahdollisuudet selvitä hengissä saalistuksen epäonnistuttua. Voima, ja siten kyky pyristellä pakoon, nousee koon kasvaessa ja samalla nokan jättämän haavan tai linnun iskun vaikutus pienenee. Myös videoseurannan perusteella merimetsot epäonnistuvat saalistuksissaan useammin, kun kala on isompi, jolloin vaurioituneita kaloja löydetään enemmän isommissa kokoluokissa. Suhteellisesti eniten vaurioita havaittiin ahvenella, siialla ja kuhalla. Mahdollisesti näiden lajien pyyntikoko (30–50 cm) sekä kuhan ja ahvenen paksut suomut ja selkäpiikit vaikuttivat asiaan, niin, että ne voivat selvitä hengissä merimetson saalistusyrytyksistä.

Etäisyys pyydyksen ja lähimmän merimetsokolonian välillä vaikutti vaurioituneiden kalojen osuuteen. Vaurioituneiden kalojen osuus vaihteli runsaasti eri pyydysten välillä, mutta yleinen trendi oli, että mitä lähempänä koloniaa pyydys oli, sitä suurempi osuus sen kaloista oli vaurioituneita. Tutkimuskirjallisuuden mukaan merimetsot saalistavat keskimäärin 12 km säteellä koloniasta, mutta saalistusmatkojen vaihtelu on merkittävää (välillä 0,09–70 km) (Potier ym. 2015). Odotettavissa on, että pääosa vaurioituneista kaloista löytyy sieltä, missä merimetsoja on eniten eli lähellä pesimiskoloniaa (vertaa tuloksia luvussa 8). Vaikka etäisyys koloniaan oli merkitsevä selittäjä, sen selitysaste oli matala. Etäisyys yksin ei siis ennusta vahingon suuruutta. Osittain tämä aiheutunee käyttämämme EU-TIKE aineiston ominaisuuksista. Aineisto sisälsi myös pesinnän jälkeisen ajan, eli ajan, jolloin merimetsokolonian sijainti ei enää kuvasta merimetsojen määrää alueella.

EU-TIKE-aineiston perusteella ei voida arvioida merimetsojen rysistä syömien kalojen määrää tai osuutta koko saaliista. Saalistustilanteella on kolme mahdollista lopputulosta: kala syödään, haavoittuu tai pakenee vauriota. Syötyjä kaloja ei päädy aineistoon, joten niiden osuutta koko saaliista ei voida arvioida. Esimerkiksi rysiltä kuvatessa videoaineistossa näkyi, että merimetsot syövät runsaasti silakkaa, mutta EU-TIKE-aineistossa ei ollut yhtään vaurioitunutta silakkaa. Tulosten perusteella voidaan päätellä todennäköisesti merimetson vaurioittaman saaliin osuus kaikista saalisvaurioista, ja se, että tämä osuus keskimäärin kasvaa sitä suuremmaksi, mitä lähempänä merimetsokoloniaa pyydys sijaitsee.

### 7.4.3. Tutkimuksen tärkeimmät johtopäätökset

Työpaketin kokonaisuuden muodostivat valvontakameroilla eri rysätyypeillä toteutettu seurantatutkimus ja EU-TIKE aineisto. Rysätyypeiltä saatu merimetsojen käyttäytymistieto ja syötyjen kalojen määrä yhdessä EU-TIKE aineiston kanssa muodostavat kokonaiskuvan merimetsan aiheuttamista kalataloudellisista vaurioista ja haitoista.

Avorysä oli tutkituista rysätyypeistä alttein merimetsojen saalistukselle. Merimetsojen aiheuttama saalistuspaine rysissä oli hieman suurempaa, mikäli etäisyys koloniaan oli pienempi ja 5 km säteellä rysästä pesi suurempi määrä merimetsoja. Oli myös viitteitä siltä, että merimetsot oppivat hakemaan kalaa rysistä, sillä ne sukelsivat aktiivisesti myös juuri tyhjennetyissä rysissä. Toisaalta vaikuttaa siltä, että suuri osa merimetsoista ei käy lainkaan rysillä. Rysien lähellä näkyi välillä suuriakin merimetsoparvia, mutta ne eivät tulleet rysään saalistamaan.

Tutkimuksen tärkeimmät johtopäätökset ovat:

1. Pohja- ja push-up-rysäät ovat paremmin suojassa merimetsoilta kuin avorysäät. Avorysäistä häviää jonkin verran saalista merimetsojen syömänä etenkin alueilla, joilla on runsaasti merimetsoja. Hävikkiä on mahdollista välttää käyttämällä muita rysätyyppejä. Yksi mahdollinen tapa suojata pyydyksiä merimetsoilta on tehdä saalistuksesta pyydyksen sisällä vaikeampaa kuin avovedessä yleisesti. Avorysiä käytettäessä saalisvahinkojen riski on olemassa alueilla, joilla on paljon merimetsoja. Pohja- ja push-up-rysäissä, syvällä kalastettaessa ja yli 5 km etäisyydellä koloniasta, kalasaalis on paremmin suojassa merimetsoilta.
2. Merimetsot vaurioittavat osan taloudellisesti arvokkaasta saaliista rysässä ja verkoissa, erityisesti kuhista, ahvenista ja siiioista. Merimetsojen rysistä syömän kalan määrä, sekä niiden aiheuttamat suorat vahingot kalansaaliille ja pyydyksille ovat kuitenkin tutkimuksen perusteella melko vähäiset.

### Kiitokset

Kiitämme kaikkia yhteistyökälästäjia, jotka mahdollistivat rysäseurannan. Videovuorokausien analyysiin osallistuivat Valtteri Arkko, Mikko Leminen, Matti Kylmäaho, Mikko Kytökorpi, Satu Metsola, Eino Nousiainen ja Tarja Wiik. Kamerajärjestelmien rakentamiseen ja huoltamiseen osallistuivat Henry Hietanen ja Eino Nousiainen. Velimatti Leinonen (Luke) ja Pekka Salmi (Luke) avustivat työn suunnittelussa.



## 7.5. Työpakettin 4 viitteet

- Bildsøe, M., Jensen, I.B. & Vestergaard, K.S. 1998. Foraging behaviour of cormorants *Phalacrocorax carbo* in pound nets in Denmark: The use of barrel nets to reduce predation. *Wildlife Biology* 4(3): 129–136. <https://doi.org/10.2981/wlb.1998.015>
- Boström, M.K., Östman, Ö., Bergenius, M.A.J. & Lunneryd, S.-G. 2012. Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 69(2): 175–183. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss002>
- Bregnballe, T. 1999. Seasonal and geographical variation in net-entrapment of Danish Great Cormorants. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift* 93: 247–254.
- Bregnballe, T. & Frederiksen, M. 2006. Net-entrapment of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in relation to individual age and population size. *Wildlife Biology* 12(2): 143–150. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2006\)12\[143:NOGCPC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[143:NOGCPC]2.0.CO;2)
- Cornelisse, K. & Christensen, K.D. 1993. Investigation of a cover net designed to reduce southern cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) fisheries depredation in a pound net. *ICES Journal of Marine Science* 50(3): 279–284. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1993.1030>
- Cosolo, M., Ferrero, E.A. & Sponza, S. 2010. Prey ecology and behaviour affect foraging strategies in the Great Cormorant. *Marine Biology* 157(11): 2533–2544. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1517-2>
- Dieperink, C. 1995. Depredation of commercial and recreational fisheries in a Danish fjord by cormorants, *Phalacrocorax carbo sinensis*, Shaw. *Fisheries Management and Ecology*, 2(3): 197–207. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.1995.tb00112.x>
- Engström, H. 1998. Conflicts between Cormorants (*Phalacrocorax carbo* L.) and Fishery in Sweden. *Nordic Journal of Freshwater Research* 74: 148–155.
- Enstipp, M.R., Grémillet, D. & Jones, D.R. 2007. Investigating the functional link between prey abundance and seabird predatory performance. *Marine Ecology Progress Series* 331: 267–279. <https://doi.org/DOI:10.3354/meps331267>
- Grémillet, D., Argentin, G., Schulte, B. & Culik, B.M. 1998. Flexible foraging techniques in breeding cormorants *Phalacrocorax carbo* and shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding? *Ibis* 140(1): 113–119. <https://doi.org/DOI 10.1111/j.1474-919X.1998.tb04547.x>
- Grémillet, D., Enstipp, M.R., Boudiffa, M. & Liu, H. 2006. Do cormorants injure fish without eating them?: An underwater video study. *Marine Biology* 148(5): 1081–1087. <https://doi.org/10.1007/s00227-005-0130-2>
- Heikinheimo, O., Marjomäki, T., Olin, M. & Rusanen P. 2021. Cormorant predation mortality of perch (*Perca fluviatilis*) in coastal and archipelago areas, northern Baltic Sea. *Ices Journal of Marine Science* 79: 337–349.

- Höglund, J., Rinkineva-Kantola, L., Lax, H.-G., Kurki, S., Sundqvist, L., Svanbäck, G. & Arffman, R. 2015. Storskarven vid den Österbottniska kusten, Styrgruppens rapport. Närings-, trafik- och miljöcentralen i södra Österbotten, 70 s.
- Lekuona, J.M. 2002. Food intake, feeding behaviour and stock losses of cormorants, *Phalacrocorax carbo*, and grey herons, *Ardea cinerea*, at a fish farm in Arcachon Bay (Southwest France) during breeding and non-breeding season. *Folia Zoologica* 51: 23–34.
- Lemmens, P., De Meester, L. & Declerck, S.A.J. 2016. Can underwater refuges protect fish populations against cormorant predation? Evidence from a large-scale multiple pond experiment. *Fisheries Management and Ecology* 23(2): 89–98. <https://doi.org/10.1111/fme.12157>
- Louhialmi, M., Uljas, S. & Westerman, M. 2022. Merimetsojen aiheuttamien haittojen ja vahinkojen estämiseen käytettävät menetelmät. Ely-Keskus. Viitattu 11 maaliskuuta 2023. <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Guide%20f%C3%B6r%20val%20av%20metoder%20f%C3%B6r%20bek%C3%A4mpning%20av%20skador%20orsakade%20av%20storskarvar%20.pdf>
- Luonnonvarakeskus 2022a. Suomen saaliit ja saaliin nimellisarvo merialueen kaupallisessa kalastuksessa kalastajaryhmittäin ja maakunnittain (1000 kg, 1000 €). Viitattu 5.12.2023. [https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_06%20Kala%20ja%20riista\\_\\_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto\\_\\_02%20Kaupallinen%20kalastus%20merella/6\\_saalis\\_arvo\\_kal\\_ryhma.px/table/tableViewLayout2/](https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__06%20Kala%20ja%20riista__02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__02%20Kaupallinen%20kalastus%20merella/6_saalis_arvo_kal_ryhma.px/table/tableViewLayout2/)
- Luonnonvarakeskus 2022b. Suomen saaliit merialueen kaupallisessa kalastuksessa (1 000 kg, lohi myös kpl). Viitattu 5.12.2023. [https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_06%20Kala%20ja%20riista\\_\\_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto\\_\\_02%20Kaupallinen%20kalastus%20merella/4\\_meri\\_saalis.px/table/tableViewLayout2/](https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__06%20Kala%20ja%20riista__02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__02%20Kaupallinen%20kalastus%20merella/4_meri_saalis.px/table/tableViewLayout2/)
- 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.
- Ovegård, M.K., Jepsen, N., Bergenius Nord, M. & Petersson, E. 2021. Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 22(3): 605–622. <https://doi.org/10.1111/faf.12540>
- Potier, S., Carpentier, A., Grémillet, D., Leroy, B. & Lescroël, A. 2015. Individual repeatability of foraging behaviour in a marine predator, the great cormorant, *Phalacrocorax carbo*. *Animal Behaviour* 103: 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.02.008>
- Raitaniemi, J. & Sairanen, S. (toim.) 2022. 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. 138 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-498-2>

