



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) pesimäkoloniat Suomessa ja esiintyminen kalankasvatuslaitoksilla

Suvi Sinisalo

Biologia (ekologia ja evoluutiobiologia)

Pro gradu -tutkielma

Laajuus: 30 op

5.11.2025

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu

Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

Pääaine: Biologia (ekologia ja evoluutiobiologia)

Tekijä: Suvi Sinisalo

Otsikko: Harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) pesimäkoloniat Suomessa ja esiintyminen kalankasvatustiluksilla

Ohjaaja(t): Veijo Jormalainen, Toni Laaksonen, Camilla Ekblad

Sivumäärä: 42 sivua

Päivämäärä: 5.11.2025

Linnut ovat jo pitkään hyödyntäneet kasvatettua kalaa ravintonaan maailmanlaajuisesti aiheuttaen erilaisia haittoja kalankasvatustiluksille. Suomessa merimetson lisäksi kalatalousvahinkoja aiheuttaa harmaahaikara (*Ardea cinerea*). Harmaahaikarat hyödyntävät erityisesti kalankasvatustiluksien päälle asennettavia verkkoja saalistusalustanaan. Maailmanlaajuisesti tutkimus harmaahaikaran vaikutuksista kalankasvatustiluksille on jo muutaman vuosikymmenen takaista, eikä aihetta ole tutkittu Itämeren alueella juuri lainkaan. Yhtenä haittojen laajuuteen vaikuttavana tekijänä on ehdotettu harmaahaikarakolonioiden sijoittumista kalankasvatustilusten läheisyyteen. Harmaahaikara ei ole kuitenkaan Suomessa systemaattisesti seurattu lintu, eikä sen pesimäkolonioiden sijainteja tai kokoja ole koottu yhteen ja raportoitu. Tämän tutkimuksen tavoite on selvittää, missä Suomen harmaahaikarakoloniat sijaitsevat ja kuinka suuria ne ovat. Tavoitteena on selvittää myös, kuinka paljon harmaahaikaroita esiintyy Suomen kalankasvatustiluksilla ja mitkä tekijät vaikuttavat harmaahaikaroiden esiintymiseen. Harmaahaikarakolonioiden määrittämisessä käytin lintuharrastajien ilmoittamia harmaahaikarahavainnointia vuosilta 2018–2023. Määritin aineistosta varmat harmaahaikaran pesinnät koko Suomen laajuudelta, ja kolonian määritelmäksi valitsin vähintään viisi pesivää paria. Aineistosta pystyttiin varmistamaan yhteensä 64 harmaahaikaran pesimäpaikkaa, joista 24 täyttivät kolonian määritelmän. Kaikki koloniat sijaitsevat rannikolla, painottuen erityisesti eteläiseen Suomeen, mutta yksittäisiä pesintöitä oli runsaasti myös sisämaassa. Kalankasvatustiluksilla vieraillevien harmaahaikaroiden esiintyvyyden tutkimiseen käytin vuosina 2022–2023 kerättyä videoseuranta-aineistoa. Kalankasvatustiluksille asennettiin valvontakamerat, ja saadusta videoaineistosta kirjattiin haikarahavainnot. Tutkin haikaroiden esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä tilastollisesti yleistetyllä lineaarisella mallilla. Harmaahaikaroiden esiintymiseen vaikuttivat kasvatettavan kalan koko sekä kasvatustiluksen sijainti rannikolla. Haikaroita esiintyi vähemmän niillä kasvatustiluksilla, joilla kalat olivat suuria ja jotka sijaitsevat pohjoisemmassa. Etäisyydellä lähimpään tunnettuun harmaahaikarapesintään tai ajankohdalla ei ollut vaikutusta haikaroiden esiintymiseen. Tulosten perusteella harmaahaikaroiden esiintyminen Suomen kalankasvatustiluksilla on hyvin epätasaisesti jakautunutta. Tilanteen arvioiminen ja ongelman muodostumiseen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen on kuitenkin äärimmäisen tärkeää haittojen minimoimisen ja ennaltaehkäisyyn käytettävien resurssien jakamisen kannalta. Suomen harmaahaikarakannan seuraaminen voi olla mielekästä tulevaisuuden kannalta, sillä Suomi on harmaahaikaran nykyisen levinneisyyden pohjoisimpia osia, ja esimerkiksi ilmastonmuutoksen ja ihmisten elinkeinotoiminnan vaikutukset voivat vaikuttaa lajin tulevaisuuteen.

Avainsanat: kalankasvatus, harmaahaikara, *Ardea cinerea*, pesimäkolonia

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Vesiviljely ja kalankasvatus	1
1.2	Eläinten aiheuttamat vahingot kalankasvatustiloilla	2
1.3	Linnut kalankasvatustiloilla – haikarat	4
1.4	Haikarakolonioiden ja harmaahaikara Suomessa	5
1.5	Tutkimuksen tavoitteet	6
2	Aineisto ja menetelmät	8
2.1	Tutkimuslaji	8
2.2	Kalankasvatustilosten valinta tutkimukseen	9
2.2.1	Yhteistyö kalankasvatustilosten kanssa	9
2.2.2	Kamerajärjestelmän kuvaus	13
2.2.3	Videomateriaalin analyysi ja havaintojen kirjaaminen	15
2.3	Harmaahaikarakolonioiden tunnistaminen ja sijainnin määrittäminen	17
2.4	Tilastolliset menetelmät	19
3	Tulokset	20
3.1	Harmaahaikarakolonioiden sijoittuminen	20
3.2	Harmaahaikaroiden esiintyminen kalankasvatustiloilla	22
3.3	Harmaahaikaroiden käyttäytyminen kasvatustiloilla	25
4	Pohdinta	29
4.1	Harmaahaikarakolonioiden sijoittuminen	29
4.2	Harmaahaikaroiden esiintyminen kalankasvatustiloilla	31
4.3	Harmaahaikaroiden käyttäytyminen	33
4.4	Johtopäätökset	35
	Kiitokset	37
	Lähteet	38

1 Johdanto

1.1 Vesiviljely ja kalankasvatus

Vesiviljely on vesieliöiden, kuten kalojen, äyriäisten, nilviäisten ja levien kasvattamista kontrolloidusti erilaisissa vesistöissä. Vesiviljely on perinteisen kalastuksen ohella tärkeä osa maailman kalataloutta: vuonna 2020 vesiviljelyn osuus maailman kalataloudesta oli 49 %, ja viljellyistä eläimistä 89 % tuotettiin suoraan ihmisravinnoksi ja loput suurimmilta osin erilaisten kalatuotteiden, kuten kalaöljyn, valmistamiseen (FAO 2022). Kalanviljelyllä puolestaan tarkoitetaan nimenomaan kalojen kasvattamista. Kalankasvatusta voi toteuttaa monin eri muodoin niin sisämaassa erilaisilla allaslaitoksilla kuin merialueilla verkkoaltaissa.

Suomessa kalankasvatukseen sisältyy ruokakalan ja kalanpoikasten kasvatusta. Kalankasvatustiloja on sekä meri- että sisävesialueilla: poikaset kasvatetaan yleensä sisävesissä ja varsinainen ruokakala meressä, vaikkakin sisävesillä on myös ruokakalan kasvatusta (Suomen kalankasvattajaliitto ry 2022). Kaloja kasvatetaan ihmisravinnon lisäksi istutettavaksi luonnonvesiin. Vuonna 2022 Suomessa toimi 219 kalankasvatustilaa (Luonnonvarakeskus 2023b).

Suomen merialueilla kalat kasvatetaan verkkoaltaissa, joissa kalat elävät kahdesta kolmeen vuoteen (Suomen kalankasvattajaliitto ry 2022). Kasvatuksen alkuvaiheessa ja talvisäilytyksen ajan kasvatustilat sijaitsevat usein saaristojen suojissa ja rannikoiden läheisyydessä, mutta toisen vaiheen kasvatusta toteutetaan yleensä ulompana saaristossa ja avomerellä (Westerback ym. 2025). Suomen ruokakaloista noin puolet tuotetaan Ahvenanmaalla ja Suomen merillä kasvatusta keskittyy Saaristomereen ja Satakunnan alueille (Luonnonvarakeskus 2023a, Suomen kalankasvattajaliitto ry 2022).

Luonnonvarakeskuksen vuoden 2022 vesiviljelytilastojen mukaan vuonna 2022 Suomessa kasvatettiin 16,3 miljoonaa kiloa kalaa ihmisravinnoksi. Tärkein Suomessa viljeltävä kala on kirjolohi, jonka osuus vuonna 2022 kasvatetusta kalasta oli 94 % eli 15,3 miljoonaa kiloa. Toinen tärkeä kalalaji on siika, jota kasvatettiin 0,8 miljoonaa kiloa. Muita viljeltyjä ruokakalalajeja ovat esimerkiksi taimen ja kuha. Vuonna 2022 Suomessa viljellyn kalan rahallinen arvo oli 103 miljoonaa euroa.

1.2 Eläinten aiheuttamat vahingot kalankasvatuslaitoksilla

Kalaa syövien eläinten näkökulmasta kalankasvatuslaitokset tarjoavat suhteellisen tasalaatuista ravintoa keskittyneenä yhteen paikkaan, mikä houkuttelee eläimiä kasvatuslaitoksille. Nämä eläimet koetaan usein kalankasvattajien taholta riesana, ja taloudellisten intressien ja esimerkiksi eläintensuojelun tavoitteiden vastakkainasettelu voi aiheuttaa erilaisia konflikteja (Curtis ym. 1996, Quick ym. 2004, Kloskowski 2011, Manikowska-Ślepowrońska ym. 2015, Carss 2022, Saarikoski ym. 2024). Eläimet voivat aiheuttaa taloudellisia menetyksiä kalankasvattajille esimerkiksi vahingoittamalla tai syömällä kasvatettavia kaloja tai vahingoittamalla itse kasvatukseen vaadittua infrastruktuuria. Lisäksi kustannuksia voi syntyä käytettyjen vahinkojen ennaltaehkäisykeinojen käyttämisen ja ylläpitämisen osalta.

Viljeltyä kalaa saalistavista eläinryhmistä linnut ovat maailmanlaajuisesti yleisimpiä (Barrett ym. 2019). Muita ongelmaksi koettuja eläimiä ovat muun muassa saukot erityisesti sisämaan kasvatuslaitoksilla ja hylkeet merialueilla (Quick ym. 2004, Kloskowski 2011, Barrett ym. 2019).

Saalistus voi kuoleman ja fyysisten vaurioiden lisäksi aiheuttaa kaloille stressiä ja räsytystä, joilla voi olla vaikutuksia kalojen kasvunopeuteen ja terveyteen. Luonnonvaraisten eläinten mukana voi myös levitä tauteja ja loisia kasvatettuihin kaloihin, ja myös päinvastoin kasvatetuista kaloista luonnonvaraisiin eläimiin (esim. Barrett ym. 2019, Bouwmeester ym. 2021).

Eläinten saalistusta kalankasvatuslaitoksilla ennaltaehkäistään monin keinoin. Esimerkiksi eläinten ampuminen, altaiden päälle asennettavat verkot ja erilaiset ääniä tai visuaalisia elementtejä hyödyntävät pelottelutaktiikat ovat yleisesti käytössä olevia menetelmiä (Curtis ym. 1996, Kloskowski 2011). Saavutettu tehokkuus riippuu yleensä kohdelajista: esimerkiksi kasvatusaltaiden päälle asennettavat verkot ovat toimivimpia lintujen poissa pitämiseen, kun taas esimerkiksi hylkeitä voidaan karkottaa vedenalaisin äänin (Quick ym. 2004, Otieno & Shidavi 2022). Toisaalta kasvatusaltaiden päälliset verkot voivat tarjota joillekin lajeille, kuten haikaroille, laskeutumisalustan, jonka päältä ne voivat saalistaa kaloja verkon silmäkoon sen mahdollistaessa (Curtis ym. 1996). Eläimet voivat myös jäädä verkkoihin kuolettavasti kiinni (Carss 1993, Barrett ym. 2019). Eläinten suora tappaminen on kuitenkin vähentynyt lajisuojelun kehittyessä ja toisaalta

myös kalanviljelyn mahdollisimman hyvän maineen ja hyväksyttävyyden ylläpitämiseksi (Barrett ym. 2019).

Suomessa kalankasvatus on valvottua elinkeinotalouden piiriin kuuluvaa yritystoimintaa, ja kalankasvatukselle ongelmaksi koetut eläimet ovat rauhoitettuja. Suomessa rauhoitettujen eläinten aiheuttamien vahinkojen ennalta ehkäisemisestä ja korvaamisesta annetun lain (2022/15) nojalla kalankasvattajat voivat hakea avustusta vahinkojen ennaltaehkäisyyn sekä korvausta aiheutuneisiin vahinkoihin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksilta (ELY-keskukset). Esimerkiksi rauhoitettujen eläinten häätäminen ja tappaminen vaativat aina poikkeusluvan, joten Suomessa käytetyimmät vahinkojen ennaltaehkäisykeinot keskittyvätkin nimenomaan estämään eläinten pääsyn kaloihin käsiksi.

Kohdelajin lisäksi kustannustehokkuus ja käytännöllisyys vaikuttavat vahinkojen ehkäisyyn käytetyn keinon valintaan (Curtis ym. 1996). Esimerkiksi verkkojen hankinta ja ylläpitäminen voi olla liian kallista etenkin pienmuotoisille kalanviljelijöille, jolloin erilaiset häirintämenetelmät ovat yleisempiä (Otieno 2019). Lisäksi karkotuskeinoihin käytettyjen rahamäärien vaihtelu on sijainnista riippuen suurta: esimerkiksi Yhdysvalloissa Glahn ym. (1999) kartoitti kustannusten asettuvan keskimäärin 500 dollarin molemmin puolin, mutta joissain tapauksissa yltävän jopa yli 40 000 dollariin vuodessa.

Eläinten aiheuttamia taloudellisia menetyksiä on raportoitu suhteellisen paljon, mutta vain harvoin tarpeeksi kattavasti (Barrett ym. 2019). Tutkimuksissa esiintyy eri käytänteitä siitä, mitä kaikkea aiheutuneisiin talousvahinkoihin sisällytetään. Joissakin tutkimuksissa kustannuksiin on laskettu pelkästään saalistuksesta aiheutuneet vahingot ja joissain taas huomioon on otettu myös vahinkojen ennaltaehkäisyyn liittyvät kustannukset. Lisäksi eläinten aiheuttamia vahinkoja kartoitetaan usein kyselytutkimuksilla, jolloin kalankasvattajien taloudelliset intressit voivat vaikuttaa saatuihin tuloksiin, esimerkiksi jos aiheutuneita vahinkoja liioitellaan (Glahn ym. 1999, Kloskowski 2011). Arvioissa on myös vain harvoin verrattu aiheutuneita talousvahinkoja kalankasvatuslaitosten potentiaaliseen kokonaistuottoon tai huomioitu viljeltyjen kalojen kokonaiskuolleisuutta. Joissain tapauksissa kalankasvattajat eivät edes raportoi näitä tietoja riittävästi (Otieno 2019). Ongelmat ovat myös hyvin epätasaisesti ja paikallisesti jakautuneita, mikä vaikeuttaa entisestään kokonaiskuvan muodostamista ongelmien laajuudesta. Esimerkiksi Yhdysvaltain koillisosissa 92 % turskan viljelijöistä on kertonut

kokevansa kasvatuslaitoksella saalistavat linnut ongelmaksi, mutta saman alueen makeanveden kalojen viljelijöistä vain 61 % koki linnut ongelmaksi (Glahn ym. 1999).

