



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2023

Riistakameraseuranta kalankasvatuslaitoksilla Saaristomerellä

Merimetson (*Phalacrocorax carbo*) ja
harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) seurantatarkoitukseen

Veera Hauhia, Jari Niukko ja Markus Kankainen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2023

Riistakameraseuranta kalankasvatustiluksilla Saaristomerellä

Merimetson (*Phalacrocorax carbo*) ja
harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) seurantarokoitukseen

Veera Hauhia, Jari Niukko ja Markus Kankainen

Hanketta on rahoitettu Suomen ympäristöministeriön rahoituksella (Rahoituspäätös: VN/10979/2022-YM-2): Merimetson aiheuttamien suorien kalatalousvahinkojen määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla. Tutkimus on toteutettu yhteistyössä Turun yliopiston, Luonnonvarakeskuksen ja kalankasvattajien kanssa.



Viittausohje:

Hauhia, V., Niukko, J. & Kankainen, M. 2023. Riistakameraseuranta kalankasvatustiluksilla Saaristomerellä : Merimetson (*Phalacrocorax carbo*) ja harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) seurantatarkoitukseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 41 s.



ISBN 978-952-380-657-3 (Painettu)

ISBN 978-952-380-658-0 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-658-0>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Veera Hauhia, Jari Niukko ja Markus Kankainen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023

Julkaisu vuosi: 2023

Kannen kuva: Veera Hauhia

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

Tiivistelmä

Veera Hauhia, Jari Niukko ja Markus Kankainen

Luonnonvarakeskus (Luke), Itäinen pitkäkatu 4 A, 20520 Turku

Tämän työn keskeisenä tavoitteena oli kokeilla riistakameroiden hyödyntämistä merimetsojen ja harmaahaikaroiden seurantamenetelmänä Saaristomeren kalankasvatuslaitoksilla. Työ toteutettiin touko–syyskuun (2022) välisenä aikana. Riistakameraseurannan ensisijaisena tavoitteena oli selvittää, sopiiko menetelmä lajien kuvaamiseen merellä ja löytää sopivat kamera-asetukset haasteellisiin merellisiin olosuhteisiin. Työn toissijaisena tavoitteena oli kerätä ekologista tietoa molempien lajien lukumääristä, vierailujen ajankohdista laitosalueilla sekä niiden saalistuskäyttäytymisestä.

Työssä kokeiltiin Uovision UV785 16 MP Full HD digitaalisia riistakameroita. Riistakameroita kokeiltiin viidellä eri kalankasvatuslaitoksella Saaristomerellä. Riistakameroita vertailtiin myös valvontakameroihin, jotka tallensivat kuvaa vuorokauden ympäri.

Riistakameroiden eri asetuksia kokeiltiin hyvin kattavasti. Riistakameroiden koeasennusten aikana havaittiin, että videokuvaaminen on still-kuvaamista parempi tapa kerätä lintuaineistoa. Video tuottaa enemmän tietoa lintujen saalistuskäyttäytymisestä verkkoaltailla, eli raameilla. Lisäksi lintujen lajikohtainen tunnistaminen, etenkin huonoissa sääolosuhteissa, on varmempaa videolta katsottuna. Riistakamerat kuvasivat pääasiassa videota 10 min aikavälein ja videon pituus oli 10 sekuntia. Jatkuvasti kuvanneilla valvontakameroilla saatiin luotettavaa tietoa saalistustapahtumista, mitä riistakamerat eivät välttämättä kuvanneet. Riistakameroiden käyttäminen tarjoaa kuitenkin mahdollisuuden seurata lintujen, kuten merimetson ja harmaahaikaran, vierailuja kalankasvatuslaitoksilla.

Raameihin asetetut riistakamerat havaitsivat merimetsoja ja harmaahaikaroita kalankasvatuskohteilla. Merimetsojen vierailut kohteilla painoutuivat aamutunteihin. Harmaahaikaroiden vierailuajankohdassa havaittiin kaksi huippua: yksi aamulla ja toinen illalla. Harmaahaikaroita oli laitoksilla myös yöllä. Harmaahaikarat hakeutuivat erityisesti verkkojen päälle keskelle saalistamaan, josta saalistus oli helpompaa, sillä verkko antoi enemmän periksi raamin keskeltä. Lisäksi harmaahaikaroiden huomattiin välillä saapuvan parvissa, jolloin ne pystyivät painamaan verkkoa yhä lähemmäs vedenpintaa.