- Rusanen, P. 2014. Status of the breeding population of Great Cormorants in Finland in 2012. – In: Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S., Paquet, J.-Y., Carss, D.N. & van Eerden, M.R. (eds.). Breeding numbers of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Western Palearctic, 2012-2013. – IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University. No. 99: 103–107. <http://dce2.au.dk/pub/SR99.pdf>
- Salmi, J. 2011. Merimetson (*Phalacrocorax carbo* (L.)) ravinto Suomen rannikkovesissä. Pro gradu –tutkielma, Jyväskylän yliopisto.
- Salmi, J., Salmi, P. & Moilanen, P. 2010. Ammattikalastus ja merimetso: Merestä elantoon hankkivien näkemyksiä. Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 1/2010. 18 s.
- Salmi, P., Pellikka, J., Veneranta, L., Svets, K. & Lehtonen, E. 2023. Merimetson ja kalatalouden välisten konfliktien lieventämiskeinot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 79/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 71 s.
- Söderkultalahti, P. & Rahikainen, M. 2021. Kaupallisten kalastajien ilmoittamat hylkeiden ja merimetsojen aiheuttamat saalisvahingot 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 92/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 14 s.
- Suomen ympäristökeskus 2023. Merimetsoseuranta. <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesisot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/lajien-monimuotoisuus/lajien-seuranta/merimetsoseuranta>
- Svets, K., Salmi, P., Mellanoura, J. & Niukko, J. 2019. The impacts of seals and cormorants experienced by Baltic Sea commercial fishers. Natural resources and bioeconomy studies 77/2019. 48 s.
- Veneranta, L., Heikinheimo, O. & Marjomäki, T.J. 2020. Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) predation on a coastal perch (*Perca fluviatilis*) population: Estimated effects based on PIT tag mark-recapture experiment. ICES Journal of Marine Science 77(7–8): 2611–2622. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa124>

## 8. Merimetsojen saalistusalueen mallintaminen GPS-seurannan avulla

*Patrik Byholm<sup>3</sup>, Camilla Ekblad<sup>2</sup>, Andreas Lindén<sup>1</sup>, Markus Piha<sup>1</sup>, Tuomas Seimola<sup>1</sup>,*

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus

<sup>2</sup> Turun yliopisto

<sup>3</sup> Yrkeshögskolan Novia

### 8.1. Johdanto

Merimetsan liikkumisessa ja saalistuskäyttäytymisessä Suomen rannikolla on paljon tietoaaukkoja, joita tässä työpaketissa pyritään täyttämään GPS-seurannan avulla. Merimetsovahinkojen ymmärtämiseksi tärkeimpiä tietoja ovat muun muassa se, kuinka pitkiä etäisyyksiä merimetsot lentävät kalastaakseen eri alueilla pesimäaikana ja sen ulkopuolella, millaisia paikkoja ne valitsevat kalastusalueikseen sekä se, kuinka kauan ne viipyvät pesimäalueillaan ja Suomen aluevesillä.

Suorat havainnot siitä, missä merimetsot kalastavat eivät usein sisällä varmaa tietoa lintujen lähtöpaikoista. Tapauksissa, joissa tämä on tiedossa tai pystytään oletamaan, havainnot esimerkiksi saalistusetäisyyksistä saattavat koskea enemmän maksimietäisyyksiä (ääritapauksia) vaikka tietotarve on pikemminkin saalistusetäisyyksien keskiarvon ja koko jakauman selvittämisessä. Merimetsan on oletettu muuttavan Suomesta lähinnä elokuun aikana ja muuton painottuvan kuun loppuun, sillä silloin lajilla havaitaan selkeä syysmuuton huippu esimerkiksi Hangon lintuasemalla (Lehikoinen & Vähätalo 2000, Aintila 2021). Silti Suomessa nähdään paikallisia merimetsoja pitkin loppusyksyä (Aintila 2021), paikoin suuriakin määriä.

### 8.2. Tavoitteet

Tämän osatutkimuksen tavoitteena oli GPS-seurannan avulla tuottaa uutta tietoa merimetsojen liikkeistä ja niiden käyttämisestä saalistusalueista sekä siten ennustaa merimetsan alueellisesti aiheuttamaa saalistuspainetta ja muita vahinkoja kalataloudelle eri muodoissa. Saalistuspaineen arviointi perustui merimetsojen GPS-seurannasta saatavaan aineistoon saalistusetäisyyksistä sekä merimetsan suosimien kalastushabitaattien mallinnukseen. Mallinnetuista saalistuspaineista tehtiin lämpökartat ja avoin paikkatietomuotoinen tietotuote. Työ tehtiin Luken ja Ammattikorkeakoulu Novian yhteistyönä, jossa analyysien perustana on aiemmissa hankkeissa tuotettu aineisto 25 merimetsosta (Novian aineisto) sekä tässä hankkeessa tuotettu uusi aineisto (Luken aineisto). Uuden aineistonkeruun tavoitteena oli tässä projektissa varustaa yhteensä 40 merimetsaa GPS-tekniikalla toimivilla seurantalaitteilla. Aineistoa kerättiin lähinnä Pohjanlahdella ja Saaristomerellä, joista oli vain vähän aiempaa aineistoa.

Tavoitteena oli myös tässä osatutkimuksessa kehitettyjen työkalujen avulla tukea hankkeen muita osatutkimuksia, joissa tarkastellaan alueellista vaihtelua merimetsan aiheuttamissa vahingoissa. Tässä osatutkimuksessa kehitetyt työkalut voivat auttaa vahinkojen ennustamisessa. GPS-seuranta paljastaa myös esimerkiksi ovatko yksittäiset merimetsot käyneet kalakasvattamoiden kasvatusalustoilla.

Vanhan ja uuden aineiston perusteella oli tavoitteena mallintaa merimetsojen havaittuja saalistusetaisyyksiä ja habitaatinvalintaa eri alueilla. Yhdistämällä näitä mallinnettuja tietoja merimetsokolonioiden tunnettuihin sijainteihin ja kokoihin (pesämääriin) luotiin kartat, jotka ennustavat merimetsan aiheuttamaa suhteellista saalistuspainetta. GPS-aineistot tuottavat myös arvokasta tietoa siitä, milloin merimetsot lopettavat pesinnän, milloin ne muuttavat pois Suomen aluevesiltä ja missä ne talvehtivat.

Lopullisista saalistuspainetta koskevista ennustekartoista tehdään avoimesti saatavissa olevia paikkatietoaineistoja. Paikkatiedot pyritään julkaisemaan esimerkiksi Luken sivuilla siten, että ne ovat helposti käytettävissä hallinnon työkaluna.

## 8.3. Aineisto ja menetelmät

### 8.3.1. Laitteisto

Työpakettin ytimenä on merimetsojen GPS-seuranta eri puolella Suomen rannikkoa. Projektin yhteydessä hankittiin 40 kpl GPS-tekniikkaan perustuvaa seurantalaitetta (valmistaja ja malli: Ornitela, OT-30D-4GEC-S), jotka oli tarkoitus asentaa merimetsojen selkään pesimäkaudella 2023. Aurinkokennolla varustettu laite on asennettu ottamaan GPS-paikannuksia merimetsojen liikkeistä parhaimmillaan viiden minuutin välein, kun latautuvassa akussa on vähintään 50 % varaus. Sukellussensori tuottaa aktivoidessaan tietoa sukellussyvyyksistä sekunnin välein.

Aiemmasta Ammattikorkeakoulu Novian hankkeesta oli käytössä aineistoa 25:stä touko–kesäkuussa 2019–2020 asennetusta GPS-paikantimesta. Nämä olivat saman valmistajan tekemiä, vastaavan mallisia ja suunnilleen samankokoisia laitteita (OT-25D-3GC ja OT-30D-3GC), joissa oli samat asetukset. Laitteiden tuottama aineisto on muodoltaan ja resoluutioltaan sama kauttaaltaan. Aiempi projekti oli nimeltään *”Merimetsan paikallisvaikutukset kalakantoihin Suomenlahdella”*. Hankkeen rahoittajat olivat EU, Euroopan meri- ja kalatalousrahasto sekä Svenska kulturfonden.

Pyyntiin käytettiin kauko-ohjattavia loukkuja – lyömäverkkoja, eli ns. ”räpsyjä” – jotka asennettiin maapesien reunalle siten, että ne laukaistaessa lyövät haavin/verkon hautovan linnun yli (Grémillet & Wilson 1998). Pyyntiin käytettiin samaa kolmen loukun järjestelmää, joka oli käytössä aiemmin Novian projekteissa. Järjestelmässä kaikki kolme loukkuu laukeavat samaan aikaan kauko-ohjattavalla mekanismilla. Hankimme tässä projektissa merimetsopyyntejä varten myös kaksi uutta kauko-ohjattavaa kolmen loukun järjestelmää, jotka erosivat jonkin verran edellisestä mallista. Siten käytössä oli yhteensä kolme kolmen loukun järjestelmää.

### 8.3.2. Merimetsojen pyynti, käsittely ja seurantalaitteiden jakautuminen rannikolle

Merimetsojen pyynti ja varustaminen GPS-seurantalaitteilla tehtiin touko–kesäkuussa 2023 Suomen länsirannikolla, kymmenessä eri koloniassa Saaristomerellä ja Pohjanlahdella. Pyyntiä teki kolme kokeneista saaristolinturengastajista koostuvaa ulkopuolista pyyntiryhmää (ostopalveluna) sekä Luken oma pyyntiryhmä.