1.3 Linnut kalankasvatuslaitoksilla – haikarat

Maailmanlaajuisesti merimetsojen (Phalacrocoracidae) ohella erityisesti haikaroiden (Ardeidae) on havaittu olevan tehokkaita kalanviljelyn hyödyntäjiä (mm. Carss 1993, Lekuona 2002, Werner ym. 2005, Kloskowski 2011). Haikaroista Euroopassa kalanviljelylaitoksilla esiintyvät pääosin harmaahaikara (*Ardea cinerea*) ja jalohaikara (*Egretta alba*), Pohjois-Amerikassa jalohaikaran lisäksi amerikanharmaahaikara (*Ardea herodias*) (Glahn ym. 1999, Werner ym. 2005, Barrett ym. 2019). Esimerkiksi kalankasvatuslaitosten päälliset verkot voivat toimia haikaroille saalistusalustana, jonka läpi haikaroiden on mahdollista saalistaa kaloja (Carss 1993, Curtis ym. 1996). Esimerkiksi Carss (1993) havaitsi aikuisten haikaroiden käyttävän vain 54 % kassilla vietetystä ajasta saalistamiseen, joten haikarat voivat käyttää kalankasvatuslaitoksia myös yöpymis- ja lepopaikkoina.

Haikaroiden esiintymisestä kalankasvatuslaitoksilla ja niiden aiheuttamista kalatalousvahingoista löytyy suhteellisen paljon kirjallisuutta, joskin arviot ovat usein raportoitu eri menetelmin. Kyselytutkimuksien lisäksi näissä tutkimuksissa on havainnoitu haikaroita ja niiden käyttäytymistä ja saalistusta kalankasvatuslaitoksilla suoraan (esim. Carss 1993, Glahn ym. 1999, Lekuona 2002, Werner ym. 2005). Aihetta on kuitenkin tutkittu viime vuosina vain vähän, ja esimerkiksi Itämeren alueelta aiheesta ei ole lainkaan tieteellisiä julkaisuja. Ottaen huomioon, että harmaahaikara on yleistynyt Itämeren ja erityisesti Suomen rannikoilla vasta 1990-luvun jälkeen (Valkama ym. 2011), ajankohtaiselle tutkimukselle on tarvetta mahdollisen ongelman laajuuden selvittämiseksi. Lisäksi tutkimusmenetelmät, kuten erilaiset kameraseurannat, ovat kehittyneet parin vuosikymmenen aikana, mikä mahdollistaa lintujen kalataloudelle aiheuttamien haittojen entistä tarkemman seurannan.

On myös havaittu, että haikarakolonian sijoittuminen kalankasvatuslaitoksen läheisyyteen voi vaikuttaa kasvatuslaitoksella vierailevien haikaroiden määriin (Lekuona 2002, Manikowska-Ślepowańska ym. 2015), joskin aihetta on tutkittu ilmeisen vähän (Barrett ym. 2019). Esimerkiksi erityisesti lisääntymiskaudella harmaahaikaroiden on havaittu esiintyvän runsaammin kalankasvatuslaitoksilla Ranskassa (Lekuona 2002). Kalankasvatuslaitokset voivat vaikuttaa myös positiivisesti haikaroiden

lisääntymismenestykseen ravinnon myötä (Carss & Marquiss 1996). Haikaroiden paikallisen levinneisyyden ja saalistustapakäyttämisen tunnistaminen voivat auttaa ehkäisemään haikaroiden aiheuttamia ongelmia kalankasvatuslaitoksilla ja toisaalta myös tunnistamaan esimerkiksi ihmisen muovaamien ympäristöjen ja elinkeinotoiminnan vaikutuksia haikaroihin.

1.4 Haikarakolonioiden ja harmaahaikara Suomessa

Haikarat pesivät yleensä pesimäyhdyksissä, eli kolonioissa, mutta esimerkiksi levinneisyysalueensa rajoilla myös yksittäin (Cramp & Simmons 1977, Marion 1989). Kolonia voi muodostua joko yhden tai usean lajin haikaroista (Moser 1984, Kazantzidis ym. 2013). Toisten haikaralajien lisäksi haikarat voivat pesiä myös esimerkiksi merimetsojen tai varislintujen seassa tai läheisyydessä (Cramp & Simmons 1977, Gagliardi ym. 2022). Haikaroiden kolonioiden muodostuvat yleensä aina jonkin vesistön läheisyyteen, ja kolonion ympärillä sijaitsee usein jonkinlainen turvavyöhyke, kuten pensaikon muodostama tiheikkö tai metsikkö (Hafner 1997, Kelly ym. 2008, Manikowska-Ślepowrońska ym. 2016). Vesistöt ovat ennen kaikkea haikaroiden ruokailupaikkoja, mutta myös muun ravinnon ja pesänrakennusaineiden saatavuus, mahdolliset häiriötekijät, ympäröivä kasvillisuus ja ruokailupaikkojen laatu vaikuttavat kolonion sijainnin muodostumiseen (Hafner 1997, Thomas & Hafner 2000, Kelly ym. 2008, Kazantzidis ym. 2013, Manikowska-Ślepowrońska ym. 2016). Haikaroiden käyttämät ruokailupaikat eivät kuitenkaan yleensä sijaitse pesimäkolonion välittömässä läheisyydessä, vaan keskimäärin 2–38 kilometrin etäisyydellä koloniasta (Cramp & Simmons 1977, Kushlan 1978, Marion 1989).

Suomessa esiintyy kolme haikaroiden heimoon kuuluvaa lintulajia: harmaahaikara (*Ardea cinerea*), jalohaikara (*Egretta alba*) ja kaulushaikara (*Botaurus stellaris*). Näistä harmaahaikara on runsaslukuisin ja myös säännöllisesti kalankasvatuslaitoksilla vierailleva laji (Muuri 2018, Westerbohm ym. 2024). Muiden haikaroiden tapaan harmaahaikara pesii tyypillisesti kolonioissa, mutta myös yksittäin tai vain muutaman pesän ryhmissä (Cramp & Simmons 1977). Suomen harmaahaikarakolonioiden lukumäärästä tai sijoittumisesta ei kuitenkaan ole kokonaiskuvaa, sillä aihetta ei ole tutkittu eikä kolonioita määritetty. Laji on Suomessa kuitenkin elinvoimainen ja sen pesimäkannaksi on havaintoarkistojen ja asiantuntija-arvioiden perusteella arvioitu noin 1500–2000 paria (Lehikoinen ym. 2025).

Harmaahaikara on suhteellisen uusi tulokas Suomessa: ensimmäinen pesintä varmistettiin 1920-luvulla (Valkama ym. 2011). Kanta kasvoi alkuun hitaasti ja parimäärä pysyi alle sadan vielä 1990-luvun loppuun asti. Harmaahaikarakannan kasvaessa ja haikaroiden levittäytyessä ne ovat oppineet hyödyntämään myös suomalaisia kalankasvatuslaitoksia ravinnonhaussa. Suomalaiset kalankasvattajat ovatkin alkaneet mieltämään harmaahaikaran uudeksi haittaeläimeksi (Muuri 2018, Hauhia ym. 2023, Westerbom ym. 2024). Harmaahaikara on luonnonsuojelulain (2023/9) nojalla rauhoitettu laji, jonka tappaminen ja häiritseminen on kiellettyä, joten kalankasvattajien keinot kalavahinkojen ehkäisyyn rajoittuvat haikaroiden kalojen syönniltä suojautumiseen.

1.5 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat harmaahaikaran esiintymiseen kalankasvatuslaitoksilla Suomen rannikolla. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa Suomen harmaahaikaroiden pesinnät ja mahdolliset koloniat.

Harmaahaikaran tyypillinen kalasaalis on kooltaan noin 10–200 grammainen (Gwiazda & Amirowicz 2005), mutta haikaroiden on havaittu saalistavan myös 200–300 gramman painoisia kaloja kasvatuskasseilta (Carss 1993, Lekuona 2002). Lajin ruokailutottumukset huomioiden kalan koko voi siis vaikuttaa harmaahaikaran mahdollisuuksiin käyttää kasvatettua kalaa ravintonaan, ja siten myös kasvatuskassin houkuttelevuuteen saalistuspaikkana. Harmaahaikaran keskimääräisen ravinnonhakumatkan sekä Suomen nykyisen levinneisyyden perusteella harmaahaikarakolonioiden läheisyys voi myös vaikuttaa harmaahaikaran esiintymiseen kasvatuskasseilla.

Ensimmäinen hypoteesini onkin, että mitä lähempänä harmaahaikarakoloniaa kasvatuskassit sijaitsevat, sitä enemmän harmaahaikarat viettävät aikaa kassilla. Toinen hypoteesini on, että mitä isompia kasvatuskassin kalat ovat, sitä vähemmän harmaahaikaroita kassilla esiintyy. Kolmas hypoteesini on, että mitä pohjoisempaa kasvatuskassi sijaitsee, sitä vähemmän harmaahaikaroita kassilla esiintyy, ottaen huomioon harmaahaikaran nykyisen tunnetun levinneisyyden Suomessa. Harmaahaikaran ollessa muuttolintu, ajallisen vaihtelun osalta hypoteesini on, että syksyllä haikaroiden aloittaessa syysmuuttonsa, haikarat vähenevät kasvatuskasseilla.

Harmaahaikara ei ole Suomessa systemaattisesti seurattu lintu, eikä sen pesimäpaikoista ole tuotettu koottua tietoa. Näiden tekijöiden tutkiminen ja kolonioiden sijaintien

määrittäminen ovat tärkeitä kalankasvatuksen vahinkojen ennaltaehkäisy- ja korvausmenetelmien kehittämisen kannalta. Myös tieto ongelman laajuudesta on tärkeää. Esimerkiksi tieto lähistöllä sijaitsevista harmaahaikarakolonioista voi mahdollistaa kalankasvatustilustensa tehokkaampien suojauskeinojen käyttämisen, tai vaikuttaa mihin kasvatuskassit tulisi sijoittaa merialueilla. Lisäksi harmaahaikarakolonioiden sijaintien tunnistaminen mahdollistaa entistä tarkemman lajistonseurannan Suomen pesimälinnustosta.

Tutkimuksen tavoitteena on myös kuvata harmaahaikaroiden käyttäytymistä kalankasvatuskasseilla, jotta voidaan pohtia esimerkiksi mahdollisuuksia kehittää parempia kalavahinkojen ehkäisykeinoja haikaroiden käyttäytymisen tuntemisen pohjalta.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimuslaji

Harmaahaikara (*Ardea cinerea* L.) on suurikokoinen haikaroiden (Ardeidae) heimoon kuuluva lintu (kuva 1). Pituudeltaan se on noin 84–102 senttimetriä ja painoltaan 900–1000 grammaa. Harmaahaikara on Suomessa muuttolintu, ja sen kevätmuutto osuu maaliskuuhun puitteille ja syysmuutto elokuun lopulta marraskuulle. Useimmat yksilöt palaavat pesimään syntymäkoloniaansa (Cramp & Simmons 1977). Harmaahaikaran pesimäkannaksi vuosien 2019–2024 ajalta arvioitiin 1500–2000 paria (Lehikoinen ym. 2025).



Kuva 1. Harmaahaikara (*Ardea cinerea*). Kuva: Derek Keats.

Harmaahaikara on pesäpaikkavaatimuksiltaan melko joustava (Hafner 1997). Muiden haikaroiden tapaan pesäpaikan valintaan vaikuttaa eniten lähistöltä löytyvä vesistö, kuten matala lahti tai ranta (Thomas & Hafner 2000, Kelly ym. 2008).

Pesäkseen harmaahaikara rakentaa suuren risurakennelman puuhun, Suomessa yleensä kuusen tai männyn, latvukseen, ja pesään munitaan 4–6 munaa, joita molemmat emot hautovat. Samat pesät ja pesäpaikat ovat käytössä vuodesta toiseen (Cramp & Simmons 1977). Pesä voidaan joissain tapauksissa myös rakentaa maahan esimerkiksi ruovikon sekaan (Cramp & Simmons 1977, Thomas & Hafner 2000). Pesimäkäyttäytymisen joustavuus voi siis olla elintärkeä ominaisuus populaation säilymisen kannalta.

Harmaahaikaran tärkein ravinnonlähde on kala, jonka osuus ravinnosta voi olla jopa 90–95 % (Jakubas & Mioduszezka 2005). Harmaahaikarat syövät myös muita eläimiä, kuten sammakkoeläimiä, pieniä nisäkkäitä, hyönteisiä ja matelijoita. Aikuisen harmaahaikaran minimiravinnontarve on noin 300–500 g päivässä, ja yksittäinen saalis on keskimäärin 10–200 grammainen (Cramp & Simmons 1977, Gwiazda & Amirowicz 2005). Harmaahaikaran ruokailukäyttäytyminen on hyvin joustavaa, mutta ruokailupaikkana on yleensä jokin matala, kahlattava vesistö tai maa-alue, kuten pellonreuna (Dimalexis ym. 1997, Hafner 1997). Ajallisesti ravinnonhankinta keskittyy usein aamun aikaisille tunneille tai iltahämärään (Cramp & Simmons 1977, Kushlan 1978). Harmaahaikara on yleisesti yksinruokaileva ja käytettyjä ruokailupaikkoja yleensä myös puolustetaan muilta yksilöiltä (Cramp & Simmons 1977, Marion 1989).

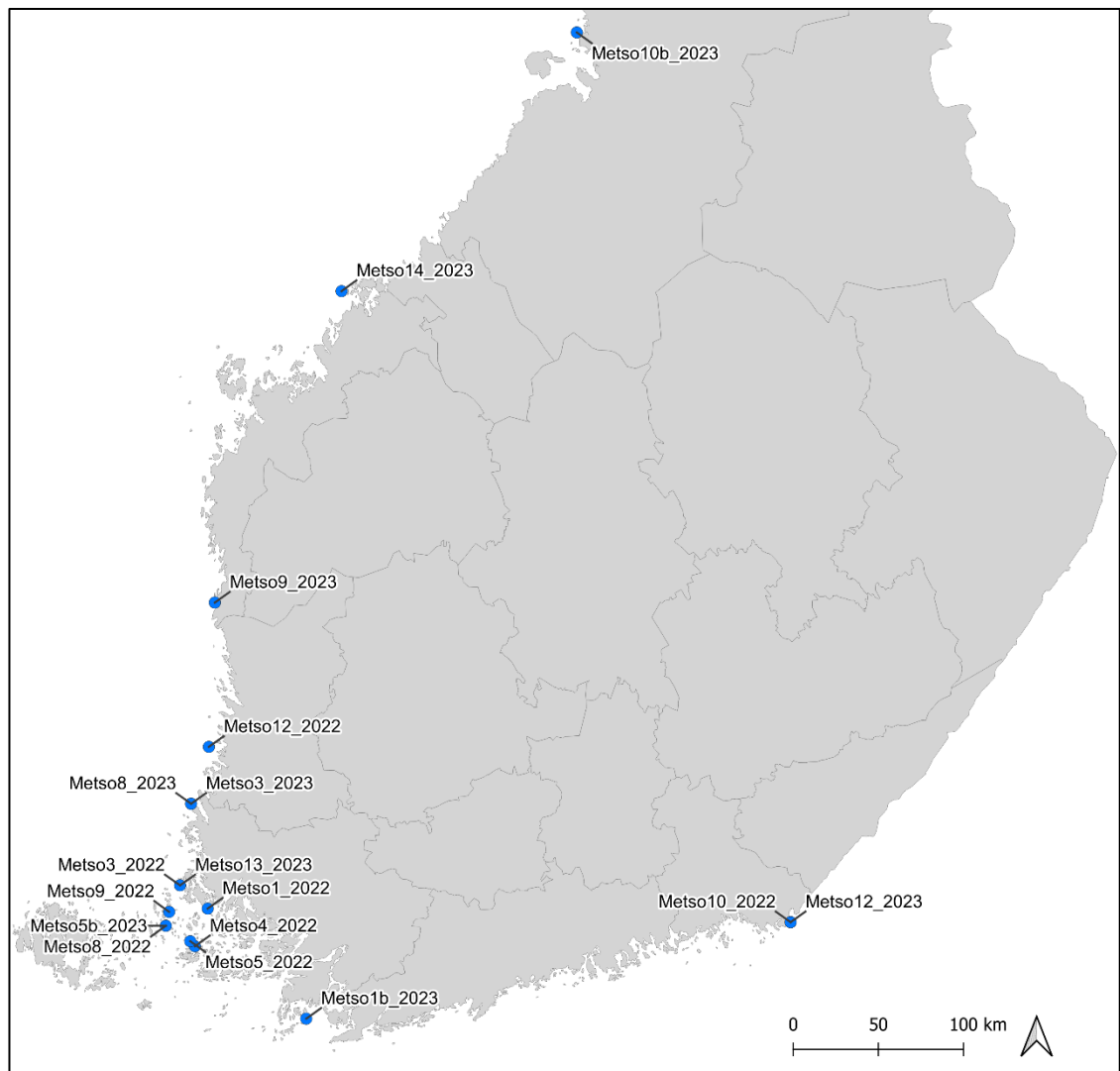
2.2 Kalankasvatuslaitosten valinta tutkimukseen

2.2.1 Yhteistyö kalankasvatusyrittäjien kanssa

Seuraavana kuvailtavat menetelmät kalankasvatusyrittäjien valinnan, tutkimukseen käytetyn kamerajärjestelmän kehittämisen ja kuvatun aineiston analyysin osalta on kehitetty projektia ”Merimetson ja harmaahaikaran suorat kalatalousvahingot” varten (Westerbom ym. 2024).