Asiasanat: harmaahaikara, kalanviljely, merimetso, riistakamera, Saaristomeri, Uovision

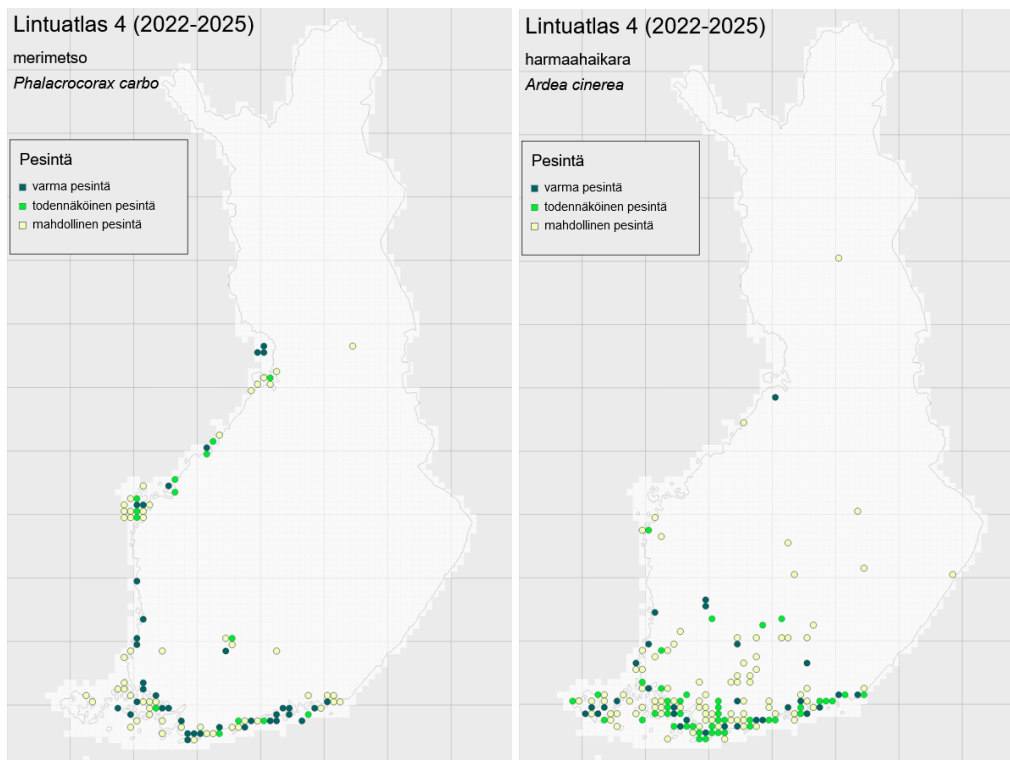
Sisällys

1. Johdanto	5
1.1. Merimetson ja harmaahaikaran riistakameraseuranta kalankasvatustiloilla	5
1.2. Työn tavoitteet.....	7
2. Menetelmät ja aineisto.....	8
2.1. Riistakameramalli.....	8
2.2. Riistakamera-asetusten kokeilu kohtelaitoksilla.....	9
2.2.1. Rymättylä.....	9
2.2.2. Brändö 1	13
2.2.3. Kustavi 1	15
2.3. Suositukset seuraaville kamera-asetuksille.....	16
2.4. Riistakameraseuranta.....	18
2.5. Riistakameran ja valvontakameran välinen tekninen vertailu	21
3. Tulokset.....	23
3.1. Riistakameraseuranta ja lintuhavainnot.....	23
3.1.1. Brändö 1	23
3.1.2. Kustavi 2	24
3.1.3. Brändö 2	27
3.2. Kameravertailu Brändön tiloilla	30
3.2.1. Siikalaitoksen harmaahaikarahavainnot.....	30
3.2.2. Kirjolahilaitoksen merimetsohavainnot	33
4. Tulosten tarkastelu	35
4.1. Kameraseuranta	35
4.2. Kameroiden tekninen vertailu.....	38
Viitteet.....	40

1. Johdanto

1.1. Merimetson ja harmaahaikaran riistakameraseuranta kalankasvatustiluksilla

Viimeisen parinkymmenen vuoden aikana sekä merimetson (*Phalacrocorax carbo* ssp. *sinensis*) että harmaahaikaran (*Ardea cinerea*) pesimäkannat ovat vahvistuneet Suomen rannikko- ja merialueilla. Suomen ympäristökeskuksen viimeisimmän tiedotteen (2022) mukaan vuonna 2022 Suomessa tavattiin noin 24 470 merimetsoparia ja 52 merimetsoyhdyskuntaa. Runsaimmat esiintymät sijaitsevat eteläisillä ja läntisillä merialueilla: Selkämerellä (33 %), Suomenlahdella (30 %), Saaristomerellä (18 %), Merenkurkussa (10 %) ja Perämerellä (9 %) (Kuva 1). Tämän lisäksi Suomessa pesii nykyään arviolta yli 1 000 harmaahaikaraparia. Niiden pesinnät sijoittuvat etelä- ja lounaisrannikolle, mutta joitakin pareja tavataan myös sisämaassa (Kuva 1). Lajien runsastuminen ja levittäytyminen koetaan uhkana paikallisille kalastus- ja kalankasvatustelinkeinoille (Ympäristöministeriö 2019). Erityisesti kesäisin linnuista koituvat haitat ilmenevät kolonioiden läheisyydessä ja syksyllä merenlahdilla (Merimetsotyöryhmä 2016).