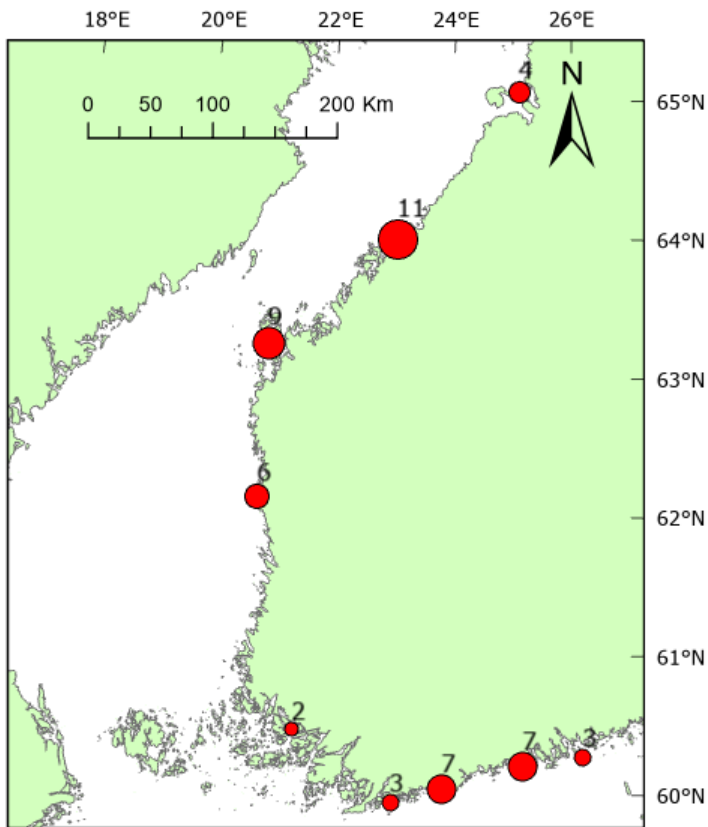
Pyydystetyt merimetsot rengastettiin, punnittiin ja niiltä mitattiin siiven pituus. Useimmilta yksilöiltä otettiin lisäksi höyhennäyte sukupuolen määrittämiseksi, sillä merimetsolla molemmat emot hautovat. GPS-paikannuslaite kiinnitettiin teflonnauhalla yläselkään, ”selkäreppuna” siipien ja hartioiden ympärille (Kuva 8.1).



**Kuva 8.1.** Merimetsolle asennetaan GPS-paikannuslaite yläselkään vahvalla teflonnauhalla, selkäreppumaisella kiinnityksellä. Kaikki teflonnauhaan tehtävät solmut on kiinnitettävä ompelemalla ja vielä liimaamalla ompeleet superliimalla, jotta ne takuulla pysyvät. Valokuva: Markus Piha.

Hankkeen puitteissa tehtiin merimetsojen pesimäluodoille pyyntitarkoituksessa 22 pyyntiretkettä (samana päivänä samalle luodolle). Kolmen retken osalta pyyntiolosuhteet eivät mahdollistaneet lintujen pyyntiä, joten varsinaisia pyyntipäiviä oli yhteensä 19. Loukut asennettiin ja laukaistiin kaikkiaan 37 kertaa (3–6 loukkuja samaan aikaan), ja yhteensä loukkujen laukaisuerytyksiä kertyi 129. Saimme hankkeen aikana pyydystettyä ja merkattua yhteensä 27 merimetsoa (tavoitteena oli 40). Pyyntiteho jäi kohtuullisen pieneksi moninaisista syistä. Tavallimmat syyt pyyntitapahtuman epäonnistumisessa olivat loukkuihin liittyvät tekniset ongelmat, loukun verkon juuttuminen esimerkiksi oksiin tai se, ettei laukaisuhetkenä haudontavuorossa ollut yksilö ollut vielä palannut pesälle. Joissain tapauksissa merimetsot ehtivät laukeavan loukun alta pakoon. Vaikka merimetsojen pyynti osoittautui haasteelliseksi eikä tavoitemäärään päästy, pyyntiryhmien kokemuksen karttuminen ja pyyntitehon paraneminen pyyntien edetessä mahdollisti hyvän lopputuloksen. Pyyntiponnistus oli kaikkiaan hyvä ja muodostui hieman budjetoitua suuremmaksi.

Hankkeen käytössä on aineistoa 52 merimetsan liikkeistä, vuosilta 2019–2020 ja 2023. Yhdessä uudessa lähettimessä sukellusensori ei toiminut, joten kalastuspaikoista saimme tietoa 51 linnusta. Onnistuneiden pyyntien paikat jakautuvat kohtalaisen tasaisesti koko rannikon merimetsoyhdyskuntiin, lukuun ottamatta Satakuntaa ja Varsinais-Suomea, joiden alueella saatiin merkattua vain kaksi lähetinlintua (Kuva 8.2). Linnut kuitenkin liikkuivat pesinnän lopputtua, tai epäonnistuessa, joten myös näiltä alueilta on melko hyvin paikannusaineistoa pesimättömien lintujen kalastuskäyttämisenestä.



**Kuva 8.2.** Vuosina 2019–2020 ja 2023 GPS-paikannuksessa olevia merimetsoja on yhteensä 52, ja ne kattavat kohtuullisen hyvin koko rannikon. Heikoimmin edustettuna ovat Varsinais-Suomi ja Satakunta. Vuoden 2023 aikana tässä hankkeessa valjastettiin 27 merimetsoa GPS-lähettimein, kaikki Suomen länsirannikolla (mukaan lukien 2 Saaristomerellä). Aiemmasta hankkeesta oli 20 lintua Suomenlahdella ja viisi Pohjanmaalla. Kuvassa näkyy valjastettujen lintujen sijainnit pyyntitihetkellä ja niiden määrät.

### 8.3.3. Saalistusetäisyyksien mallintaminen

Ennen analyysyä merimetsojen paikannusaineistoista suodatettiin pois virhepaikannukset sillä oletuksella, että linnut eivät voi siirtyä kahden paikannuksen välillä 100 km/h nopeammin. Merimetsojen lentonopeus on myötätuulesakin selvästi tätä pienempi, mutta koska väärinpaikannukset ovat usein räikeitä niin katsoimme, että tällä varovaisella raja-arvolla saadaan luotettavasti pois ainakin pahimmat väärinpaikannukset.

Tämän jälkeen määritettiin sukellusjaksot ja niiden sisälle osuvat GPS-paikannukset. Sukellusjakson määrittely aloitettiin tunnistamalla kaikki sukellukset sekä niiden aloitus- ja lopetusajat. Aineistoon hyväksyttiin sukellukset, jotka olivat pituudeltaan vähintään 5 sekuntia ja ulottuivat vähintään metrin syvyyteen. Tämä erottaa selkeät kalastukseen liittyvät sukellukset esimerkiksi peseytymiskäyttäytymisestä tai sukellusensorin liian herkästä toiminnasta. Kaikki peräkkäiset sukellukset, joiden taukojen pituus oli korkeintaan 10 minuuttia, asetettiin samaan sukellusjaksoon. Näiden sukellusjaksojen sisälle osuvat GPS-paikannukset määrittelevät alueen, jossa lintujen oletetaan kalastavan. Jokaiselle sukellusjaksolle määriteltiin keskikoordinaatit.

Yöpymisjakso määriteltiin siten, että lintu on klo 21.00–6.00 välillä ollut paikoillaan vähintään kahden tunnin ajan, perustuen vähintään 10 GPS-paikannukseen. Paikallaanolo mitattiin paikannusten keskipisteestä käsin keskineliöpoikkeaman neliöjuurena (*root mean squared distance* – RMSD) ja raja-arvona käytettiin 25 metriä. Oletuksena ei ollut, että lintu liikkuu niinkään paljon yöpyessään, vaan GPS-paikannus itsessään sisältää sen verran kohinaa, että RMSD usein nousee noin 15–20 metriin, vaikka laite olisi koko ajan samassa paikassa. Kuten sukellusjaksoista, myös yöpymisjaksoista laskettiin keskikoordinaatit. Pesivillä linnuilla yöpymispaikka sijaitse tyypillisesti koloniassa, esimerkiksi pesällä, mutta toisinaan myös jossain muualla. Pesinnöissä epäonnistuneet linnut tai pesintänsä lopettaneet onnistuneesti pesineet linnut ovat saattaneet siirtyä etäällekin pesäpaikoista. Silti niiden yöpymispaikat toimivat edelleen hyvänä lähtöpisteenä kalastusretkien etäisyyksien tarkastelulle. Niille sukellusjaksoille, joille löytyi edelliseltä yöltä hyväksytty yöpymisjakso, laskettiin yöpymispaikan ja kalastuspaikan väliset etäisyydet. Kaikki aineistonkäsittely tehtiin ohjelmointiympäristössä R, versio 4.3.0 (R Core Team 2023).

Saalistusetäisyyden mallintamiseksi käytimme yleistettyä lineaarista sekamallia, jossa oli logaritminen linkkifunktio ja gamma-virhejakauma. Mallin sovittamiseksi käytimme funktiota gam paketissa "mgcv" (Wood 2011) ohjelmointiympäristössä R, versio 4.3.0 (R Core Team 2023). Vastemuuttujana oli jokaisen sukellusjakson etäisyys edelliseen yöpymispaikkaan. Selittävinä muuttujina oli longitudi (kovariaattina), latitudi (silotusfunktio, jossa  $k = 9$ ) sekä päivännumero vuoden alusta (silotusfunktio, jossa  $k = 5$ ). Yksilön ID (faktorimuuttuja) oli mallissa satunnaisvaikutuksena.

#### 8.3.4. Ydinestimointi ja saalistuspaineen arviointi etäisyyksistä

Merimetsojen saalistuksen ja vaikutuksien etäisyys kolonioista on yksi keskeisimpiä tietoja, kun arvioidaan merimetsovahinkoja esimerkiksi kolonioiden läheisyydessä. Tässä hankkeessa tarkastelemme etäisyyden vaikutuksia Gaussisen ydinestimoinnin avulla. Jokaiselle merimetsan pesälle oletamme, että vaikutus jakautuu kaksiulotteisen normaalijakauman muotoisesti pesimäluodon koordinaattien (eli jakauman keskiarvon) ympärille. Tämän normaalijakautuneen ydinfunktion keskihajonta (SD) määrittelee etäisyyden, jolla vaikutuksia on ja SD oletetaan olevan sama molemmille koordinaateille (latitudille ja longitudille). Kovarianssina on nolla, joten vaikutus on symmetrisesti ympyränmuotoinen (ei vino ellipsi). Jos keskimääräinen etäisyys on tiedossa, kuten tässä tapauksessa mallinnuksen perusteella (ks. 8.3.3. Saalistusetäisyyksien mallintaminen), SD saadaan jakamalla keskimääräinen saalistusetäisyys luvulla 1,2533. Tällä ydinfunktiolla on se ominaisuus, että SD:n kasvaessa ja vaikutuksen levitessä suuremmalle alueelle, funktion korkeus pienenee, eli arvioitu saalistuspaine laimenee vastavasti. Tämä on toivottavaa, sillä suuremmalla alueella liikkuvat linnut eivät ehdi aiheuttaa yhä paljon vahinkoa kaikissa paikoissa. Merimetsokolonioiden koko huomioitiin siten, että ydinfunktio kerrottiin laskettujen pesien määrällä (pesien lukumäärän keskiarvoilla 2018–2023).