Mukana olleet kalankasvatusyrittäjät valittiin yrityshaastattelujen perusteella. Osallistuminen oli yrittäjälle vapaaehtoista, mikä rajoitti otantaa, sillä kaikki potentiaaliset yrittäjät eivät halunneet mukaan. Mukaan pyydettiin yrittäjiä, jotka olivat kokeneet merimetsot tai harmaahaikarat ongelmiksi kasvatuslaitoksillaan, jotta maksimivahingot saataisiin kartoitettua. Kerättyä dataa ei siten voi käyttää lintujen esiintymisen yleistämiseen kaikille kalankasvattamoille, sillä aineistossa voivat olla ylliedustettuna laitokset, joilla lintuja lähtökohtaisesti esiintyy. Tuloksia voidaan kuitenkin yleistää niihin kalankasvatuslaitoksiin, joissa lintujen aiheuttamia haittoja esiintyy.

Seuratut kasvatuslaitokset valittiin siis halukkaiden kasvattajien joukosta ja mahdollisuuksien mukaan niin, että laitoksia olisi eri etäisyyksillä merimetsokolonioista. Harmaahaikarakolonioiden osalta kyseessä oli satunnaisotos, sillä haikarakolonioiden sijainnit eivät olleet tiedossa. Lopulta mukana oli yhteensä kymmenen vesiviljely-yrittäjää ja 13 kasvatuslaitosta vuosien 2022 ja 2023 aikana, ja näistä kolme yritystä oli mukana molempina vuosina. Valituilla laitoksilla seurattiin ympärivuorokautisella videoseurannalla 1–2 kasvatuskassia. Kasvatuslaitokset sijaitsivat Suomenlahden, Saaristomerén, Selkämerén sekä Pohjanlahden alueilla, painottuen Saaristomerelle, jossa kalankasvatus on runsainta (kuva 2).



Kuva 2. Kalankasvatuskassien sijainnit kartalla (n = 18). Huomioitavaa, että Metso12_2023 sisältää myös kassin Metso12b_2023. Taustakartta © Maanmittauslaitos, Maakunnat 2024.

Kasvatuslaitoksilla kasvatetut kalat olivat sekä poikasia että ruokakalaa, ja osa laitoksista sijaitsi lähempänä rannikkoa ja osa ulompana saaristossa. Yhdellä kasvatuslaitoksella

kasvatettiin siikaa, muilla kasvatettiin kirjolohta. Kalojen eri kokoluokkia sisällytettiin, jotta myös koon mahdollinen vaikutus saalistuspaineeseen ja vahinkojen määrään saataisiin kartoitettua. Suojaverkkojen osalta 14 kasvatuskassilla oli suojaverkko koko seuranta-ajan, kahdella kassilla suojaverkkoa ei ollut lainkaan ja yhdeltä kassilta poistettiin verkko kesken seurannan.

Seurannassa oli mukana vuonna 2022 kahdeksan ja 2023 kymmenen kasvatuskassia, yhteensä siis 18 (taulukko 1). Vuonna 2023 kasvatuskassia, jolta suojaverkko poistettiin kesken kuvaamiskauden, on käsitelty kahtena eri kassina: taulukossa 1 kamerat Metso12 ja Metso12b.

Taulukko 1. Tutkimuslaitosten sijaintien ja kuvausajankohtien sekä tulkittujen päivien erittely. Otantapäiviä, joiden videomateriaali on tässä tarkastelussa mukana, oli kaikkiaan 225.

KAMERAN TUNNISTE	VUOSI	KUVAUSAIKA	SIJAINTI	OTANTAPÄIVÄT (LUKUMÄÄRÄ)
Metso1	2022	29.6.–28.8.	Naantali	9
Metso3	2022	17.6.–20.9.	Kustavi	17
Metso4	2022	2.7.–3.10.	Houtskari	17
Metso5	2022	2.7.–3.10.	Houtskari	17
Metso8	2022	29.7.–29.9.	Brändö	12
Metso9	2022	22.7.–29.9.	Brändö	13
Metso10	2022	3.9.–18.10.	Violahti	9
Metso12	2022	6.9.–11.10.	Pori	7
Metso1b	2023	22.6.–27.8.	Kemiönsaari	13
Metso3	2023	9.6.–6.9.	Rauma (isot kalat)	14
Metso5b	2023	15.6.–4.9.	Brändö	13
Metso8	2023	9.6.–6.9.	Rauma (pienet kalat)	15
Metso9	2023	12.5.–3.10.	Kristiinankaupunki	19
Metso10b	2023	20.7.–11.9.	Oulu	8
Metso12	2023	25.4.–6.6.	Violahti	8
Metso12b	2023	6.6.–26.9.	Violahti	20
Metso13	2023	14.–17.7., 13.9.	1.– Kustavi	7
Metso14	2023	21.7.–29.8.	Pietarsaari	7

Kameraseuranta toteutettiin huhtikuun ja lokakuun välillä. Kasvatuslaitosten kuvausaika oli neljästä päivästä miltei neljään kuukauteen, keskimäärin 2,3 kk (taulukko 1) ja kamerat kuvasivat kasseja vuorokauden ympäri lukuun ottamatta syyskuukausia, jolloin kameroiden virta ei olisi riittänyt ympärivuorokautiseen seurantaan. Videodatan suuren määrän sekä aikarajoitteiden vuoksi aineistosta analysoitiin vain noin joka kuudennen päivän materiaali (taulukko 1). Aikaväli oli kuitenkin joustava esimerkiksi kameran

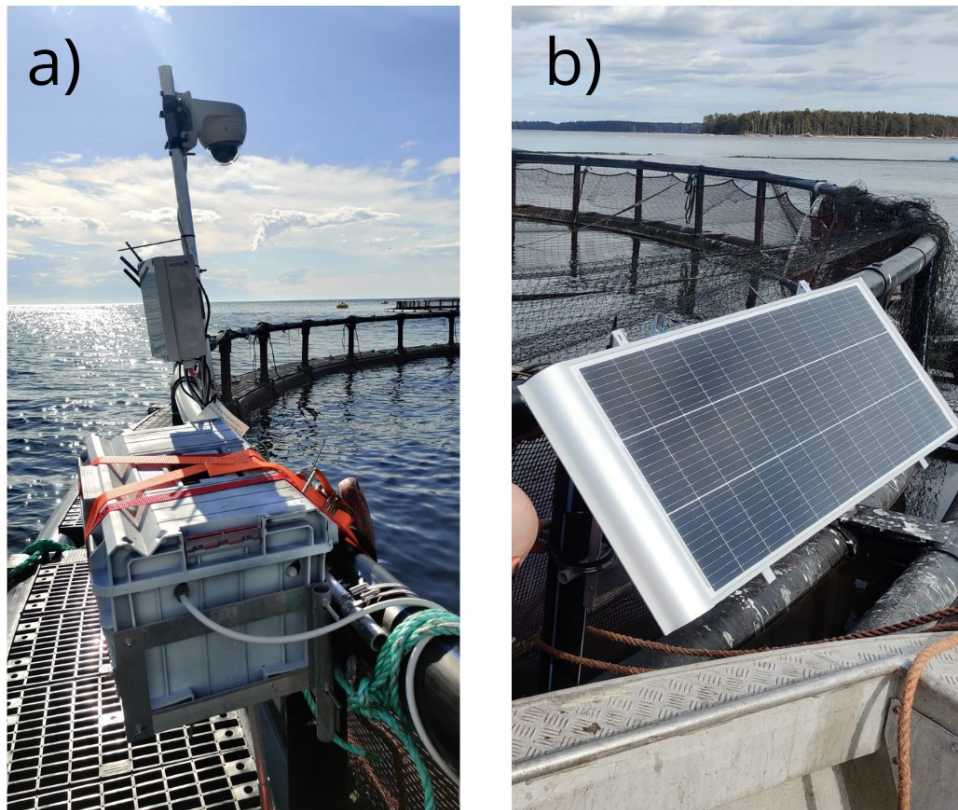
häiriötilanteen sattuessa. Kuuden päivän intervalli valikoitui myös muun muassa siksi, etteivät mahdolliset säännölliset tapahtumat kasseilla, kuten yrittäjän tietyille viikonpäiville osuvat huoltokäynnit, vääristäisi dataa.

2.2.2 Kamerajärjestelmän kuvaus

Projektin yhteydessä kalankasvatuslaitosten kuvaamista varten kehitettiin etäseurattava ja itsenäisesti toimiva kamerajärjestelmä (Ovaskainen 2024). Kamerana käytettiin SD49225XA-HNR-P Dahua PTZ Lite-AI IR 2 Mpx 25x IP -kameraa (4.8–120 mm), joka kiinnitettiin alumiinitankoon (kuva 3a). Alumiinitanko puolestaan kiinnitettiin kalankasvatusallasta ympäröivään kehikkoon ja se tuettiin. Kameratankoon kiinnitettiin myös vedenpitävä muovikotelo, joka sisälsi virranjaon, reitittimen (RUT240) ja datasiirtokaapelin (RJ45) kameralle.

Kasvatusaltaan kehikkoon asennettiin myös laitekotelo varten suunniteltu alumiininen teline. Laitekoteloon asennettiin vedenpitävä IP-suojattu muovinen laatikko (585 x 385 x 320 mm), joka sisälsi kameran virtalähteenä toimivan Li-ion-akun (Tab HD 12V 100Ah LiFePO4 BT HD12-100), aurinkopaneelin lataussäätimen (Sunbeam MoonRay 160 MPPT) sekä paineenavausventtiilin lämmön poistumista varten (kuva 3a).

Kamerajärjestelmä sai virtaa 125 W monikide PERC (Passive emitter and rear contact) -aurinkopaneelilla. Aurinkopaneelille suunniteltiin myös tuki- ja kiinnitysjärjestelmä, ja se kiinnitettiin kameralaitteiston läheisyyteen. Paneeli pyrittiin asentamaan kasvatusaltaan eteläiselle puolelle noin 45 asteen kulmaan energiantuotannon maksimoimiseksi. Lisäksi aurinkopaneeli suunnattiin aina ulospäin kasvatusaltaasta, ettei altaan verkko vaurioituisi paneelista tai sen rakenteista, ja jotta kasvatuslaitoksen työntekijöiden työskentely ei hankaloituisi (kuva 3b).



Kuva 3. a) Kalankasvatuskassin rakenteisiin kiinnitetty kamera sekä laitekotelo kehikkoineen. b) Kamerajärjestelmään yhdistetty aurinkopaneeli. Kuvat: Antti Ovaskainen.

Kaikki käytetyt johdot suojattiin riittävästi IP-suojatuilla komponenteilla ja kiinnitys- ja tukirakenteissa käytettiin suolaveden kestäviä materiaaleja. Kasvatusaltaan rakenteita ei muutettu kamerajärjestelmän asentamiseksi.

Kameroita hallinnoitiin etänä kameravalmistajan Dahua Network Speed Dome & PTZ Camera Web 3.0 -ohjelman avulla. Kamerat suunnattiin etäohjelman avulla kuvaamaan kasvatusallasta mahdollisimman kattavasti siten että mahdollisimman suuri osa altaasta olisi näkyvillä. Ohjelma siis mahdollisti kameralaitteiston etähallinnan, joka on tärkeää hankalasti saavutettavien kohteiden osalta. Myös kalankasvatustyöntekijät pystyivät itse seuraamaan reaaliaikaista kuvavirtaa kasvatuslaitoksiltaan, rajatuin oikeuksin, ilman kameroiden hallintamahdollisuutta.

Kuvausjärjestelmästä kuvavirta siirrettiin mobiilidatana 3-4G verkkoon, jonka välityksellä kuvatiedostot siirrettiin Turun yliopiston hallinnoimalle palvelimelle FTP:tä hyödyntäen. Kuvatiedostot asetettiin tallentumaan yhden tunnin mittaisina videoina palvelimelle mahdollisten korruptiotilanteiden varalta, jotta kuvamateriaalin hävikkiriski saatiin minimoitua.

Kameroiden kuvavirta ja sen tallentuminen, ja siten kamerajärjestelmän toiminta tarkistettiin säännöllisesti noin kerran viikossa. Tallentumisessa esiintyi joitakin yksittäisiä ongelmia ja katkoksia, jotka johtuivat joko kameran tai reitittimen ohjelmistossa tapahtuneesta virheestä, jonka seurauksena kameran tallennus oli loppunut. Asennuksessa tai asennuksen jälkeen syntyneet johtoviat aiheuttivat myös joitakin katkoksia, joiden seurauksena kameran virransyöttö ei toiminut odotetusti.

2.2.3 Videomateriaalin analyysi ja havaintojen kirjaaminen

Videoaineiston läpikäynti ja havainnot tehtiin katsomalla videomateriaali VLC-media player -ohjelmaa. Videoita katsottiin 0,5–32-kertaisella nopeutuksella videoaineiston suuren määrän ja laajuuden vuoksi, ja nopeutus hidastettiin aina, kun havaittiin lintu. Harmaahaikaroiden ja merimetsojen lisäksi havaittiin lokkeja, variksia, merikotkia ja sääksiä. Mediasoitin mahdollisti myös videon pysäyttämisen tai kelaamisen taakse- tai eteenpäin, mikä helpotti lintujen tunnistamista, yksilömäärien laskua sekä saalistusyritysten ja onnistuneiden saalistusten varmentamista. Nämä ominaisuudet olivat käteviä erityisesti kasvatuskasseilla, joilla esiintyi paljon lintuja.

Yhden vuorokauden videomateriaali käytiin läpi yhden tunnin tarkkailujaksoissa. Videolta havainnoitiin ja kirjattiin ylös taulukossa 2 esitetyt muuttajat.