Saalistuspaineen arvioinnissa koko Suomen vesialueelle muodostettiin ruudukko 500×500 metrin resoluutiolla. Ruudukko muodostettiin siten, että jokaiselle ruudulle on kuuluttava merialuetta. Kaikki tarkasteltavan ruudun keskipisteestä alle 100 km etäisyydellä olevat merimetsokoloniat vaikuttavat ruudun arvioituun saalistuspaineeseen ydinfunktion mukaisesti. Sovelsimme ruudukkoon tyypistettyä ydinfunktiota siten, että kaikki ydinfunktion saalistuspaine osuu meriruutuihin. Käytännössä ydinfunktio skaalataan siten, että kaikkien 100 km sisällä olevan meriruutujen summaksi tulee kolonian parimäärä. Jos kolonian lähellä on paljon maata, saalistuspaine keskittyy voimakkaammin vaikutuspiiriin kuuluville merialueille.

Kun kaikkien kolonioiden vaikutukset on laskettu ruudukkoon yllä kuvatun periaatteen mukaisesti, kaikkien meriruutujen summaksi tulee koko Suomen pesimäkannan parimäärä. Ruudulle laskettavan arvon yksikkö on paria / 25 ha, ja on tulkittavissa siten, että yhden yksikön saalistuspaine vastaa tilannetta, jossa 25 ha merialuetta käyttää yksi merimetsopariskunta, sen mahdolliset jälkeläiset pesinnän jälkeisenä aikana sekä mahdolliset pesimättömät linnut siinä suhteessa, kun niitä esiintyy pesivää paria kohden.

Ruudukkoon luonti, koordinaattijärjestelmien väliset muunnokset sekä karttojen visualisointi tehtiin paikkatieto-ohjelmissa QGIS ja MapInfo. Saalistuspaineen paikkatiedoista tehtiin vektorimuotoinen SHP-tiedosto. Merimetsokolonioiden aineisto kuitenkin luettiin ruudukkoon ydinestimointiin ja etäisyysmallinnukseen perustuen ohjelmointiympäristössä R, versio 4.3.0 (R Core Team 2023). Merimetsokolonioiden parimäärinä käytettiin kullekin kohteelle jakson 2018–2023 laskettujen pesien lukumäärän keskiarvoa (Pekka Rusanen/Suomen ympäristökeskuksen aineisto). Tarvittaessa kartan voi laskea erikseen jokaiselle vuodelle huomioiden, että kolonioiden sijainnit ja koot muuttuvat.

Teimme myös täydentävän analyysin Luonnonvarakeskuksen EU-TIKE-aineistosta, joka koskee pyydyksillä todettuja vahingoittuneita kaloja. Aineistosta poimittiin merimetsan aiheuttamien nokkimisvahinkojen lukumääriä kokonaissaaliista siialla, kuhalla ja ahvenella. Selittävinä muuttujina olivat muun muassa kalalaji, kalan koko ja etäisyys lähimpään merimetsokoloniaan. Teimme toisen version mallista, jossa lähimmän kolonian etäisyyden tilalle asetettiin selittäväksi muuttujaksi ydinestimoinnilla arvioitu saalistuspaine, perustuen tunnettujen kolonioiden sijainteihin, kolonioiden kokoihin ja arvioituun saalistusetäisyyteen (ydinfunktion SD). Parametrille SD arvioitiin suurimman uskottavuuden estimaatti (*maximum likelihood estimate*) optimoimalla välillä 1–100 km.

### 8.3.5. Elinympäristön mallintaminen

Tätä tekstiä kirjoittaessa elinympäristömallinnus on vielä kesken, ja tuloksia ei ole vielä esitetävissä. Tässä osiossa menetelmät kuitenkin kuvataan pääpiirteittäin.

Elinympäristöanalyysien pohjaksi arvottiin jokaiselle tunnistetulle sukellusjaksolle (ks. 8.3.3) kymmenen potentiaalista vertailukohtetta, jotta todellisten kalastuspaikkojen ominaispiirteet voisi tunnistaa. Kohteet muodostettiin siten, että arvottiin satunnainen etäisyys (otanta palauttaen) havaittujen kalastusetäisyyksien jakaumasta sekä jokaiselle arvotulle etäisyydelle satunnainen lentosuunta yöpymispaikasta käsin. Suunta ja etäisyys yöpymispaikasta määrittelee siis sijainnin. Ne vertailukohteet, jotka osuvat vesialueille kelpaavat analyysiin.

Todellisille kalastuspaikoille ja vertailukohteille lasketaan tarkastettavien ympäristömuuttujien arvot. Merimetsojen käyttämien kalastuspaikkojen tutkimiseen käytetään seitsemän eri kartta-aineistoa (Taulukko 8.1), jotka yhdistetään GPS-aineistoon ArcGIS-ohjelmassa.

**Taulukko 8.1.** Paikkatietoaineistot (muuttujat), joiden avulla tutkittiin merimetsojen kalastuspaikkojen ominaisuuksia. Taulukosta käy ilmi muuttujien maantieteellinen resoluutio ja formaatti, sekä aineiston tuottaja ja lähde.

Aineisto	Tyyppi	Aineiston tuottaja
Maastotietokanta (rantaviiva 1:10000)	Vektori	Maanmittauslaitos <sup>1</sup>
Syvyyssmalli (20 × 20 m)	Rasteri	Ammattikorkeakoulu Novia, julkaisematon
Aaltoindeksi (20 × 20 m)	Rasteri	SYKE, VELMU-projekti <sup>2</sup>
Rakkolevän esiintymismalli (20 × 20 m)	Rasteri	SYKE, VELMU-projekti <sup>2</sup>
Vitapohjat (20 × 20 m)	Rasteri	SYKE, VELMU-projekti <sup>2</sup>
Laguunit	Vektori	SYKE, Luontodirektiivi-aineisto 2019 <sup>3</sup>
Merenpohjan pohja-aines (200 × 200 m)	Rasteri	HELCOM <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Maanmittauslaitos: <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>

<sup>2</sup>VELMU: <https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>

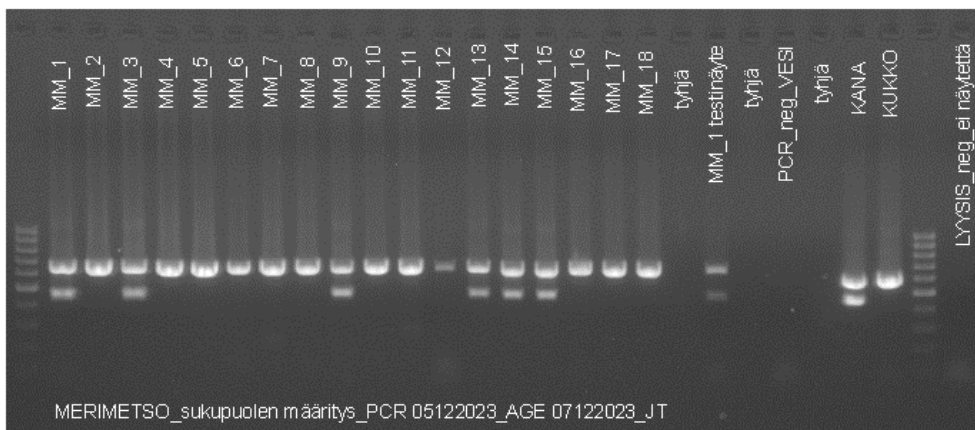
<sup>3</sup>SYKE, Luontodirektiivi-aineisto: <https://ckan.ymparisto.fi/en/dataset/rannikon-laguunit-1150/>

<sup>4</sup>HELCOM: <http://maps.helcom.fi/website/mapservice/>

## 8.4. Tulokset

### 8.4.1. GPS-seurattavien lintujen sukupuolijakauma

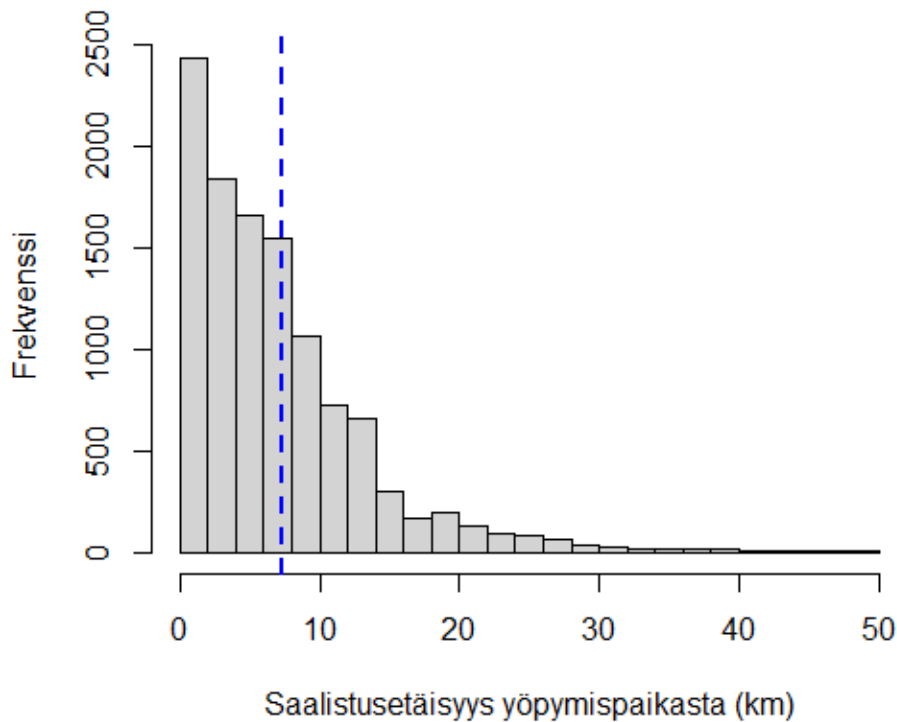
Vuonna 2023 pyydystetyistä linnusta sukupuoli määritettiin geneettisesti höyhennäytteiden perusteella 18 linnusta. Näistä 6 oli naaraita ja 12 koiraita (Kuva 8.3). Novian vanhassa aineistossa määritettyjä naaraita oli 5 ja koiraita 17. Yhteen laskettujen sukupuolelleen määritettyjen lintujen perusteella aineiston koirasvoittoisuus on tilastollisesti merkitsevä (binomitesti:  $N = 40$ ,  $p = 0.006$ ). GPS-seurannassa olevista linnuista 72 % on koiraita ja 28 % naaraita (naaraiden osuuden 95 %, luottamusväli: 15–44 %). On mahdollista, että koiraat hautovat naaraita useammin, mutta emme voi sulkea pois esimerkiksi käyttäytymiseen liittyviä eroja, jotka johtavat koiraiden parempaan pyydystettävyyteen.



**Kuva 8.3.** Merimetsojen sukupuoli määritettiin geneettisesti, sukupuolikromosomeille ominaisten DNA-jaksojen avulla. Linnuilla koiralla on kaksi samaa sukupuolikromosomia (ZZ), mikä näkyy kuvaajassa yhtenä viivana, ja naaraalla on kahta eri sukupuolikromosomia (ZW), mikä näkyy kahtena eri viivana. Kaikista 27 lähetinlinnusta ei ollut höyhennäytteitä. Menetelmä toimii myös kanalle ja kukolle.

### 8.4.2. Saalistusetäisyydet

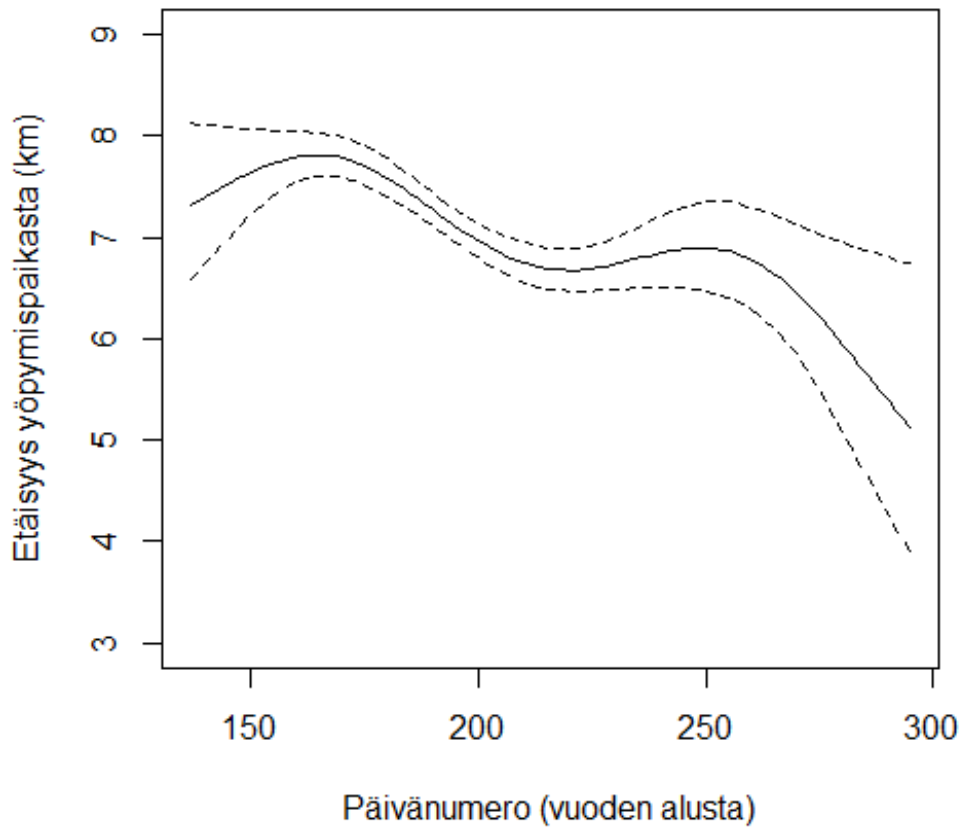
Etäisyysmallinnuksen perusteella merimetsojen kalastuspaikkojen keskimääräinen etäisyys edellisestä yöpymispaikasta on 7,2 km (95 % luottamusväli: 5,8–8,9 km;  $N = 11234$  sukellusjaksoa). Myös empiirisessä jakaumassa etäisyyksien keskiarvo on noin 7,2 km ja vaikka  $> 15$  km kalastuslennot ovat jo harvinaisia, osa lennoista on 20–30 km pitkiä ja ääritapauksissa jopa 30–50 km (Kuva 8.4).



**Kuva 8.4.** Histogrammi kaikkien yksilöiden saalistusetäisyyksien empiirisestä jakaumasta. Keskiarvo (7,2 km) on esitetty sinisellä katkoviivalla.

Pesimäaikaan, kesäkuussa, keskimääräinen saalistusetäisyys on hieman alle 8 km, mutta heinäkuun aikana se laskee vajaaseen 7 kilometriin (Kuva 8.5). Huomiota herättävää on myös se, että kalastuspaikkojen ja yöpymispaikkojen etäisyys vaihtelee merkittävästi sekä yksilöiden että alueiden välillä. Keski-etäisyyden arvioitu alueellinen vaihteluväli mallimme perusteella on peräti 4–11 km.

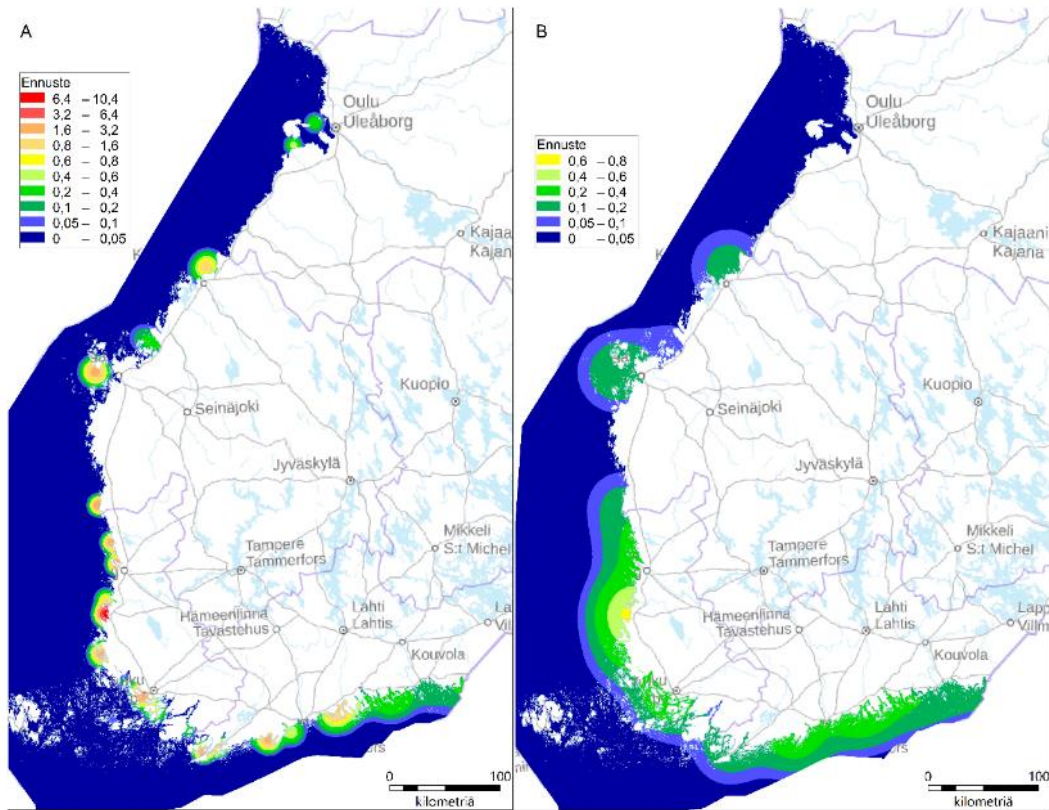
Muutos keskimääräisessä saalistusetäisyydessä pesinnän jälkeen ei ole kovin suuri, mutta saattaa johtua siitä, että linnut siirtyvät pesinnän jälkeen yöpymään lähemmäksi niitä paikkoja, jossa ne mieluiten kalastavat. Periaatteessa havaittu kuvio olisi voinut olla toisin päin, eli niin, että saalistusetäisyydet kasvavat pesinnän loputtua. Kun paine poikasten ruokkimiseen ja pesälle palamiseen vähenee, emojen on mahdollista tehdä yhä pidempiä saalistusretkiä. Tulokintaan liittyy vahvasti se, että etäisyys mitataan edellisestä yöpymispaikasta. Samasta aineistosta voisi tulevaisuudessa tutkia myös, miten pitkälle koloniasta linnut siirtyvät yöpymään pesinnän jälkeen ja miten pesintäkolonian ja kalastuspaikkojen välinen etäisyys muuttuu kesän ja syksyn myötä.



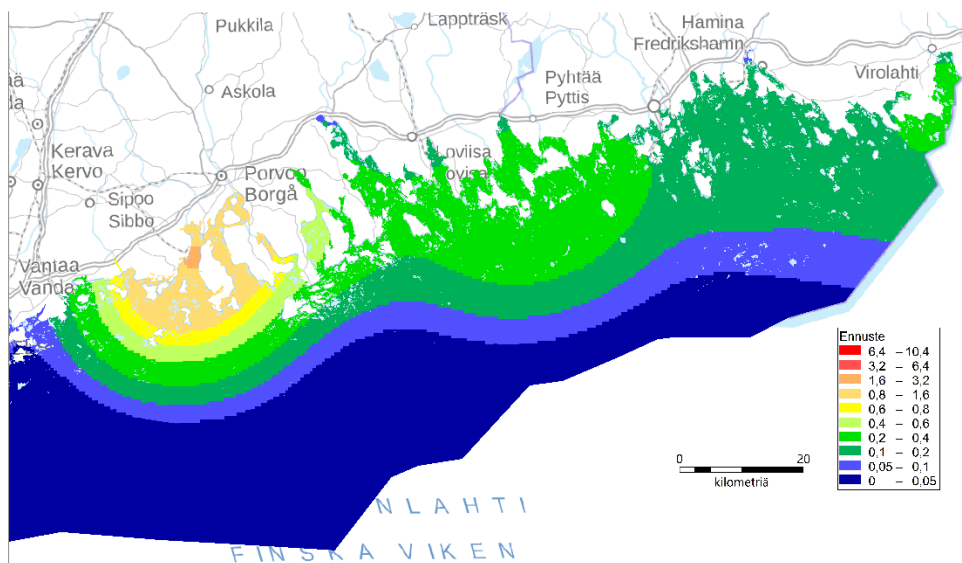
**Kuva 8.5.** Kalastuspaikkojen etäisyys yöpymispaikasta vähenee keskiarvoltaan heinäkuun aikana, elokuun alkupuolelle asti, kun poikaset itsenäistyvät tai pesintä loppuu muista syistä. Päivä 150 on 30.5., päivä 200 on 19.7., päivä 250 on 7.9. ja päivä 300 on 27.10.

Mallinnettujen saalistusetäisyyksien perusteella pystyy tekemään saalistuspainetta kuvaavia lämpökarttoja koko rannikolle (Kuva 8.6) tässä raportissa kuvattujen ydinestimoinnin periaatteiden mukaisesti (ks. 8.3.4). Nämä pesimäaika (1. heinäkuuta) edustavat arviot saalistuspaineesta ovat varsin paikallisia. Paikoittain arvioitu saalistuspaine voi olla varsin korkea lähellä kolonioita (< 15 km), joissa pesii suuri määrä merimetsoja. Kauempanakin saalistuspaine voi olla kohtalaista. Paikalliset saalistuspaineet pesimäaikaan (Kuva 8.6) esitetään alueittain suurennettuna kuvissa Kuva 8.6–Kuva 8.13.