Taulukko 2. Videomateriaalista ylös kirjatut sekä lasketut ja näistä johdetut laskennalliset muuttujat.

Haikaroiden lukumäärä verkolla viiden minuutin aikana	Kuinka monta haikaraa verkolla on ollut yhtä aikaa viiden minuutin välein (00:00, 00:05, 00:10...) (yksilömäärä/5 min)
Harmaahaikaroiden maksimimäärä tunnissa	Suurin harmaahaikaroiden yksilömäärä kasvatuskassilla samaan aikaan, myös kassin kaiteella tai rakenteilla oleskelevat haikarat (maks. yksilömäärä/tunti)
Potentiaalisesti saalistavien harmaahaikaroiden maksimimäärä	Harmaahaikaroiden maksimimäärä verkolla yhtä aikaa (maks. yksilömäärä/tunti tai maks. yksilömäärä/vrk)
Haikaraminuutit	Kuinka monta minuuttia verkolla on oleskellut ainakin yksi haikara tunnissa ja vuorokaudessa (min/tunti tai min/vuorokausi) ¹

¹ Tunnin ajalta niiden viisiminuuttisten summa, jolloin verkolla on ollut vähintään yksi haikara. Esimerkiksi jos tunnin aikana verkolla on ollut vähintään yksi haikara seitsemän viiden minuutin ajan, kyseisen tunnin haikaraminuutit ovat $7 \times 5 = 35$. Tunnissa haikaraminuuttien maksimiarvo on siis 60. Vastaavasti vuorokauden haikaraminuutit on saatu laskemalla tuntikohtaiset haikaraminuutit yhteen. Vuorokauden maksimihaikaraminuutit ovat siis $60 \times 24 = 1440$.

Kultakin kasvatuskassilta kirjattiin myös kasvatetun kalan koko kasvatuskauden alussa ja lopussa. Edellä mainittujen lisäksi ylös kirjattiin myös lintujen saalistusyriytyksiä, onnistuneita ja epäonnistuneita saalistuksia sekä muita mahdollisia huomioita esimerkiksi lintujen käyttäytymisestä. Ylös kirjattiin myös laadunvarmistukseen käytettyä dataa, esimerkiksi havainnoitsijan arviota pilvisyydestä, aallokon voimakkuudesta, sateesta, valon määrästä, sekä havainnoijan arvio havainto-olosuhteista yleisesti (huono/normaali/hyvä).

Öiseen aikaan havaintojen tekeminen oli ajoittain hyvin vaikeaa tai mahdotonta pimeyden takia; ainoastaan keskikesällä myös öinen havainnointi oli mahdollista. Kaikilta vuorokausilta ei siis voitu kirjata havaintoja jokaiselta tunnilta. Harmaahaikaroiden kuitenkin havaittiin käyvän tai oleskelevan ja saalistavan kasvatuskassilla myös öisin.

2.3 Harmaahaikarakolonioiden tunnistaminen ja sijainnin määrittäminen

Suomen harmaahaikarakolonioiden sijainteja ja ominaisuuksia ei ole entuudestaan koottu yhteen, joten määritin koloniat lintuharrastajien ilmoittamasta havaintoaineistosta. Aloitin kolonioiden määrittämisen tekemällä tietopyynnön Tiira.fi -havaintopalvelusta. Tiira.fi -havaintopalvelu on BirdLife Suomi ry:n ylläpitämä kaikille avoin alusta lintuhavaintojen keräämiseen, arkistointiin ja julkaisuun. Pyysin palvelusta koko Suomen haikarahavainnot vuosilta 2018–2023. Aineisto sisälsi havainnon yksilöivän ID-numeron, päivämäärätiedot, kunnan, havainnoijan koordinaatit ja tarkkuusviittauksen, havaitun linnun koordinaatit tarkkuusviittauksineen, mahdollisia lisätietoja, lintuatlaskoodin, havaittujen lintujen määrän, puvun, iän, tilan ja pesinnän. Aineisto perustuu pääosin lintuharrastajien tekemiin havaintoihin, ja käytetyt havainnot eivät edusta systemaattista otosta harmaahaikaroiden esiintymisestä.

Halusin rajata aineiston kattamaan pesivät harmaahaikarat, joten rajasin havainnot ajallisesti harmaahaikaran pesimäkaudelle touko-elokuulle. Annoin kullekin havainnolle arvon 0, 1 tai 2 pesinnän varmuuden mukaan: 0 = ei pesintää, 1 = ei suoraan pesintään viittaavia tietoja ja 2 = varmasti pesintä. Havainto sai arvon 2 automaattisesti, jos havainnon kirjaaja oli merkinnyt pesintäsarakkeeseen pesinnän, tai jos havaitun linnun iäksi oli merkitty pp (pesäpoikanen) tai puvuksi pull (untuvapoikanen). Kaikki linnut, joiden tila oli paikallinen (p), ei siis esimerkiksi muuttava, saivat arvon 1. Loput havainnot saivat arvon 0.

Suodatin aineistosta havainnot paikallisista linnuista ja kävin näiden havaintojen lisätietomerkinnot systemaattisesti läpi. Jos lisätiedoissa oli selkeästi pesintään viittaavia tietoja, esimerkiksi kuvaus ”istui pesällä” tai merkintä, johon oli laskettu poikasmäärät pesiltä tai pesillä istuvat haikarat, varmistin havainnon pesinnäksi. Jotkin havainnot pystyin varmistamaan ei pesiviksi, ja havainnoille, joita ei voitu varmistaa pesiviksi tai ei pesiviksi, jätin arvon 1. Havaintojen koordinaateiksi määritin linnun koordinaatit, jos ne olivat annettuina, muussa tapauksessa määritin koordinaateiksi havainnoijan koordinaatit.

Havaintojen läpikäynnin apuna käytin QGis-paikkatieto-ohjelmistoa (QGis 3.16.11-Hannover). Sijoitin havainnot kartalle ja sen avulla tarkastelin varmojen pesintöjen sijaintia ja lisätietosarakkeita. Tarkastelin aineistosta myös yksittäisiä suuria havaintomääriä (>10) ja niiden sijoittumista, jotta saisin selkeämmin arvioitua

mahdollisten kolonioiden koot. Selvästi samalle alueelle sijoittuvat pesinnät laskin kuuluvan samaan mahdolliseen koloniaan. Usealta paikalta oli havaintoja enemmän kuin yhdeltä vuodelta, mikä mahdollisti niiden pesintöjen vuosien välisen vertailun.

Kirjasin varmoista pesinnöistä ylös pesien määrän kultakin havaintovuodelta, jos sellainen oli ilmoitettu, ja pesivien aikuisten haikaroiden määrän kultakin havaintovuodelta. Jos pesivien aikuisten haikaroiden lukumäärää ei ollut tiedossa tai ilmoitettu, laskin alueen lintujen yksilömäärän keskiarvon havaintojen perusteella. Tai jos haikaroiden kokonaismääräksi oli ilmoitettu yhteissumma pesivistä aikuisista ja poikasista, laskin pesivien aikuisten määrän pesien lukumäärän perusteella (1 pesä = 2 pesivää aikuista). Kirjasin lintumäärät poikkeuksellisesti yksilöinä parien sijaan havaintoaineiston laadun vuoksi. Annoin pesinnöille juoksevat tunnistenumerot.

Lisäksi sain harmaahaikarahavaintoaineistoja Suomen Lajitietokeskukselta (laji.fi). Vertailin Laji.fi:n aineistoa jo läpikäytyyn aineistoon, ja tarkensin sekä täydensin harmaahaikaroiden pesimätietoja uuden aineiston perusteella. Lisäksi pyysin Porissa sijaitsevien kolonioiden osalta lisätietoja Porin Lintutieteelliseltä Yhdistykseltä. Myös neljän Turun edustalla saaristossa sijaitsevan kolonian olemassaolon ja koon kävin itse todentamassa käymällä paikalla ja havainnoimalla lintujen määrän veneestä käsin.

Kolonian määritelmänä käytin kirjallisuuden perusteella (Manikowska-Ślepowrońska ym. 2016) viittä tai useampaa pesivää paria. Pesinnöillä viitataan siis kaikkiin havaintoaineistojen perusteella varmoiksi todennettuihin pesintöihin ja kolonialla viitataan ainoastaan yli viiden pesivän parin pesintäkeskittymiin samalla alueella, esimerkiksi saman lahden perukalla tai samalla saarella. Laskennallisesti kaikki koloniat sijaitsivat enintään viiden neliökilometrin alueella niin, että jokaiseen koloniaan kuuluvasta pesästä oli alle kilometrin matka lähimpään toiseen samaan koloniaan kuuluvaan pesään.

Jotta haikarapesintöjen etäisyyden ja haikaroiden esiintyvyyden välistä suhdetta kalankasvatuslaitoksilla voitaisiin tarkastella, laskin kalankasvatuslaitosten ja lähimmän haikarapesinnän etäisyyden laitoskohtaisesti. Lisäksi, koska aineisto oli alun perin luotu merimetsokolonioille, jossa merimetsojen määrät olivat parimääriä, laskin myös pesivien haikaroiden parimäärät, eli aiemman aineiston yksilömäärä jaettuna kahdella ja pyöristettynä ylöspäin lähimpään kokonaislukuun. Pyrin käyttämään merkinnässä kasvatuskassin kuvaamisvuotta vastaavaa haikaramäärää, jos sellainen oli saatavilla; kolmen vuonna 2023 kuvatun laitoksen osalta jouduin käyttämään vuoden 2022

haikaramääriä ja yhden vuonna 2023 kuvatun laitoksen osalta vuoden 2019 määriä, sillä nämä olivat viimeisimmät luotettavat tiedot.

Määritin pesinnöille myös Suomen ympäristökeskuksen saaristoluokituksen mukaiset saaristoluokat. Saaristoluokituksessa Suomen saaristoalueet ja muut manner- ja vesialueet on luokiteltu viiteen luokkaan: sisäsaaristoon, välisaaristoon, ulkosaaristoon, saaristomaisiin manneralueisiin sekä muihin alueisiin (Nurmio & Laurila 2021).

Saaristoluokituksen lisäksi laskin haikarapesinnöille saaristoindeksit kuvaamaan kunkin pesinnän ympärillä viiden kilometrin säteellä olevan maan ja veden pinta-alojen suhdetta toisiinsa, jotta pesinnän ympäristön ominaisuuksista saataisiin tarkempi kuva (Ekblad ym. 2025). Suurempi veden osuus viittaa siis ulkosaaristoisempaan maisemaan ja pienempi veden osuus sisäsaaristoisempaan.

2.4 Tilastolliset menetelmät

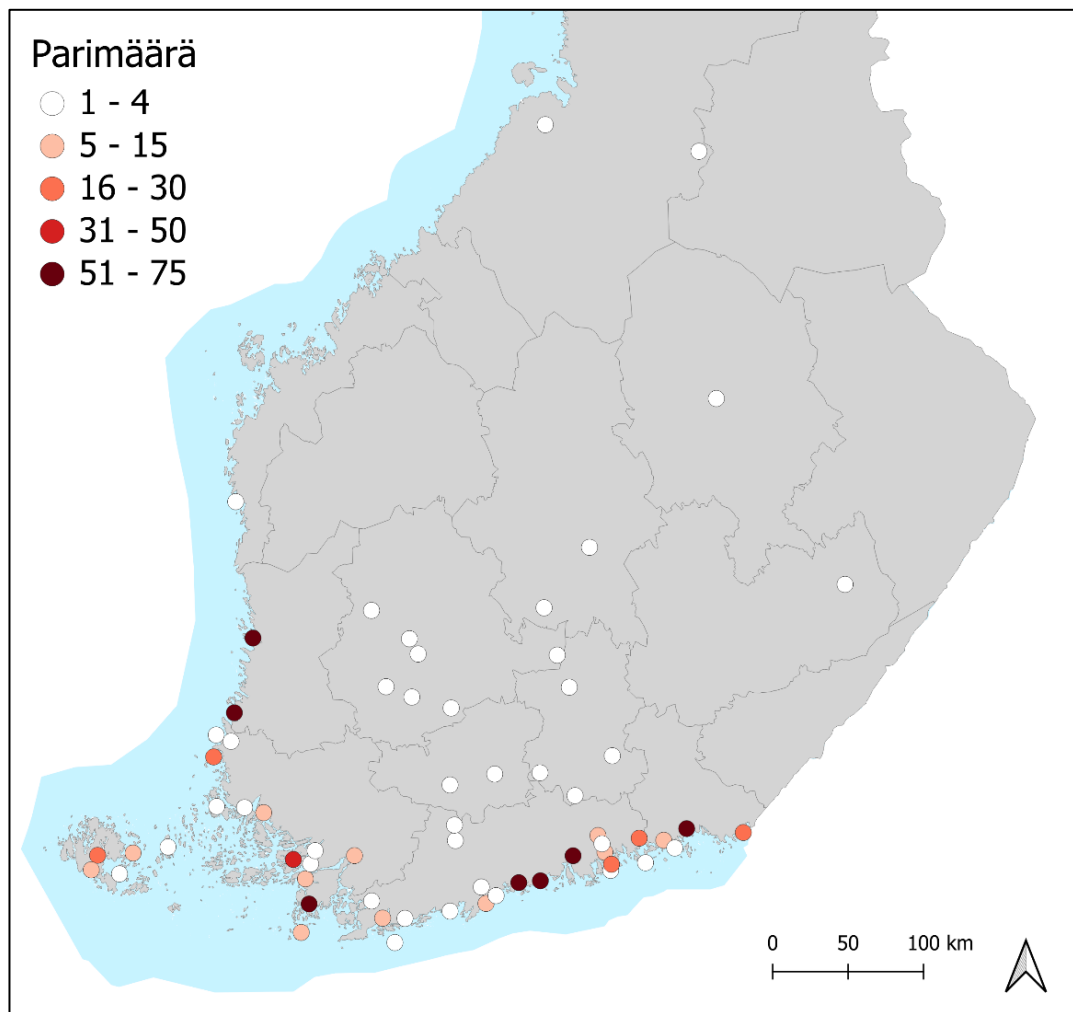
Käytin tilastollisiin analyyseihin R-Studioin versiota 4.4.1 (R Core Team 2024). R-koodin rakentamisessa käytin tukena OpenAI-tekoälyä (ChatGPT 2025) kuvaajien työstämisen ja viimeistelyn osalta sekä yleistetyn lineaarisen mallin viimeistelyn osalta.

Tutkin tilastollisesti eri tekijöiden vaikutusta harmaahaikaroiden esiintymiseen kalankasvatuskasseilla. Toteutin tämän yleistetyllä lineaarisella sekamallilla. Mallin tekemiseen käytin glmmTMB-pakettia (Brooks ym. 2017). Vastemuuttujana mallissa oli vuorokauden haikaraminuutit ja selittävinä tekijöinä kasvatuskassin etäisyys lähimpään harmaahaikarapesintään, kalan koko, kalakassin leveysaste, ja havaintokuukausi luokittelevana muuttujana. Lisäksi satunnaistekijänä oli kalakassi. Luokittelevan muuttujan referenssitasona oli ensimmäinen havaintokuukausi eli toukokuu. Lisäksi standardoin leveysasteen niin, että arvojen keskiarvo on 0 ja keskihajonta 1, jotta tulosten tulkitseminen olisi helpompaa. Aineisto oli laadultaan paljon nolliä sisältävä, joten käytin jakaumana negatiivista binomijakaumaa. Mallin tulosten tulkitsemisessä käytin car-paketin (Fox & Weisberg 2019) Anova-funktiota. Luokittelevan muuttujan parittaisiin vertailuihin käytin emmeans-pakettia (Lenth 2025). Lisäksi 95 % luottamusvälien laskemiseen käytin Bootstrap-metodia ja pakettia boot (Canty & Ripley 2025), sillä aineisto ei ollut normaalisti jakautunut.

3 Tulokset

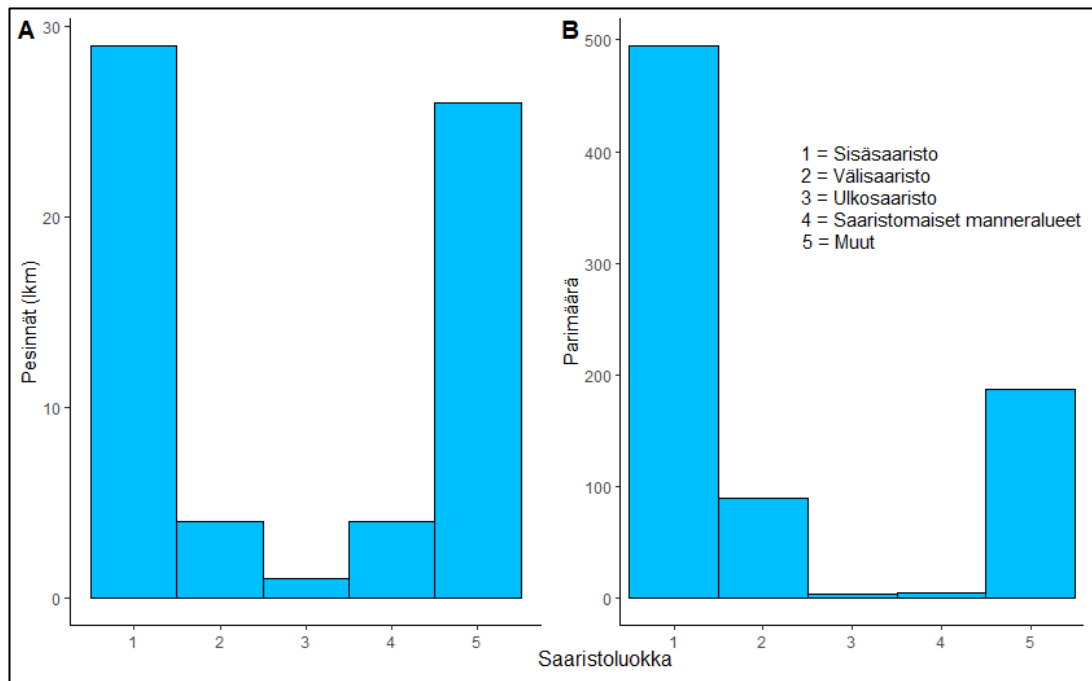
3.1 Harmaahaikarakolonioiden sijoittuminen

Aineistosta voitiin varmistaa harmaahaikaran pesintä 64 paikalla. Näistä 40:llä pesii alle viisi haikaraparia, ja 24:lla yli viisi, jolloin ne täyttävät kolonian määritelmän. Suurin osa pesinnöistä sijaitsee rannikkoalueilla, painottuen maan eteläosiin, mutta pesintöjä on myös sisämaassa (kuva 4). Kaikki koloniat sijaitsevat rannikolla. Yhteensä harmaahaikarapareja oli aineistossa 783 (= 1566 yksilöä).



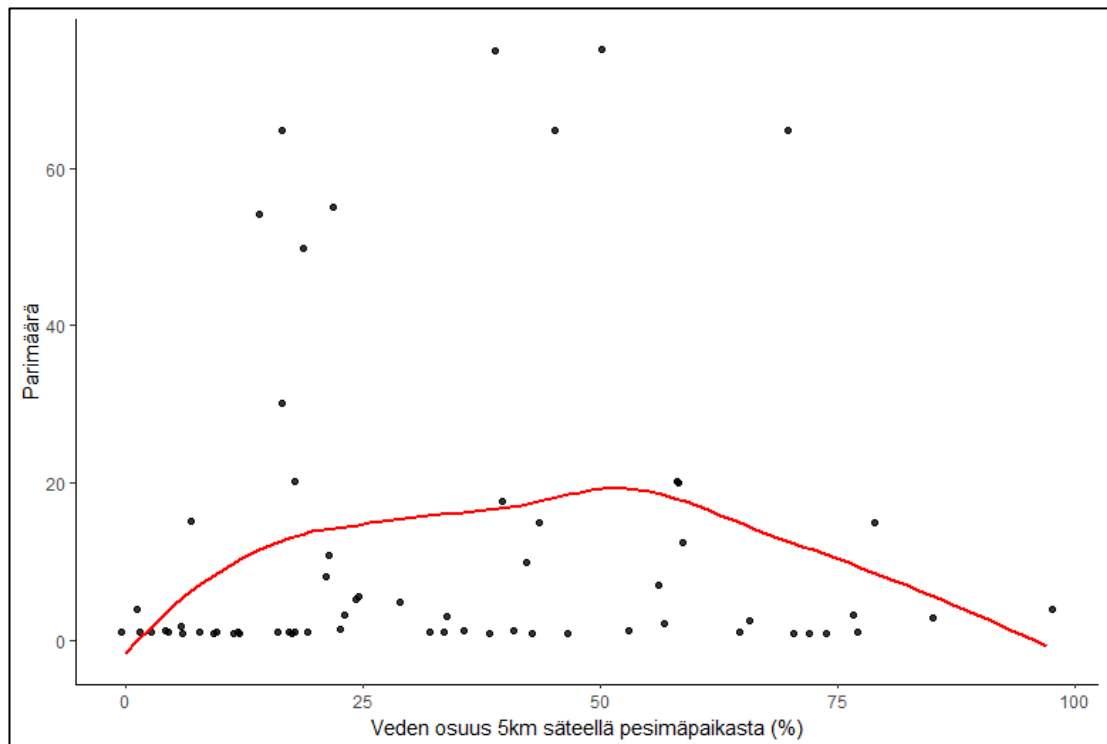
Kuva 4. Harmaahaikarapesintöjen sijainnit ja parimäärät Suomessa. Kartta-aineistot: Taustakartta © Maanmittauslaitos, Maakunnat 2024; Vesistöt © Maanmittauslaitos, Vesialue 2019.

Suurin määrä pesintöjä sijoittui rannikon sisäsaaristoon ($n = 29$) (kuva 5). Välisaaristoon puolestaan sijoittui neljä, ulkosaaristoon yksi, saaristomaisiin manneralueisiin neljä ja muihin alueisiin 26 pesintää. Myös parimäärällisesti eniten pareja sijoittui sisäsaaristoon ($n = 495$).



Kuva 5. Harmaahaikarapesimäpaikkojen (A) ja harmaahaikaraparien (B) sijoittuminen saaristoluokkiin. Sisäsaaristoon (1) lukeutuu maksimissaan kahden kilometrin päässä rannikosta sijaitsevat saaristoalueet, joihin on kiinteä tieyhteys. Välisaaristo (2) sijaitsee vähintään kahden kilometrin etäisyydellä mantereesta ja on yhteydessä sisäsaaristoon sisältäen vähintään 20 % saarialaa viiden kilometrin säteellä, tai saaristoon on lauttayhteys. Ulkosaaristo (3) sijaitsee vähintään kahden kilometrin etäisyydellä mantereesta ilman kiinteää tieyhteyttä. Saaristomaiset manneralueet (4) sijaitsevat sisämaassa, ja niiden pinta-alasta vähintään 20 % on vettä; erityisesti vesistöjen voimakkaasti rikkomat järvi-alueet kuuluvat tähän luokkaan. Ryhmä "Muut" (5) sisältää edellisiin alueisiin lukemattomia manneralueita, vesistöjä ja saaria sisämaassa. (Nurmio & Laurila 2021.)

Ympäröivän veden osuuden ja pesinnän parimäärän suhdetta tarkasteltiin visuaalisesti sirontakuviosta (kuva 6). Yksittäisiä pesintöjä oli kaikenlaisissa saaristoluokissa. Suurimmat koloniat esiintyivät ympäristöissä, joiden pinta-alasta 20–70 % oli vettä. Keskimäärin veden osuus viiden kilometrin säteellä oli 34 % kaikkien pesintöjen kesken. Ainoastaan yhden pesinnän ympärillä ei ollut vesistöä lainkaan. Maksimi veden osuus puolestaan oli 97 %.

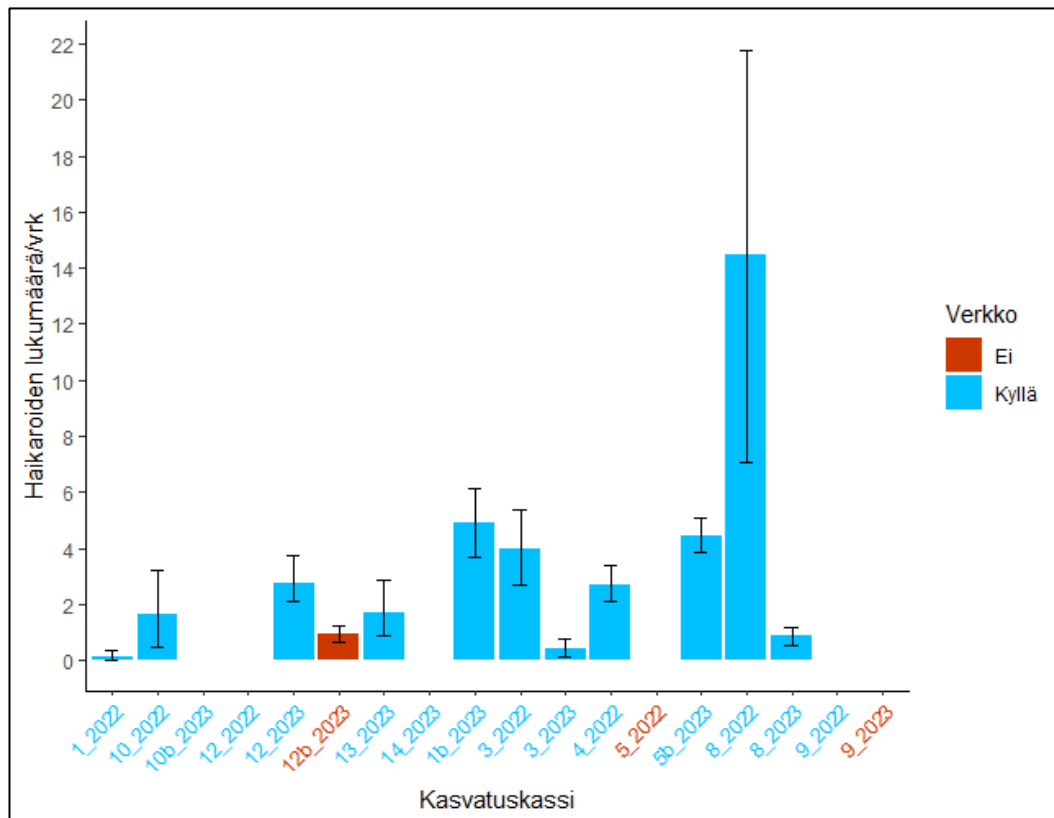


Kuva 6. Harmaahaikarapesinnän parimäärän ja pesintää 5 kilometrin säteellä ympäröivän veden osuuden suhde. Punaisella havaintopisteisiin paikallisesti estimoiden (LOESS) sovitettu käyrä.

3.2 Harmaahaikaroiden esiintyminen kalankasvatuskasseilla

Harmaahaikaroita esiintyi koko tutkimuksen havainnointijakson aikana yhteensä 13 kasvatuskassilla. Vuonna 2022 seurattuja kasseja oli kahdeksan, joista haikaroita esiintyi kuudella kassilla, ja vastaavasti vuonna 2023 seurattuja kasseja oli 10 joista haikaroita esiintyi seitsemällä kassilla. Verkollisia kasseja oli koko tutkitun ajanjakson aikana 15 ja verkottomia kolme. Otantapäiviä oli yhteensä 225 ja läpikäytyjä tunteja 4746,5.

Pääosin haikaroita esiintyi kasseilla, joille oli asennettu suojaverkko, mutta yhdellä verkottomalla kassilla esiintyi säännöllisesti haikaroita (kuva 7). Kyseiseltä kassilta poistettiin verkko kesken kasvatuskauden, ja haikaroita oli esiintynyt kassilla myös ennen verkon poistoa. Lisäksi yhdellä verkottomalla kassilla kävi yhden kerran yksi harmaahaikara havainnointijakson aikana (kuva 7, kasvatuskassi 5_2022). Yhdellä kasvatuskassilla esiintyi myös selvästi muita enemmän harmaahaikaroita (kuva 7, kasvatuskassi 8_2022)



Kuva 7. Vuorokaudessa verkolla havaittujen harmaahaikaroiden maksimilukumäärän keskiarvo sekä 95 % luottamusvälit kasvatuskasseittain kaikkien havaintovuorokausien ja molempien havaintovuosien ajalta. Punaisella on kuvattu ne kassit, joilla ei ollut suojaverkkoa ja sinisellä kuvattu suojaverkolliset.

Keskimäärin molempien havaintovuosien ajalta haikaroita esiintyi kasvatuskassien verkoilla vuorokaudessa 2,2 (95 % CI 1,7–2,9) yksilöä, ja ajallisesti keskimäärin 236 (95 % CI 191–282) minuuttia. Suurin havaittu haikaramäärä verkolla yhtä aikaa oli 39 molempien havaintovuosien ajalta.