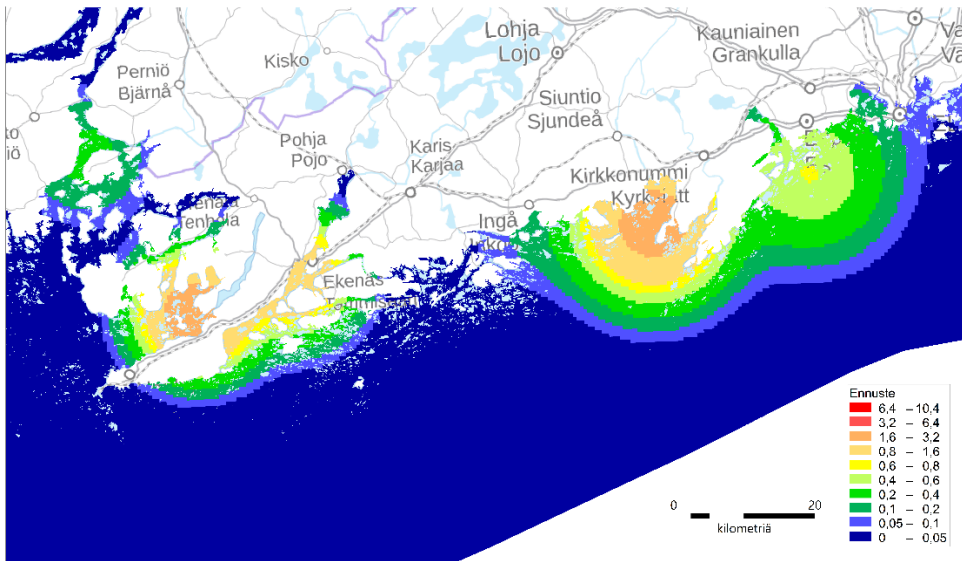
EU-TIKE-analyysissä arvioidulla suuremmalla keskihajonnan arvolla ( $SD=22$ ; Kuva 8.7) merimetsovahingoille altistuneet alueet ovat selvästi suuremmat, mutta mallinnettu saalistuspaine lähellä kolonioita on vain liki 1/10 siitä, mitä se on pesimäaikaan. Esimerkiksi Oulun seudulla mallinnettu vaikutus laimenee niin paljon, ettei se näy karttakuvassa. Kristiinankaupungista etelään ja rannikkoa pitkin Virolahdelle asti on käytännössä joka puolella alueita, jotka ovat altistuneet merimetsovahingoille jonkin verran.



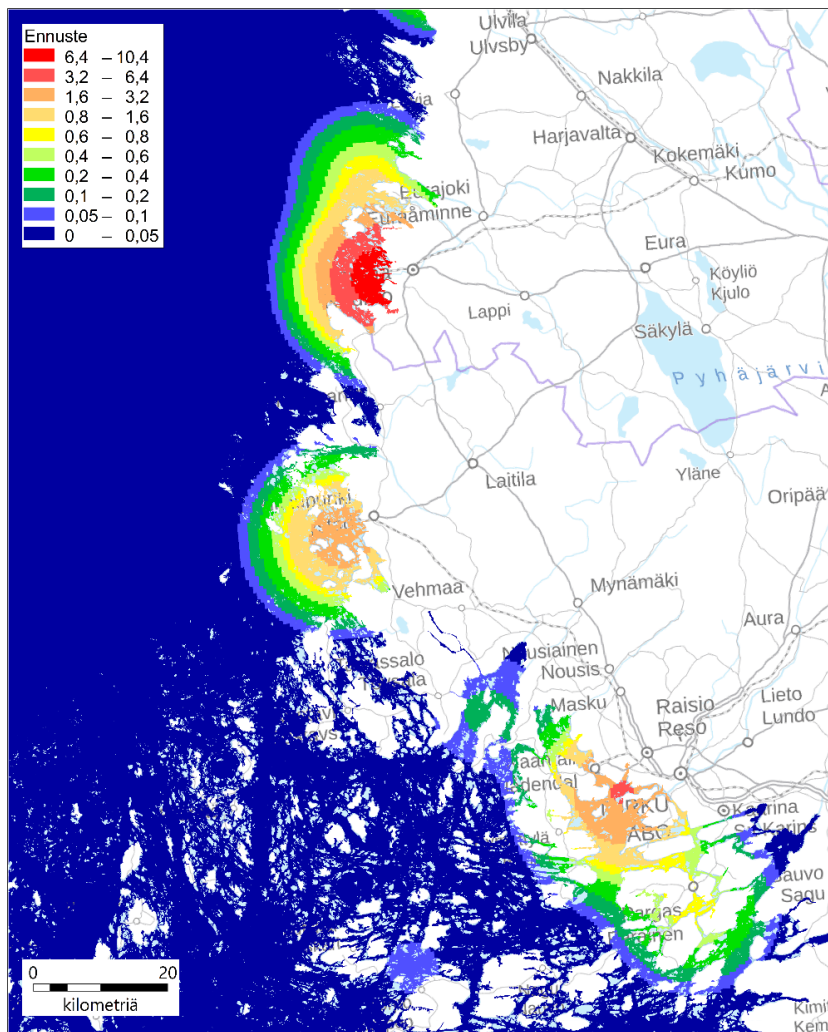
**Kuva 8.6.** Ydinestimointiin perustuvat lämpökartat resoluutiolla 500 × 500 metriä kuvastavat: A) mallinnettua pesimäaikaista saalistuspainetta (1. heinäkuuta) GPS-aineiston kalastusetaisyksien perusteella; B) vastaavaa saalistuspainetta tilanteessa, jossa ydinfunktion keskihajonta on 22 km, mikä oli optimoitu arvo EU-TIKE-analysissä. Esitettävien arvojen yksikkö on merimetsoparia / 25 ha. Kartoissa on käytetty merimetsokolonioiden laskettujen pesien lukumäärien keskiarvoja jaksolta 2018–2023 (Suomen ympäristökeskuksen aineisto).



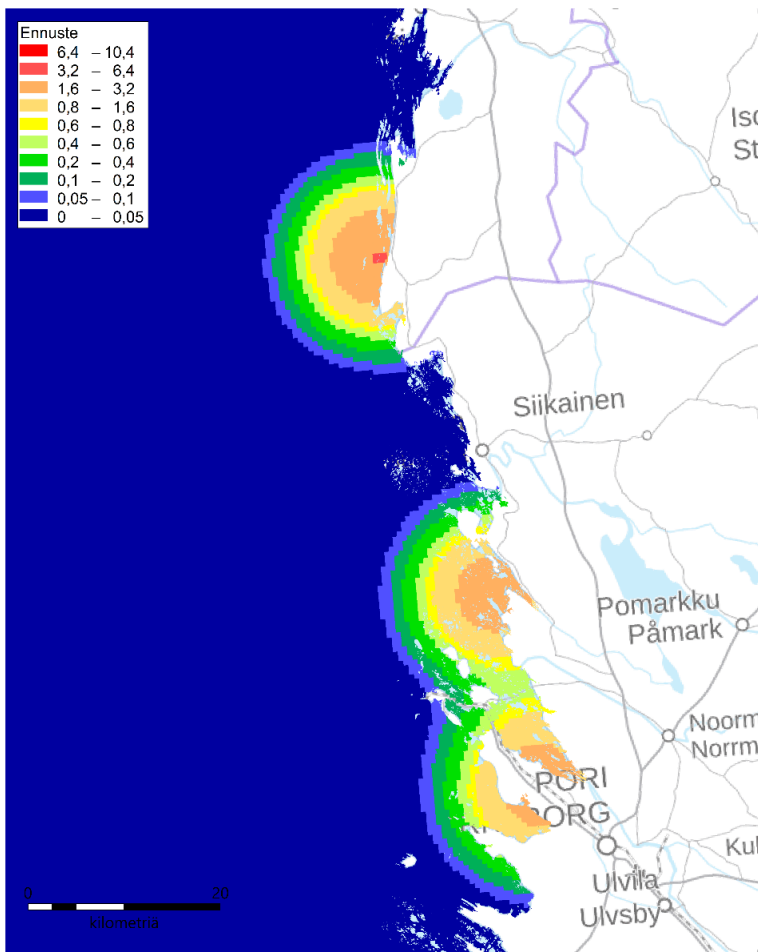
**Kuva 8.7.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetsan pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Itäisellä Suomenlahdella.



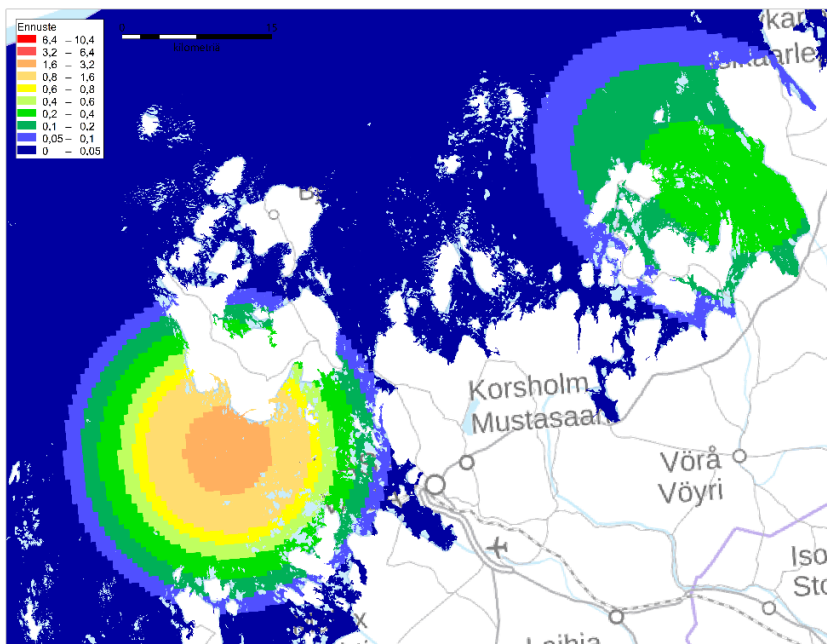
**Kuva 8.8.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetson pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Läntisellä Suomenlahdella.