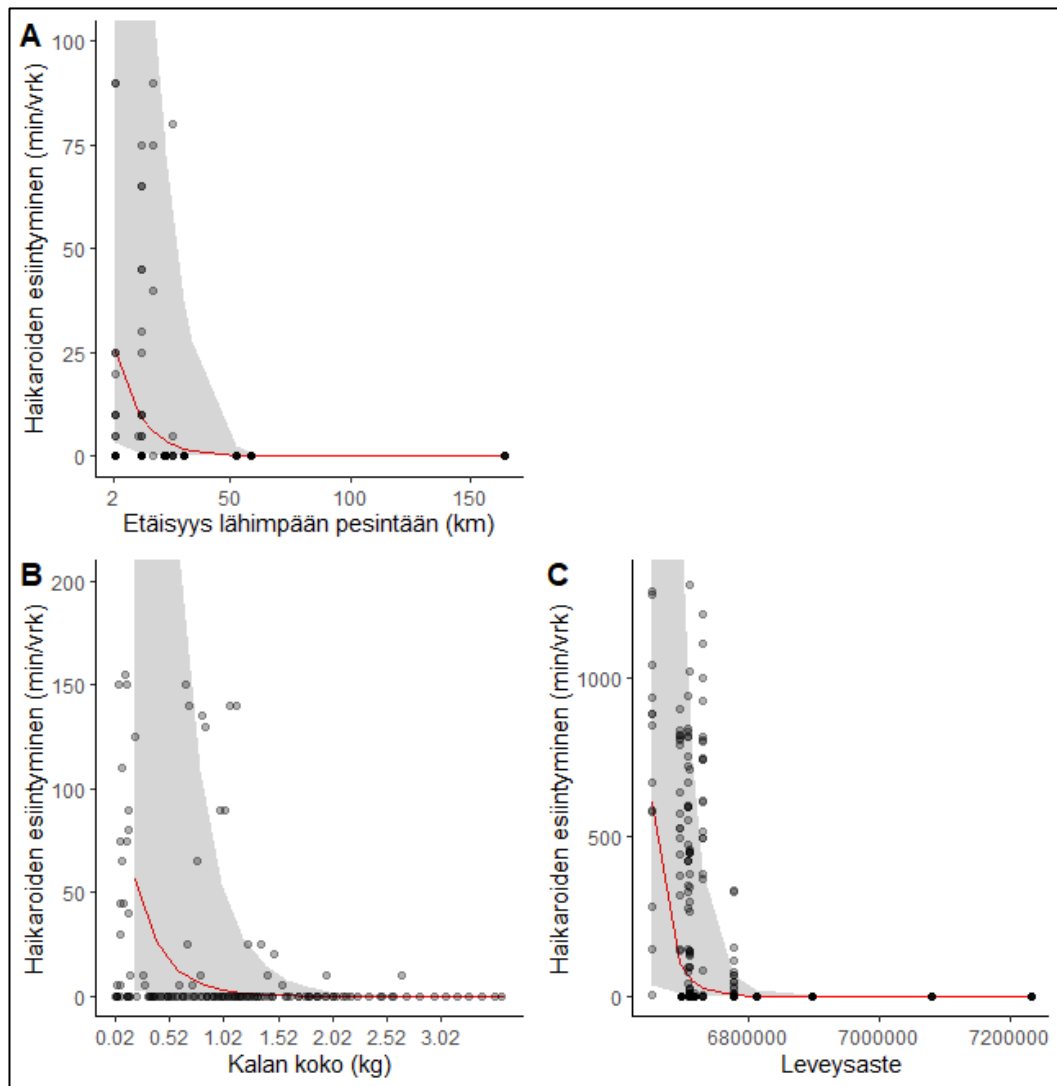
Kasvatuskassin ja lähimmän tunnetun harmaahaikarapesinnän välisellä etäisyydellä ei ollut vaikutusta haikaroiden esiintymiseen kasvatuskassilla (taulukko 3, kuva 8A). Kasvatuskassien ja harmaahaikarakolonioiden välinen etäisyys vaihteli 2,49 ja 164 kilometrin välillä. Eniten haikaroita havaittiin kasvatuskassilla, jonka lähin tunnettu pesintä sijaitsi 17,9 kilometrin päässä (kuva 7, kassi 8_2022). Kaikki kasvatuskassit, joilla haikaroita esiintyi (n = 13), sijaitsivat alle 35 kilometrin päässä lähimmästä tunnetusta pesinnästä.

Harmaahaikaroiden esiintymiseen kasvatuskassilla vaikuttivat kalan koko ($\chi^2 = 29,7$; $p < 0,0001$) ja leveysaste ($\chi^2 = 7,52$; $p = 0,0061$). Haikaroita esiintyi vähemmän niillä kasvatuslaitoksilla, joilla kalat olivat suurempia (taulukko 3, kuva 8B) ja niillä, jotka

sijaittivat pohjoisemmassa (taulukko 3, kuva 8C). Eniten harmaahaikaroita esiintyi kasvatuskasseilla, joilla kalan koko oli alle 200 grammaa. Kuukaudella ei ollut vaikutusta harmaahaikaroiden esiintymiseen kasvatuskasseilla (taulukko 3).

Taulukko 3. Pesinnän etäisyyden, kalan koon, leveysasteen ja kuukauden vaikutus harmaahaikaran esiintyvyyteen (haikaraminuutit) kasvatuskassilla. Taulukossa esitetty yleistetyn lineaarisen mallin estimaatti ja keskivirhe, Anovan testisuure χ^2 , muuttujan vapausasteet ja p-arvo. Kuukausi oli luokkamuuttujana.

	Estimaatti + SE	χ^2	df	p
(intercept)	6,43 ± 1,75	13,5	1	0,0002
etäisyys lähimpään pesintään	-9,22·10 ⁻⁵ ± 5,91·10 ⁻⁵	2,44	1	0,118
kalan koko	-0,004 ± 6,84·10 ⁻⁴	29,7	1	<0,0001
leveysaste	-5,04 ± 1,84	7,52	1	0,0061
kuukausi		7,83	5	0,166
toukokuu	0,96 ± 1,76			
kesäkuu	0,22 ± 1,20			
heinäkuu	0,35 ± 1,10			
elokuu	0,43 ± 1,08			
syyskyy	0,27 ± 1,05			
lokakuu	-1,74 ± 1,25			



Kuva 8. Etäisyyden lähimpään haikarapesintään (A), kalan koon (B) ja leveysasteen (C) vaikutus haikaroiden esiintyvyyteen kasvatuskassilla. Kuvan A suhde ei ole tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,118$). Punainen viiva on mallin estimaattiviiva, harmaa alue kuvaa mallin ennusteen 95 % luottamusvälejä ja pisteet ovat todellisia havaintoyksiköjä. Leveysasteet on kuvattu ETRS-TM35FIN-koordinaatiston mukaisina asteina.

3.3 Harmaahaikaroiden käyttäytyminen kasvatuskasseilla

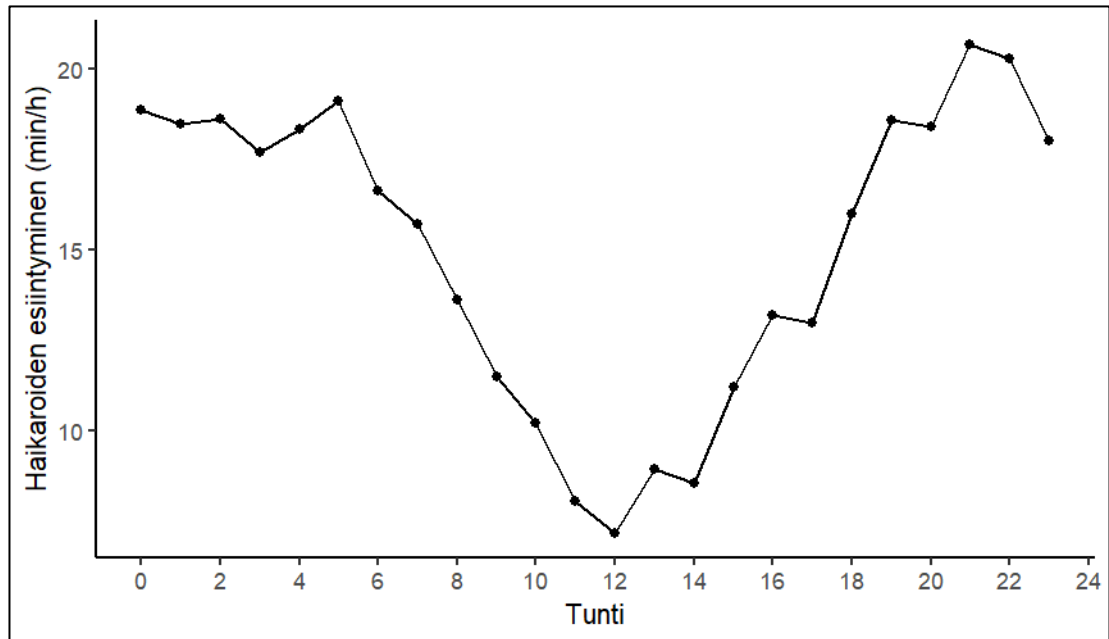
Niillä kasvatuskasseilla, joilla harmaahaikaroita esiintyi ($n = 13$, vuorokaudet $n = 171$), harmaahaikaroita esiintyi verkoilla keskimäärin 2,9 (95 % CI 2,1–3,7) yksilöä vuorokaudessa koko tutkimusjakson aikana. Joidenkin haikaroiden havaittiin

hätyyttelevän liian lähelle saapuneita lajitovereita esimerkiksi nokkaisemalla toista haikaraa kohti. Joillakin kasseilla haikaroita esiintyi myös suurina ryhminä (kuva 9).



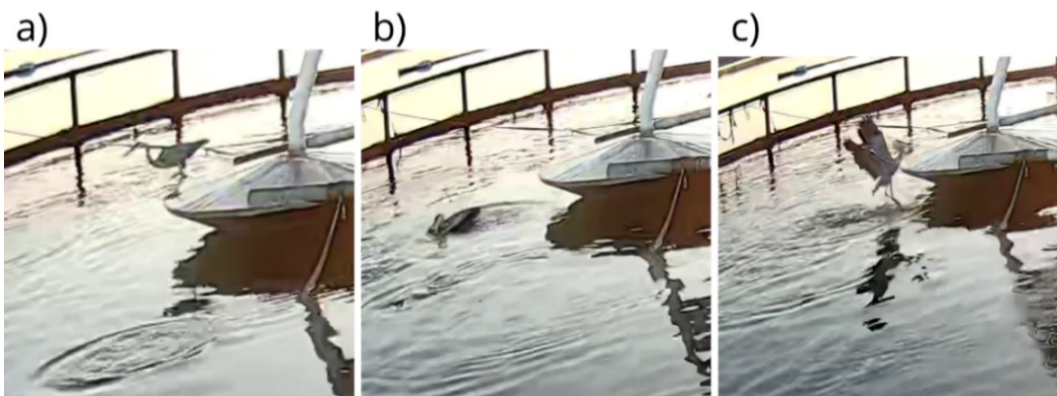
Kuva 9. Kuvakaappaus videoaineistosta: harmaahaikaroiden suuri ryhmä yhdellä kasvatuskassilla. Kuvassa 37 haikaraa verkolla ja 2 rakenteilla. Taka-alalla näkyvän kasvatuskassin rakenteilla nähtävissä myös yksi haikara

Ajallisesti haikarat oleskelivat kasseilla eniten yöllä ja hämärän aikaan ja vähiten keskipäivällä (kuva 10). Niillä kasseilla, joilla haikaroita esiintyi, haikarat viettivät keskimäärin eniten aikaa tuntien 21–22 (20,7 min) ja vähiten tuntien 12–13 (7,2 min) välillä.



Kuva 10. Harmaahaikaroiden keskimääräinen esiintyvyys vuorokaudessa niillä kasvatuskasseilla, joilla haikaroita esiintyi (n = 13). Y-akselilla haikaraminuuttien keskiarvo jokaiselta vuorokauden tunnilta.

Harmaahaikarat sekä saalistivat aktiivisesti kasvatuskasseilla että passiivisesti lepäsivät ja oleskelivat niillä. Lepokäytökseen kuului esimerkiksi sukimista ja yöpymistä. Haikarat saalistivat pääosin seisomalla verkon päällä ja kurottamalla verkon läpi veteen nappaamaan kalan. Lisäksi yhdellä verkottomalla kassilla havaittiin haikaran saalistavan hyppämällä veteen kassin kaiteelta tai ruokinta-automaatin päältä. Haikara hyppäsi tai lensi veteen pyydystämään kalan ja siirtyi sen jälkeen takaisin kaiteelle tai ruokinta-automaatille syömään kalan (kuva 11).



Kuva 11. Harmaahaikaran sukellus-saalistustekniikka. Kuvassa a) lähtötilanne: haikara seisoo ruokinta-automaatin päällä. b) haikara hyppää ruokinta-automaatilta veteen ja nappaa kalan, c) haikara nousee takaisin ruokinta-automaatin päälle kala nokassaan.

Haikarat myös poistuivat verkolta erilaisten häiriöiden seurauksena: esimerkiksi kalankasvattajan saapuessa altaalle tai jonkin määrittämättömän tekijän säikäyttäessä ne, haikarat lensivät kuvan ulottumattomiin. Usein haikarat palasivat muutamien minuuttien sisällä takaisin kassille, jos häiriö oli lyhytkestoinen. Toisinaan haikarat eivät palanneet takaisin kasvatuskassille kuvatun vuorokauden sisällä. Ihmisten ja muiden haikarayksilöiden lisäksi harmaahaikarat häiriintyivät merikotkan lentäessä ylitse. Muut lajit, kuten esimerkiksi kasvatuskasseilla esiintyneet lokit, varikset ja merimetsot, eivät kuitenkaan häirinneet harmaahaikaroita.

4 Pohdinta

Harmaahaikaroiden pesinnät ja koloniat sijoittuivat pääosin maan eteläosiin ja rannikolle. Pesinnät sijaitsivat odotetusti vesistöjen läheisyydessä, toisaalta myös varsin pieni veden osuus pesinnän ympäristössä vaikutti riittävän.

Tutkimuksen tulokset tukivat hypoteesiani kalan koon ja kasvatuskassin leveysasteen mukaisen sijainnin vaikutuksen osalta. Harmaahaikaroita esiintyi enemmän niillä kasvatuskasseilla, joiden kalat olivat pienempiä ja vähemmän niillä, jotka sijaitsivat pohjoisemmassa. Tulokset eivät tukeneet hypoteesiani siitä, että harmaahaikaroiden pesimäkolonian läheisyys vaikuttaisi haikaroiden esiintymiseen kasvatuskasseilla. Haikaroiden esiintyminen kalakasseilla ei vaihdellut merkitsevästi pesintäajan kuukausien välillä.

4.1 Harmaahaikarakolonioiden sijoittuminen

Aineistosta pystyttiin varmistamaan 64 harmaahaikaran pesimäpaikkaa ja yhteensä 783 paria. Parimäärä on matalampi, mitä vuosien 2019–2024 valtakunnallinen arvio noin 1500–2000 parista (Lehikoinen ym. 2025). Esimerkiksi vuonna 2023 eri lintuyhdistysten aluevastaavat raportoivat harmaahaikarareviirejä 827 (Lehtiniemi 2024), mikä vastaa noin 1600 harmaahaikarayksilöä. Valtakunnallisten arvioiden ja tämän tutkimuksen tulosten välisiä eroja voi selittää ensinnäkin harmaahaikaran pesintöjen systemaattisen seurannan puuttuminen, sillä myös valtakunnalliset arviot harmaahaikaroiden parimäärästä perustuvat pitkälti Tiira-havaintoaineiston perusteella tehtyihin arvioihin (Lehikoinen ym. 2025). Toiseksi myös arvioihin käytetyt menetelmät eroavat hieman keskenään.

Valtakunnallisesti paikalliset lintuyhdistykset raportoivat harmaahaikaran osalta alueelliset yhteenvedot parimääristä alueiltaan. Yhdistykset arvioivat alueensa yksilö- tai reviirirunsauden määrän, jonka yksikkönä käytetään joko yhden tai sadan neliökilometrin ruudun suurinta yksilömäärää tai ruutujen kokonaismäärää (Lehtiniemi 2024). Havainnot käydään ilmeisesti myös yksityiskohtaisemmin läpi. Valtakunnalliset parimääräarviot koostetaan siis useammasta pienemmästä yksilömäärä- tai reviiriarviosta. Näiden arvioiden tarkkuus voi olla parempi, kuin tässä tutkimuksessa laadittu arviointitapa, sillä lintuyhdistykset voivat seurata tarkemmin alueensa pesintöjä, kun mitä ne ilmoittavat suoraan esimerkiksi Tiira-havaintopalveluun. Esimerkiksi tässäkin tutkimuksessa Porin

kolonioiden osalta tarkemmat tiedot pyydettiin suoraan paikalliselta lintuyhdistykseltä, sillä havaintoaineiston tarkkuus ei ollut riittävä. Toisaalta valtakunnallisten arvioiden osalta on myös huomioitu, ettei kaikkia pesimäpaikkoja tunneta ja tunnetuistakaan kaikkia pesiä ei aina havaita tai edes ilmoiteta (Lehtiniemi 2024).

Tässä tutkielmassa käytetyn havaintoaineiston luonne ja epätarkkuus sekä parimäärän arviointimenetelmä ovat saattaneet siis johtaa siihen, ettei kaikkia harmaahaikaran pesintöjä ja pesimäpaikkoja ole pystytty tunnistamaan. Esimerkiksi jotkin sellaiset havainnot, joissa tiedot oli kirjattu epäselvästi tai riittämättömin tiedoin, ja joita ei siis voitu varmistaa pesiviksi tai ei pesiviksi, jäivät pesimäaineiston ulkopuolelle. Sekä valtakunnallinen parimääräarvio että tämän tutkimuksen pesimäaineisto ovat siis eri menetelmin laadittuja arvioita harmaahaikaran pesimätiedoista Suomessa.