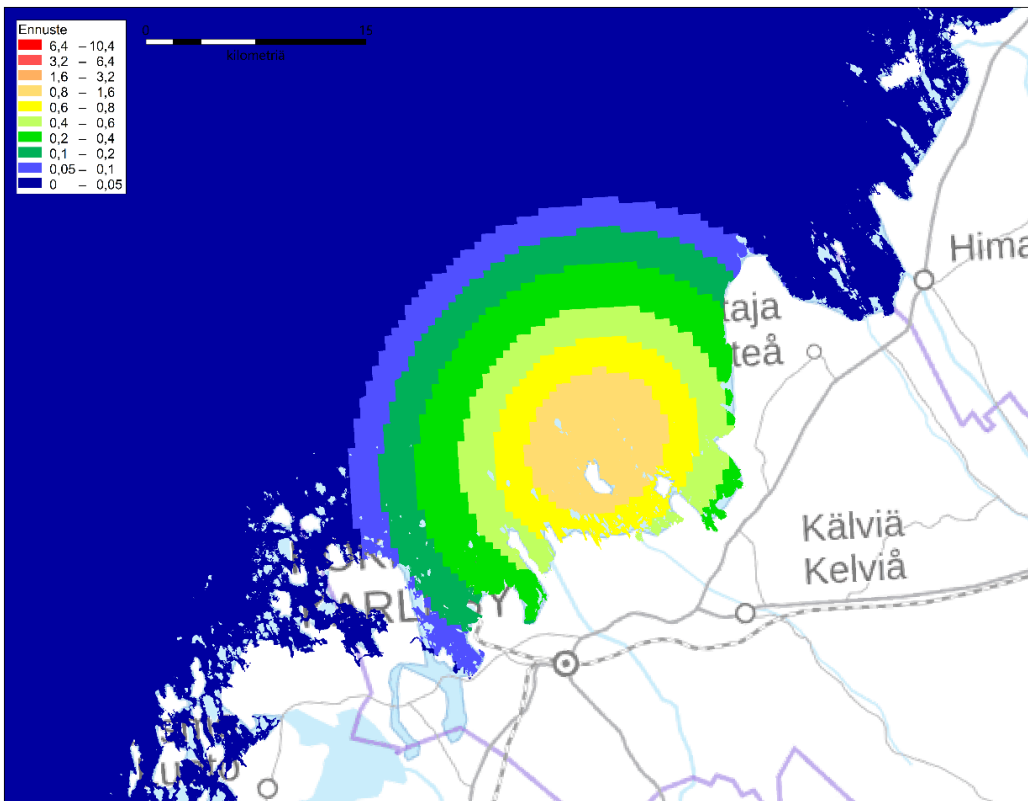
**Kuva 8.9.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetson pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Turusta Raumalle.



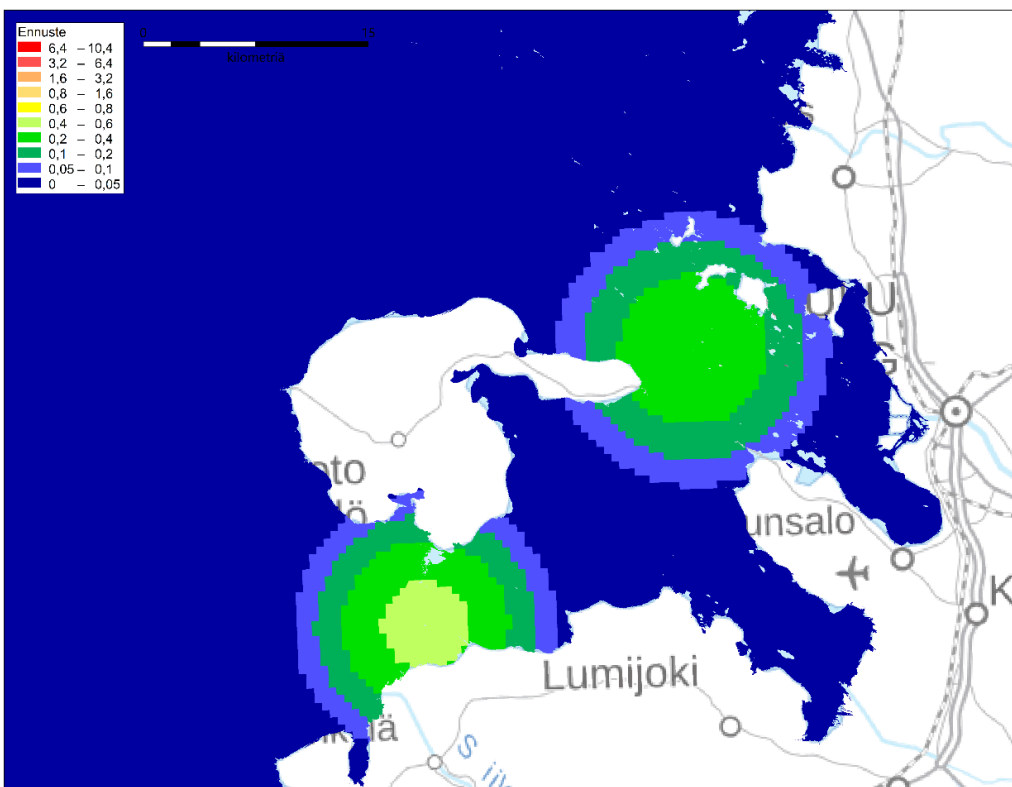
**Kuva 8.10.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetson pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Porin seudulla.



**Kuva 8.11.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetson pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Vaasan seudulla.



**Kuva 8.12.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetson pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Kokkolan seudulla.

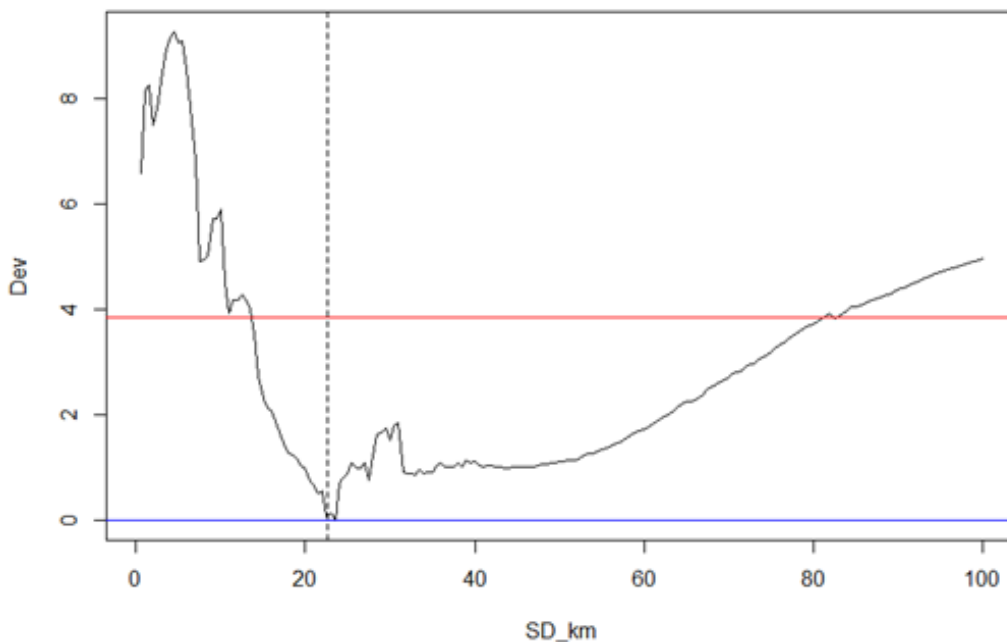


**Kuva 8.13.** Suurennettu kartta (Kuva 8.6) merimetson pesimäaikaisesta saalistuspaineesta Oulun seudulla.

### 8.4.3. Nokkimisvahinkoja selittävä etäisyysmalli

Teimme täydentävän analyysin Luonnonvarakeskuksen EU-TIKE-aineistosta, joka koskee pyydöksillä todettujen merimetson aiheuttamien nokkimisvahinkojen lukumääriä. Tässä mallissa tarkasteltavia lajeja olivat siika, kuha ja ahven. Työpaketissa ensisijaisesti käytetyn mallin lisäksi laadimme mallin, jossa muiden selittävien muuttujien lisäksi (ks. luku 7), ja lähimmän kolonian etäisyyden tilalle, asetettiin selittäväksi muuttujaksi ydinestimoinnilla arvioitu saalistuspaine, perustuen tunnettujen kolonioiden sijainteihin, kolonioiden kokoihin, ja arvioituun saalistusetäisyyteen (ydinfunktion SD). Parametrille SD arvioitiin suurimman uskottavuuden estimaatti (*maximum likelihood estimate*) optimoimalla välillä 1–100 km.

Nokkimisvahingot selittyivät parhaiten 22 km:n ydinfunktion keskihajonnalla, vaikka kyseisessä arviossa on paljon epävarmuutta (Kuva 8.14). Tämä SD vastaa  $1,2533 \times 22 \text{ km} = 27,6 \text{ km}$  saalistuslentojen keskiarvoa kolonioista käsin. Keskietaisyys on siis noin 3,5–4 kertaa pidempi kuin mitä linnut lentävät kalastaessaan pesimäaikaan (Kuva 8.4-Kuva 8.5). Eksploraatiiviset analyysit osoittivat alustavasti, että havaittu suhde on voimakkaampi keväällä kuin kesällä tai syksyllä. Tämä voi selittää sen, että parhaiten selittävä etäisyys ei täsmää pesimäaikaisten etäisyyksien kanssa. Merimetsot saattavat liikkua selvästi suuremmalla alueella kolonioiden ympärillä pesintään vasta valmistautuessaan.



**Kuva 8.14.** TiKe-aineiston pyydysten kalavahinkoja parhaiten selittävä keskihajonta (SD) on noin 22 km. Profiilidevianssi (pysty akseli;  $-2 \times \log$ -uskottavuuden erotus minimistä) kaksiulotteisen Gaussin ydinfunktion keskihajonnasta (SD km; vaakaa akseli) osoittaa, että kohtalaisen selkeä optimi löytyy noin 22 km kohdalla. Röpöläinen käyrä tekee optimin arvioinnin ja epävarmuuden tunnistamisen vaikeaksi. Arvioidun SD:n epävarmuus on suuri, sillä punainen vaakaviiva ( $y = 3,841$ ) määrittää SD:lle 95 % luottamusvälin.

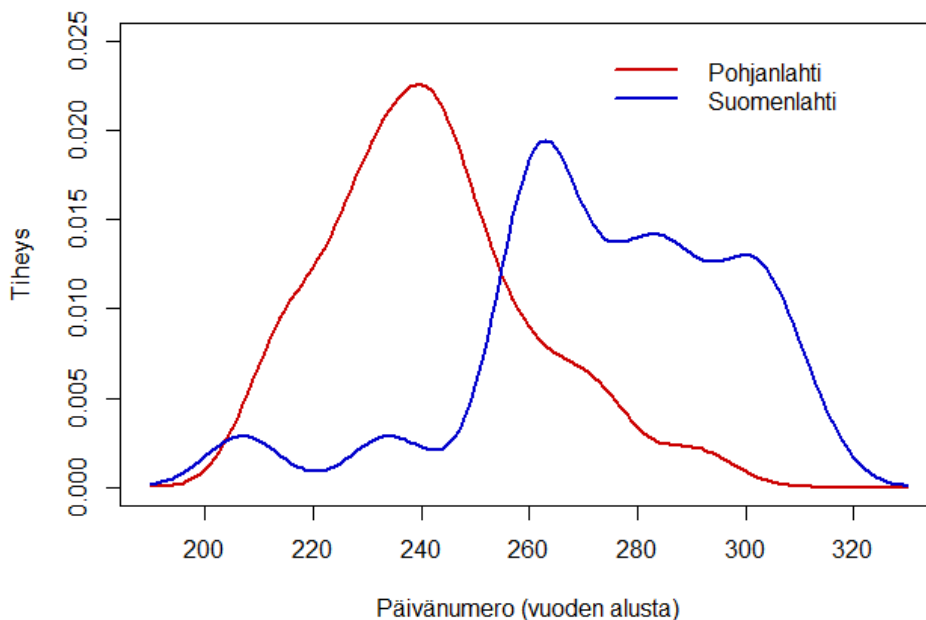
#### 8.4.4. Saalistushabitaatin mallinnus

Loppuraporttia kirjoittaessa elinympäristömallinnus on vielä kesken. Siinä käytettäväksi suunniteltuja selittäviä muuttujia ovat syvyys, etäisyys rannasta, altistus aallokelle, merenpohjan pohja-aines sekä rakkolevän esiintymistodennäköisyys, vitapohjat ja laguunit.