Tässä tutkimuksessa määritetyistä pareista suurin määrä pesii sisäsaaristossa, johon sisältyy enintään kahden kilometrin etäisyydellä mantereesta sijaitsevat saaristoalueet, joihin on kiinteä tieyhteys ja saarialaa on usein enemmän kuin vesipinta-alaa (Nurmio & Laurila 2021). Näillä alueilla lintuja havainnoivia ihmisiä liikkuu todennäköisesti enemmän, kuin vaikeasti saavutettavammassa ulkosaaristossa, jolloin näiltä alueilta on myös todennäköisemmin enemmän harmaahaikarahavaintoja. Toisaalta ulkosaariston saaret ovat useimmiten karuja ja pieniä, joten ne eivät todennäköisesti ole harmaahaikaroille houkuttelevia pesimähabitaatteja.

Harmaahaikaroiden pesinnät sijoittuivat lähtökohtaisesti vesistöjen läheisyyteen. Myös aikaisemmissa tutkimuksissa on todennettu vesistön tärkeys harmaahaikarakolonian sijoittumiselle (Hafner 1997, Kazantzidis ym. 2013, Manikowska-Sepowronska ym. 2016). Etenkin matalat, kahlattavat vesistöt ovat haikaroille tärkeimpiä ruokailuhabitaatteja, joten vesistön saavutettavuus on todennäköisesti elintärkeä ominaisuus kolonian muodostumisen ja elinvoimaisuuden kannalta. Myös esimerkiksi soistuneet alueet voivat olla tärkeitä ruokailuhabitaatteja, kuten esimerkiksi Puolan sisämaan harmaahaikarakolonioiden osalta, niillä alueilla, joissa järviä ei ole lähistöllä (10 km) (Manikowska-Sepowronska ym. 2016). Lisäksi Suomi on tuhansien järvien maa, joten ainakin vain vesistöt huomioon ottaen harmaahaikaran leviämismahdollisuudet ovat hyvät.

Ruokailuhabitaatin saatavuuden lisäksi kolonioiden sijaintiin vaikuttaa merkittävästi pesärakennuspaikkojen ja suojapaikkojen saatavuus (Kazantzidis ym. 2013). Tässä

tutkimuksessa pesintöjen lähiympäristön muista ominaisuuksista ei kerätty tietoa, joten vesistön läsnäolon lisäksi muita harmaahaikarakoloniaa ympäröivän maiseman tunnuspiirteitä ei voida tunnistaa. Todennäköisimmin kolonian paikalla tulee olla ainakin puustoa pesänrakennuspaikoiksi ja sijainnin oltava esimerkiksi ihmishäiriöiltä suojassa. Esimerkiksi yksi kolonioista, joka käytiin havainnoimassa paikan päällä, sijaitsi lahden pohjukassa kuusi- ja mäntykasvuisella saarella, johon ei ollut suoraa tieyhteyttä eikä saarella ollut rakennuksia. Ranskassa harmaahaikaroiden on toisaalta havaittu siirtyvän pesimään puista ruovikkoon, todennäköisesti ihmisen aiheuttamien ympäristömuutosten takia (Thomas & Hafner 2000).

Harmaahaikarat eivät kuitenkaan läheskään aina pesi ja ruokaile kaukana ihmisasutuksesta ja urbaaneista alueista. Esimerkiksi Puolassa harmaahaikarat hyödyntävät kaupunkien puistojen lammikoita ravinnonhakuun (Manikowska-Sepowronska ym. 2016). Myös Suomessa yksi suurimmista haikarakolonioista sijoittuu Helsingin Viikkiin, jossa vilkas urbaanialue ympäröi koloniaa. Harmaahaikara onkin yleisesti pesäpaikkavaatimuksiltaan joustava (Hafner 1997), mutta tulevaisuuden kannalta myös Suomen harmaahaikarakolonioiden lähiympäristön luonteenpiirteiden ja kolonioiden sijainteja yhdistävien tekijöiden tutkiminen voisi olla mielekästä.

Harmaahaikarakolonioiden ovat suhteellisen pysyviä, sillä harmaahaikara palaa yleensä vanhalle pesimäpaikalleen vuodesta toiseen (Cramp & Simmons 1977). Tässä tutkielmassa määritettyjen harmaahaikarapesintöjen ja -kolonioiden menneisyydestä ei ole tietoa, mutta tulevaisuudessa kolonioiden voidaan olettaa pysyvän omilla paikoillaan, jos pesimäpaikkoihin kytkeytyneet ympäristötekijät eivät muutu liiaksi. Tämä tutkimus tarjoaakin hyvän lähtökohdan kolonioiden seuraamiselle tulevaisuudessa.

4.2 Harmaahaikaroiden esiintyminen kalankasvatuskasseilla

Harmaahaikaroiden esiintyminen kasvatuskassien välillä oli hyvin epätasaisesti jakautunutta: osalla kasvatuskasseista haikaroita esiintyi hyvin runsaasti ja toisilla ei lainkaan. Kuukausitasolla esiintymisen erojen puuttuminen oli yllättävää. Esimerkiksi syksyn ja harmaahaikaroiden syysmuuton alkaessa, haikaroiden esiintymisen kasvatuskasseilla olisi voinut odottaa laskevan. Toisaalta pesimäkauden alussa kasvatuskasseja hyödynsivät todennäköisesti pesivät aikuiset haikarat, ja pesimäkauden edetessä ja poikasten varttuessa, nuoremmat haikarat oppivat myös käyttämään kasvatuskasseja, jolloin haikaroiden esiintyminen pysyi suhteellisen tasaisena.

Haikaroiden esiintymisen väheneminen kasvatuskasseilla pohjoisemmaksi siirryttäessä oli odotettua, ottaen huomioon harmaahaikaran nykyisen levinneisyyden Suomessa. Harmaahaikaran mahdollisesti levittäytyessä pohjoisemmaksi esimerkiksi ilmaston lämpenemisen seurauksena, myös harmaahaikaran aiheuttama paine pohjoisemmalle kalankasvatukselle voi kasvaa.

Harmaahaikarat suosivat selvästi niitä kasvatuskasseja, joilla oli pieniä kaloja. Kasvatuskassilla, joilla haikaroita esiintyi eniten, haikaroiden esiintyminen oli runsainta kalojen koon ollessa 80–115 grammaa. Kalojen kasvaessa tätä suuremmaksi, haikaramäärät alkoivat vähenemään. Kaikkien kassien osalta haikaroiden esiintyminen oli runsainta niillä kasvatuskasseilla, joissa kalat olivat alle 200 grammaa. Harmaahaikaran keskimääräinen kalasaalis on kooltaan noin 10–25 cm (Gwiazda & Amirowicz 2005), mikä vastaa kirjolohella noin 10–170 ja siialla noin 8–135 gramman painoisia kaloja. Tämän tutkimuksen haikarat suosivat selvästi myös näiden mittojen mukaisia kaloja. Haikaroita esiintyi kuitenkin myös kasvatuskasseilla, joilla oli tätä suurempia kaloja. Saaliin valintaan voivatkin vaikuttaa kalan koon lisäksi esimerkiksi yksilökohtaiset preferenssit ja energiatehokkuus. Harmaahaikaran ravinnontarve on noin 300–500 grammaa ravintoa päivässä (Cramp & Simmons 1977), ja suurempien kalojen saalistaminen voi olla yksilölle energiatehokkaampaa, kuin pienien kalojen valitseminen (Gwiazda & Amirowicz 2005). Aikaisemmissa tutkimuksissa on myös huomattu, etteivät kaikki haikaroiden syömät kalat ole entuudestaan aina hyväkuntoisia tai edes eläviä (Carss 1993, Glahn ym. 1999, Barrett ym. 2019), mikä todennäköisesti helpottaa haikaran saalistamista.

Tässä tutkimuksessa ei havaittu etäisyyden lähimpään harmaahaikarapesintään vaikuttavan haikaroiden esiintymiseen kasvatuskasseilla, vaikka aiemmissa tutkimuksissa on havaittu kasvatuslaitosten lähistöllä pesivien harmaahaikaroiden hyödyntävän kasvatuslaitoksia ravinnonhankintaan (mm. Carss 1993, Lekuona 2002). Tässä tutkimuksessa ei voitu eritellä mistä harmaahaikarat saapuivat millekin kasvatuskassille, tai vastaavasti missä kasvatuskasseilla esiintyneet haikarat pesivät. Harmaahaikaran ravinnonhakumatkan tunnetaan olevan 2–38 kilometriä pesäpaikalta (Marion 1989), ja tässäkin tutkimuksessa kaikki kassit, joilla haikaroita esiintyi, sijaitsivat alle 35 kilometrin etäisyydellä lähimmästä pesinnästä. Vaikka yhteyttä etäisyyden ja haikaroiden esiintymisen välillä ei ollut, harmaahaikarat tuskin saapuivat keskimääräistä ravinnonhakumatkaa kauempaa tämänkään tutkimuksen

kasvatuskasseille. Harmaahaikaralla voi olla myös useita vuorotellen käytössä olevia ruokailuhabitaatteja (Marion 1989), joten tietyllä kasvatuskassilla esiintyneet haikarat eivät välttämättä olleet koko havainnointijakson aikana samoja.

Pesinnän läheisyys ei siis välttämättä vaikuta kasvatuskasseilla esiintyviin harmaahaikaroihin. Harmaahaikaravahinkojen välttelyn osalta pesintöjen sijainnilla ei ole siten merkitystä kasvatuskassien sijoittamiseen, paitsi jos kasvatuskassi sijaitsee selvästi harmaahaikaran esiintymisalueen ulkopuolella. Harmaahaikarat myös pesivät pääosin rannikon läheisyydessä, mikä voi hankaloittaa harmaahaikaroiden välttelyä kalankasvatussyrittäjien näkökulmasta. Lisäksi tässä tutkimuksessa tutkittiin nimenomaan merialueiden kalankasvatusta ja harmaahaikaran luomaa painetta merialueiden kasvatuskasseille. Kalankasvatusta harjoitetaan Suomessa myös sisämaassa, ja harmaahaikarat pesivät myös sisämaan vesistöjen läheisyydessä. Haikaroiden ongelmallisuudesta sisämaan kalankasvattamoilla ei ole tietoa, mutta haikaroiden mahdollisesti levittäytyessä sisemmälle Suomeen, myös haikaroiden esiintyminen sisämaan kalankasvatustiluksilla voi kasvaa. Toisaalta saadut tulokset ja rannikon ongelmien kartoittaminen (mm. Westerbom ym. 2024) voivat tarjota työkaluja ongelmien ennaltaehkäisyn kannalta.

Ainoa varma tapa estää lintujen saalistus kalankasvatuskasseilla on estää niiden pääsy saalistamaan kaloja (Curtis ym. 1996). Esimerkiksi merimetsovaltaisilla alueilla verkon asentaminen ja sen kireydestä ja korkeudesta huolehtiminen voi olla tehokkain tapa ennaltaehkäistä harmaahaikaroiden pääsy kasvatuskassin kaloihin. Joskus taas verkon poisto voi riittää, jos merimetsoja ei esiinny alueella. Toisaalta merimetsot eivät myöskään välttämättä käy kassilla, vaikka sillä ei olisikaan verkkoa (Westerbom ym. 2024). Paikalliset olosuhteet ja muiden lintulajien esiintyminen vaikuttavat siihen, miten harmaahaikaroiden haittoja voi ja kannattaa vähentää.

4.3 Harmaahaikaroiden käyttäytyminen

Yleisesti haikarat käyttäytyivät eri kasseilla osin eri tavoin, ja niiden lukumäärät kasseilla vaihtelivat paljon. Tämä voi johtua muun muassa yksilöiden välisistä eroista ja lajin ikään liittyvästä hierarkiasta. Esimerkiksi joillain kasseilla havaittiin hyvin territoriaalista käyttäytymistä, jolloin yksi haikara oli vallannut kassin omaksi saalistuspaikakseen ja se hätyytteli muut paikalle saapuvat linnut pois. Vaikka yksilöitä ei eroteltu videomateriaalista, vaikutti siltä, että territoriaaliset haikarat pysyivät koko

kasvatuskauden ajan ”omalla” kassillaan. Täyttä varmuutta yksilön pysyvyydestä ei siis ole, mutta samanlaisena toistuva ja jatkuva territoriaalinen käyttäytyminen voisi viitata yksilön pysyneen samana.

Haikaroiden ruokailukäyttäytymisen on havaittu myös aikaisemmin olevan territoriaalista, mutta haikaroiden on myös havaittu kerääntyvän ryhmään samalle saalistuspaikalle (Cramp & Simmons 1977, Kushlan 1978, Marion 1989). Myös tässä tutkimuksessa haikaroiden havaittiin kerääntyvän suuriksi ryppäiksi joillakin kasvatuskasseilla. Näillä kasseilla esiintyi muiden yksilöiden hätyyttelyä, mutta myös sulassa sovussa saalistamista. Haikaramäärien kasvaessa muiden hätyyttely voikin johtaa saalistustehokkuuden laskemiseen, kun puolustuskäyttäytymiseen kuluu ruokailua enemmän aikaa (Kushlan 1978, Glahn ym. 1999). Esimerkiksi Glahn ym. (1999) havaitsi haikaroiden aiheuttamien kalatalousvahinkojen olevan suurimpia, kun kasvatuslaitoksella oli keskimäärin neljä haikaraa tunnissa vuorokauden aikana. Westerbom ym. (2024) käsitteli tarkemmin harmaahaikaroiden aiheuttamia saalistuspaineita tämän tutkimuksen kasvatuskasseilla, ja tutkimuksessa havaittiinkin territoriaalisen käyttäytymisen vievän aikaa saalistamiselta. Toisaalta kassilla, jolla esiintyi samanaikaisesti eniten haikaroita ja siten territoriaalista käyttäytymistä vähän tai ei lainkaan, haikaroiden saalistus oli myös kaikkein tehokkainta (Westerbom ym. 2024).

Erytisesti lisääntymiskauden aikana harmaahaikaroiden on havaittu käyttäytyvän aggressiivisemmin toisiaan kohtaan kasvatuslaitoksilla (Carss 1993, Lekuona 2002). Harmaahaikaroiden tiedetään hätyyttelevän etenkin nuorempia lajitovereitaan (mm. Cramp & Simmons 1977, Carss 1993, Lekuona 2002). Tässä tutkielmassa havaittujen haikaroiden ikäjakaumaa ei kuitenkaan eroteltu, joten suoria johtopäätöksiä ikäjakaumaan liittyvästä hierarkkisesta käyttäytymisestä ei voida tehdä. Muiden haikaroiden läsnäolo voisi indikoida toisille hyvästä ruokailupaikasta, tai jotenkin muuten viestiä kassin olevan turvallinen laskeutumisaika. Jotkut yksilöt sietivät toisia haikarayksilöitä paremmin kuin toiset.

Haikarat viettivät eniten aikaa kasvatuskasseilla hämärään ja öiseen aikaan. Tämä on myös havaittu aikaisemmissa tutkimuksissa (mm. Carss 1993). Pimeällä saalistustapahtumia oli ajoittain vaikea tai mahdoton havainnoida, mutta haikaroiden havaittiin saalistavan myös yöllä. Saalistamisen lisäksi osa haikaroista asettui ”yöpuulle” illan hämärtyessä. Myös Carss (1993) havaitsi haikaroiden käyttävän noin puolet kasvatuskassilla viettämästään ajasta saalistukseen. Yön ohella lepokäytöstä esiintyi

huonon sään, esimerkiksi rankan sade- tai ukkoskuuron, aikana tai saalistustapahtumien välissä. Toisaalta esimerkiksi voimakkaan tuulisella säällä haikarat eivät juuri oleskelleet lainkaan kasvatuskasseilla.

Haikarat saalistivat pääosin lajityypillisellä tavallaan liikkumatta väijyen ja iskien kalan nopeasti vedestä kiinni. Ainakin yksi harmaahaikara kuitenkin vaikutti keksineen uuden saalistustekniikan kasvatuskassilla, josta poistettiin verkko (kuva 11). Oletettavasti sama haikara jatkoi kyseisen saalistustekniikan käyttöä havainnointiajan loppuun asti. Cramp & Simmons (1997) ovat kuitenkin jo maininneet poikkeuksellisista havainnoista harmaahaikaroista saalistamassa uiden tai sukeltaen. Myös Carss (1993) havaitsi joidenkin haikaroiden yrittävän saalistaa kalakassien kaiteilta, joskin huonosti siinä onnistuen.

Myös ilmaston lämpenemisen johdosta lauhtuvat talvet ja siten vesien pysyminen sulana pidempään voi mahdollistaa myös harmaahaikaran pysymisen Suomessa entistä pidemmälle talveen. Merialueilla talvisäilössä olevat kasvatuskassit voivat tarjota sulana pysyessään myös talvella ravintoa harmaahaikaralle. Skotlannin lauhoissa talvissa onkin havaittu, että ne harmaahaikarat, jotka eivät lähde muuttomatkalle, tosiaankin hyödyntävät kasvatuslaitoksia talven yli (Carss & Marquiss 1996).

4.4 Johtopäätökset

Suomessa harmaahaikara pesii pääosin maan eteläosien rannikolla noin Porin korkeudelle asti. Kolonioiden sijainnin muodostumiseen liittyvät tekijät ovat toistaiseksi huonosti tunnettuja, mutta vesistön läheisyys vaikuttaa olevan yksi kriittisimmistä tekijöistä. Harmaahaikarat pesivät myös yksittäisinä pareina sisämaassa, ja Suomen runsasjärvisuus voi mahdollisesti edesauttaa lajin runsastumisen sisämaassa. Suomi on harmaahaikaralle sen levinneisyysalueen pohjoisimmissa osissa, joten kolonioiden ja pesintöjen pidempiaikainen seuranta olisi hyödyllistä lajin levinneisyyden tarkkailun kannalta, sekä mahdollisesti ilmastomuutoksen vaikutusten seuraamisen kannalta. Myös pohjoisemmat kalankasvatusyrittäjät voisivat hyötyä harmaahaikaran levinneisyystiedoista harmaahaikaran aiheuttamien kalataloushaittojen ennaltaehkäisyn osalta.

Harmaahaikara hyödyntää kalankasvatuslaitoksia ravinnonhankintaansa samalla aiheuttaen menetyksiä kalankasvatuslaitosten yritystoimintaan. Ongelmaan vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen ja ongelman laajuuden selvittäminen onkin tärkeää, jotta kalankasvatusyrittäjät pystyvät minimoimaan haikaroiden aiheuttamat vahingot. Lisäksi

harmaahaikara on suojeltu laji, joten kalankasvatusyrittäjien suojautumiskeinot ovat rajalliset ja ainoa varma ja sallittu tapa vahinkojen ennaltaehkäisyyn on estää harmaahaikaroiden pääsy kasvatuskassien kaloihin. Erityisesti kalan koko ja kasvatuslaitoksen sijainti leveysasteen suhteen määrittävät harmaahaikaroiden esiintymistä kasvatuslaitoksilla. Harmaahaikaroiden pesimäpaikkojen läheisyydellä ei kuitenkaan ollut vaikutusta niiden esiintyvyyteen kasvatuskasseilla.

Aikaisemmissa tutkimuksissa yhtenä mahdollisena tekijänä on myös tunnistettu harmaahaikaran pesimäpaikkojen sijainti ja läheisyys kalankasvatuslaitoksille, vaikka tässä tutkimuksessa yhteyttä ei havaittu. Harmaahaikaran pesinnät ja avomeren kalankasvatus keskittyvät osittain samoille alueille, joten harmaahaikarakolonioiden tunnistaminen voi kuitenkin mahdollistaa yrittäjien tehokkaamman suojautumisen kalaa syövilta haikaroilta. Resursseja tulisi allokoida erityisesti niille alueille ja kasvatuslaitoksille, joissa tiettävästi esiintyy jo paljon harmaahaikaroita, tai joiden läheisyyteen haikarat ovat asettuneet pesimään. Myös esimerkiksi suojaverkkojen asentaminen tarpeeksi kireälle ja korkealle veden pintaan nähden, tai verkon pois jättäminen kokonaan, minimoisi vahinkoja, kunhan alueen muu linnusto on otettu huomioon.

Kiitokset

Kiitokset erityisesti työni ohjaajille Veijo Jormalaiselle, Toni Laakoselle ja Camilla Ekbladille mielenkiintoisesta graduaiheesta ja ohjauksesta. Kiitos myös Merimetsoprojektille kesätyöstä ja tilaisuudesta graduntekoon, sekä kaikille projektissa työskennelleille. Lisäksi haluan kiittää BirdLifeä ja Suomen Lajitietokeskusta harmaahaikarahavainnoista, sekä erityiskiitokset Camillalle näiden havaintojen läpikäynnin avusta.

Lähteet

- Barrett, L. T., Swearer, S. E., & Dempster, T. (2019). Impacts of marine and freshwater aquaculture on wildlife: a global meta-analysis. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1022–1044. <https://doi.org/10.1111/RAQ.12277>
- Bouwmeester, M. M., Goedknegt, M. A., Poulin, R., & Thieltges, D. W. (2021). Collateral diseases: Aquaculture impacts on wildlife infections. *Journal of Applied Ecology*, 58(3), 453–464. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13775>
- Brooks, M. E., Kristensen, K., van Benthem, K. J., Magnusson A., Berg, C. W., Nielsen A., Skaug H. J., Maechler M., Bolker B. M. (2017). glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *The R Journal*, 9(2), 378–400. <https://doi.org/10.32614/RJ-2017-066>
- Canty A. & Ripley, B. (2025). boot: Bootstrap Functions. R package version 1.3-32. [doi:10.32614/CRAN.package.boot](https://doi.org/10.32614/CRAN.package.boot)
- 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>
- Carss, D. N. (2022). There must be Some Kind of Way Out of Here: Towards ‘Reframing’ European Cormorant-Fisheries Conflicts. *Ardea*, 109(3), 667–681. <https://doi.org/10.5253/ARDE.V109I2.A31>
- Carss, D. N. & Marquiss, M. (1996). The influence of a fish farm on grey heron *Ardea cinerea* breeding performance. *Aquatic Predators and Their Prey* (Eds S.P.R.Greenstreet & M.L.Tasker) Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Cramp, S., & Simmons, K. (1977). Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa, The Birds of the Western Palearctic Volume 1. Ostrich to Ducks. Oxford University Press.
- Curtis, K. S., Pitt, W. C., & Conover, M. R. (1996). Overview of Techniques for Reducing Bird Predation at Aquaculture Facilities. *The Jack Berryman Institute Publication 12*. Utah State University, Logan, 20pp.
- Dimalaxis, A., Pyrovetsi, M., & Sgardelis, S. (1997). Foraging ecology of the Grey Heron (*Ardea cinerea*), Great Egret (*Ardea alba*) and Little Egret (*Egretta garzetta*) in response to habitat, at 2 Greek wetlands. *Waterbirds*, 20(2), 261–272. <https://doi.org/10.2307/1521692>
- Ekblad, C., Lindén, A., Öst, M., Below, A., Jaatinen, K., Lokki, H., Seimola, T., Tikkanen, H., & Laaksonen, T. (2025). Living with the enemy: the return of an apex predator is associated with habitat shifts in a common but rapidly declining prey population. *Landscape Ecology*, 40(7), 1–19. <https://doi.org/10.1007/S10980-025-02152-7>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Part I World Review*.
<https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/world-fisheries-aquaculture.html> [viitattu 14.3.2024]
- Fox, J., Weisberg, S. (2019). *An R Companion to Applied Regression*, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <https://www.john-fox.ca/Companion/>.
- Gagliardi, A., Preatoni, D., Volponi, S., Martinoli, A., & Fasola, M. (2022). When Gate Crashers Show Up: Does Expansion of Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* in North-Western Italy Affect Breeding Site Selection in Grey Heron *Ardea cinerea*? *Ardea*, 109(3), 583–591. <https://doi.org/10.5253/arde.v109i2.a25>
- Glahn, J. F., Rasmussen, E. S., Tomsa, T., & Preusser, K. J. (1999). Distribution and Relative Impact of Avian Predators at Aquaculture Facilities in the Northeastern United States. *North American Journal of Aquaculture*, 61, 340–348.
<https://doi.org/10.1577/1548-8454>
- Gwiazda, R., & Amirowicz, A. (2005). 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)
- Hafner, H. (1997). Ecology of Wading Birds. *Waterbirds*, 20(1), 115–120.
<https://doi.org/10.2307/1521773>
- 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.
- 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, 191–198.
<https://doi.org/10.1007/s10344-005-0096-x>
- Kazantzidis, S., Yfantis, G., & Poirazidis, K. (2013). Factors influencing species composition and nest abundance of heron colonies. *Journal of Biological Research*. <https://www.researchgate.net/publication/258046028>
- Keats, D. (2016). Grey Heron, *Ardea cinerea*, at Pilanesberg National Park, Northwest Province, South Africa. Flickr.com.
<https://www.flickr.com/photos/dkeats/28569532395/> [viitattu 2.10.2025]
- Kelly, J. P., Stralberg, D., Etienne, K., & McCaustland, M. (2008). Landscape influence on the quality of heron and egret colony sites. *Wetlands*, 28(2), 257–275.
- Kloskowski, J. (2011). Human-wildlife conflicts at pond fisheries in eastern Poland: perceptions and management of wildlife damage. *European Journal of Wildlife Research*, 57, 295–304. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0426-5>

- Kushlan, J. (1978). Feeding ecology of wading birds. *Wading Birds*, 249-298. Research report 7, National Audubon Society, New York 1978.
- Lehikoinen, A., Mikola, A., Below, A., Jaatinen, K., Laaksonen, T., Lehtiniemi, T., Mikkola-Roos, M., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rusanen, P., Sirkiä, P., Tikkanen, H. & Valkama, J. (2025). Suomen lintujen pesimäkantojen koot ja viimeaikaiset kannanmuutokset. *Linnut-vuosikirja 2024*, 16–25.
- Lehtiniemi, T. (2024). Harvalukuiset lintulajit Suomessa 2023. *Linnut-vuosikirja 2023*, 78–87.
https://lintulehti.birdlife.fi:8443/pdf/artikkelit/11803/tiedosto/Linnut_VK2023_078-087_Harvalukuiset_lintulajit_artikkelit_11803.pdf#view=FitH
- 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(1), 23–34.
- Lenth, R. (2025). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.11.1-00001. <https://rvlenth.github.io/emmeans/>.
- Luonnonvarakeskus. (2023a). Kasvatetun ruokakalan määrä ja arvo nousivat vuonna 2022. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/kasvatetun-ruokakalan-maara-ja-arvo-nousivat-vuonna-2022>. [viitattu 14.3.2024]
- Luonnonvarakeskus. (2023b). Vesiviljely 2022.
<https://www.luke.fi/fi/tilastot/vesiviljely/vesiviljely-2022>
- Manikowska-Ślepowrońska, B., Szydzik, B. & Jakubas, D. (2015) Determinants of the presence of conflict bird and mammal species at pond fisheries in western Poland. *Aquatic Ecology* 50, 87–95. <https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1007/s10452-015-9554-z>
- Manikowska-Ślepowrońska, B., Lazarus, M., Żółkoś, K., Zbyryt, A., Kitowski, I., & Jakubas, D. (2016). Influence of landscape features on the location of grey heron *Ardea cinerea* colonies in Poland. *Comptes Rendus - Biologies*, 339(11–12), 507–516. <https://doi.org/10.1016/J.CRVI.2016.09.006>
- Marion, L. (1989). Territorial Feeding and Colonial Breeding are Not Mutually Exclusive: The Case of the Grey Heron (*Ardea cinerea*). *Journal of Animal Ecology*, 58(2), 693–710.
- Moser, M. E. (1984). Resource partitioning in colonial herons, with particular reference to the grey heron *Ardea cinerea* L. and the purple heron *Ardea purpurea* L., in the Camargue, S. France. Doctoral thesis, Durham University.
<https://etheses.dur.ac.uk/7151/>
- Muuri, L. (2018). Merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamat haitat kalankasvatukselle itäisellä Suomenlahdella. *Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti nro 389/2018*.

- Nurmio, K. & Laurila, J. (2021) Saaristoluokitus – saaristoalueiden kriteerit ja paikkatietopohjainen alueluokitus. Suomen ympäristökeskuksen julkaisu. https://www.syke.fi/sites/default/files/documents/Saaristoluokitus_menetelm%C3%A4kuvaus.pdf
- Otieno, N. E. (2019). Economic impact of predatory piscivorous birds on small-scale aquaculture farms in Kenya. *Aquaculture Reports*, 15, 100220. <https://doi.org/10.1016/J.AQREP.2019.100220>
- Otieno, N. E., & Shidavi, E. (2022). Effectiveness of physical barriers and enhanced fertilization in controlling predation on tilapia and catfish aquaculture systems by four piscivorous water bird families. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 459. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1018064>
- Ovaskainen, A. (2024). Etähallittavan ja tallentavan kamerajärjestelmän kehittäminen ja käyttö lintulajien vierailun havainnointiin rannikon kalankasvatuslaitoksilla. Pro gradu -tutkielma. Turun yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2024041718958>
- QGIS Development Team. (2020). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.org>
- Quick, N. J., Middlemas, S. J., & Armstrong, J. D. (2004). A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland. *Aquaculture*, 230, 169–180. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00428-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00428-9)
- R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.project.org/>
- Saarikoski, H., Vikström, S., & Peltonen, L. (2024). Knowledge co-production around the cormorant-fishing conflict using a joint fact-finding approach. *Environmental Science & Policy*, 151, 103628. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCL.2023.103628>
- Suomen kalankasvattajaliitto ry. (2022). *Kalanviljely Suomessa*. <https://www.kalankasvatus.fi/wp-content/uploads/2022/05/Kalanviljely-Suomessa-2022.pdf>
- Valkama, J., Vepsäläinen, V., & Lehikoinen, A. (2011). Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. <https://cdn.laji.fi/files/birdatlas/lintuatlas3koko.pdf>
- Werner, S. J., Harrel, J. B., & Wooten, D. E. (2005). Foraging Behavior and Monetary Impact of Wading Birds at Arkansas Baitfish Farms. *Journal of the World Aquaculture Society*, 36(3), 354–362. <https://doi.org/10.1111/J.1749-7345.2005.TB00339.X>
- Westerback, J., Airaksinen, S., Eriksson-Kallio, A. M., Hellström, E., Kauppinen, T., Korkea-aho, T., Raussi, S. & Vielma, J. (2025). Taustaselvitys kalojen hyvinvointiohjelman pohjaksi: Kalojen hyvinvoinnin nykytila ja kehitystarpeet. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 20/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 118 s.

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., Svets, 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.