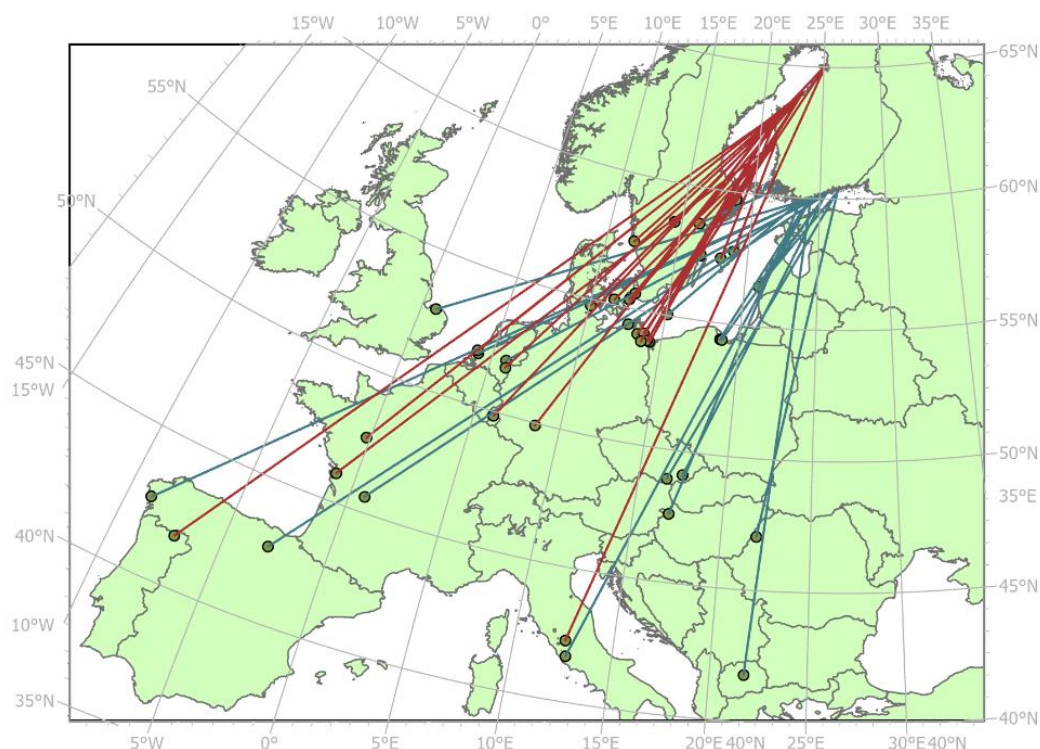
Pelkästään vuoden 2019 Suomenlahden aineiston mallinnuksen perusteella tiedämme, että merimetsoit kalastavat kyseisellä alueella mieluiten alle 5 metrin syvyydessä, ja kalastuskohteen käyttöaste laskee tasaisesti 15 metriin syvyyteen asti. Lisäksi aallokelle alttiimmat alueet ovat merimetsojen suosiossa.

#### 8.4.5. Merimetsojen syysmuutto ja talvehtiminen

Havaitsimme uutena tietona, että Pohjanlahden ja Suomenlahden merimetsoilla on selvästi toisistaan eroavat syysmuuton ajoitukset. Pohjanlahden linnut muuttavat pois Suomen aluevesiltä noin kuukautta aikaisemmin, keskimäärin elokuun lopulla, kuin Suomenlahden linnut, jotka muuttavat keskimäärin syys-lokakuun vaihteessa (Kuva 8.15). Lisäksi Pohjanlahden linnut suuntaavat muuttonsa yhdenmukaisemmin lounaaseen ja talvehtivat keskimäärin lännempänä kuin Suomenlahden linnut. Selkein ero lienee se, että osa Suomenlahden linnuista muuttavat lähes suoraan etelään, Baltian maiden kautta, ja päätyvät huomattavasti itäisemmille talvehtimisalueille (Kuva 8.16).



**Kuva 8.15.** Pohjanlahden ja Suomenlahden merimetsojen syysmuuton ajoitus eroaa selvästi toisistaan. Pohjanlahden linnut muuttavat pois Suomen aluevesiltä noin kuukautta aikaisemmin. Muuton huipun erojen lisäksi on selvä, että suurempi osa Suomenlahden linnuista jäävät Suomeen myöhäiseen syksyyn asti, jopa marraskuuhun. Päivä 200 on 19.7., päivä 240 on 27.8., päivä 280 on 6.10 ja päivä 320 on 15.11.



**Kuva 8.16.** GPS-seurannassa olevien merimetsojen muuton suunnat ja talvehtimispaikat. Pohjanlahden ja Suomenlahden lintujen talvehtimisalueissa on eroa. Osa Suomen linnuista muuttavat lähes suoraan etelään ja jäävät talvehtimaan Pohjanlahden lintuja selvästi idemmäksi, kun taas osa muuttavat samoille alueille kuin Pohjanlahden linnut.

## 8.5. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tämä hanke on tuottanut paljon uutta arvokasta tietoa, jota voi soveltaa niin merimetsovahinkojen suuruuden arvioimiseksi, niiden välttämiseksi kuin mahdollisten korvausten mitoittamisessa. Tässä osatutkimuksessa tarkasteltiin GPS-paikannustietoja ja sukellussensoreiden tietoja 52 merimetsosta pitkin Suomen rannikkoa. Sukupuolelleen määritetyistä 40 linnusta valtaosa (72 %) oli koiraita.

Merimetsot kalastavat aineiston mukaan keskimäärin 7,2 km etäisyydellä (95 % luottamusväli: 5,8–8,9 km) edellisestä yöpymispaikasta, eli usein pesimäluodolta. Kesäkuun lopulta elokuun alkuun keskimääräinen saalistusetäisyys yöpymispaikasta vähenee vajaasta 8 km:stä hieman alle 7 km. Kalastuspaikkojen ja yöpymispaikkojen välinen etäisyys vaihtelee merkittävästi sekä yksilöiden että alueiden välillä. Keskietaisyyden arvioitu alueellinen vaihteluväli on mallimme perusteella 4–11 km. Näilläkin keskiarvoilla esiintyy toisinaan myös reilusti yli 20 km pitkiä saalistuslentoja. Pesimäaikainen saalistuspaine on lähtökohtaisesti melko paikallista.

Kehitimme ydinestimointiin perustuvan menetelmän, jolla voi arvioida saalistuspainetta mille Suomen merialueella sijaitsevalle paikalle tahansa. Menetelmä perustuu arvioituun saalistusetäisyyden keskiarvoon, merimetsokolonioiden sijainteihin ja pesien lukumääriin. Muodostimme pesimäaikaiset lämpökartat tällä periaatteella 500×500 m resoluutiolla, perustuen tässä projektissa mallinnettuihin saalistusetäisyyksiin ja Suomen merimetsokolonioiden pesämäärien keskiarvoihin jaksona 2018–2023. Teimme myös vastaavan lämpökartan 27,6 km

keskimääräisellä saalistusetäisyydellä, perustuen luvussa 7 tehtyyn analyysiin, koskien EU-TIKE-aineiston pyydyksissä havaittujen merimetson vaurioittamien kalojen osuutta. Vaikutusalueen laajetessa näin paljon, kolonioiden lähellä oleva saalistuspaine muuttuu noin 10 kertaa pienemmäksi kuin pesimäaikaisissa saalistuspainekartoissa.

Pelkästään vuoden 2019 Suomenlahden aineiston mallinnuksen perusteella tiedämme, että merimetso kalastavat mieluiten alle 5 metrin syvyydessä ja että kalastuskohteen käyttöaste laskee tasaisesti 15 metriin syvyyteen asti. Myös aallokelle alttiimmat alueet ovat merimetsojen suosiossa.

Pohjanlahden linnut muuttavat pois Suomen aluevesiltä keskimäärin elokuun lopulla, kun taas Suomenlahden linnut muuttavat keskimäärin noin kuukautta myöhemmin, syys-lokakuun vaihteessa. Osa jäävät Suomenlahdella jopa marraskuuhun asti. Tällä voi olla suoria seurauksia merimetson aiheuttamien vahinkojen vakavuudelle, varsinkin koskien syksyllä tapahtuvia vahinkoja. Pohjanlahden linnut suuntaavat muuttonsa yhdenmukaisemmin lounaaseen ja talvehtivat keskimäärin lännempänä kuin Suomenlahden linnut. Selkein ero lienee se, että osa Suomenlahden linnuista muuttaa lähes suoraan etelään Baltian maiden kautta ja päättyy huomattavasti itäisemmille talvehtimisalueille. Pesimä- ja talvikantojen kytkeytyneisyyden tuntemisesta voi olla käytännön hyötyä, kun merimetson aiheuttamia ongelmia ratkotaan kansainvälisesti, esimerkiksi Euroopan Unionin tasolla.

## **Kiitokset**

Kiitämme tähän hankkeeseen osallistuneita vapaaehtoisia venekuskeja Veikko Forsbergia ja Jukka Piispasta sekä merimetsojen pyydystämiseen ja merkitsemiseen toimeksiantona osallistuneita Pekka Alhoa, Juhani Hannilaa, Jouni Kannonlahtea, Asseri Laitista, Juha Pikkarasta, Tuomo Puutiota, Hannu Tikkasta, Kai Pynssiä, Jukka Ylikarjula ja Kimmo Ylikarjula. Kiitämme myös aiemmassa Ammattikorkeakoulu Novian hankkeissa venekuskeina ja maastoapuna toimineita vapaaehtoisia henkilöitä: Martti Hario, Mikael Lindén, Timo Lumme, Matti Riihimäki ja Henri Selin, jotka työpanoksellaan ovat yhtä lailla mahdollistaneet tässä raportissa tarkasteltavan aineiston synnyn.

## 8.6. Työpakettin 5 viitteet

- Aintila, A. 2021. Merimetso. Julkaisussa: Hangon lintuasema: Asemalla havaittujen lintulajien esiintyminen. Versio 1.1. [<https://www.halias.fi/pitkaaikaisaineisto/>] [Viitattu 20.12.2023]
- Grémillet, D. & Wilson, R.P. 1998. A remote-controlled net trap for ground-nesting cormorants. *Seabird* 20: 44–47.
- Lehikoinen, A. & Vähätalo, A. 2000. Lintujen muuton ajoittuminen Hangon lintuasemalla vuosina 1979–1999. *Tringa* 27: 150–226.
- R Core Team 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing. — R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Wood, S.N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73: 3–36.



**Löydät meidät  
verkosta**

**luke.fi**