Kuva 1. Merimetson (vasen) ja harmaahaikaran (oikea) viimeaikaiset pesintähavainnot Suomessa (Lintuatlas 2022).

Merelle sijoitetut kalankasvatukseen tarkoitetut verkkoaltaat (myöhemmin raamit) houkuttelevat paikalle lintuja, kuten merimetsoja, harmaahaikaroita, lokkeja ja variksia. Merimetso käyttää luonnollisesti ravinnokseen alueen yleisiä kalalajeja, kuten ahventa, kiiskiä, särkeä ja silakkaa (Salmi 2011, Salmi ym. 2013). Vaikka sen ravinto koostuu pääosin pienistä ja keskikokoisista kaloista (10–25 cm), se pystyy nielemään myös isompia kaloja (Salmi 2011, Salmi ym. 2013). Merimetson päivittäinen kalansaalis voi vaihdella yleistäen 150–700 gramman välillä

(Dirksen ym. 1995, Ridgway 2010). Saalistaessa merimetso suosii pesimäkolonian lähellä olevia (5–25 km) ja matalia (< 10 m) vesialueita, joissa sen on helppo sukeltaa saaliin perään (Custer & Bunck 1992, Coleman ym. 2005, Thaxter ym. 2012). Harmaahaikara puolestaan on kahlaaja, joka saalistaa kalojen lisäksi sammakoita ja muita pieniä eläimiä matalissa kos-teikoissa tai rantavesissä (Muuri 2018). Molemmat lintulajit saalistavat aamu- ja iltahämärän aikaan, jolloin niitä myös esiintyy eniten kalankasvatuslaitoksilla (Muuri 2018).

Kalankasvattajat kokevat merimetsojen häiritsevän elinkeinon harjoittamista ja ovat havainneet harmaahaikaroiden lukumäärien kasvaneen kalankasvatuslaitoksilla (Kankainen ym. 2019). Lajit aiheuttavat sekä suoria että epäsuoria vahinkoja kalatalouselinkeinolle. Suoria vahinkoja ovat muun muassa kalojen saalistaminen ja vahingoittaminen nokkimalla. Epäsuoriin vahinkoihin kuuluvat lintujen aiheuttamat hygienia- ja loishaitat. Loiset, kuten kaloja sokeuttavat *Diplostotum*-suvun imumadot, siirtyvät helpommin vahingoittuneisiin kaloihin (Valtonen ym. 2012). Loiset lisääntyvät erittäin tehokkaasti kasvatusaltaissa ja on arveltu, että yksi harmaalokissa aikuistuva loinen voi tuottaa jopa satoja munia vuorokaudessa useiden viikkojen ajan (Valtonen ym. 2012). Erityisesti kirjolohen tiedetään olevan hyvin altis tartunnalle verrattuna useimpiin muihin lohikaloihin (Valtonen ym. 2012). Lintujen läsnäolon on arveltu myös vaikuttavan kalojen käyttäytymiseen, mikä saattaa näkyä kalojen heikentyneenä ruokahaluna, kasvaneena stressinä, kasvun hidastumisena ja siten myös pienempänä tuottona elinkeinon harjoittajille.

Linnuista aiheutuvia haittoja voidaan vähentää suojaamalla raameja lintuverkoin, joita on markkinoilla paljon erilaisia. Kuitenkin itäisellä Suomenlahdella tehdyn selvityksen mukaan (Muuri 2018) lintuverkkojen on havaittu olevan tehottomia merimetsoja ja harmaahaikaroita kohtaan. Merimetsot ovat oppineet käyttämään raamin reunan ja lintuverkon väliin jääviä pieniä rakoja, joista ne pääsevät raamin sisälle saalistamaan kaloja. Harmaahaikarat puolestaan ilmestyvät paikalle ryhmissä ja asettuvat verkon päälle nokkimaan kaloja, niin että verkko painuu vedenpintaa vasten.

Merimetso ja harmaahaikara ovat luonnonsuojelulain (1096/1996) 38 §:n nojalla rauhoitettuja lajeja ympäri vuoden. Lajien tahallinen tappaminen tai pyydystäminen, pesien hävittäminen tai muu häiritseminen, erityisesti pesimäaikana tai tärkeillä levähdysalueilla on kielletty. Lisäksi ne kuuluvat lintudirektiivin perusteella suojeltaviin luonnonvaraisiin lintulajeihin (2009/147/EC, artikla 1), joiden elinympäristöä on suojeltava. Lintujen häätämiseen tai tappamiseen voi kuitenkin hakea poikkeuslupaa Varsinais-Suomen ELY-keskukselta, mikäli niiden aiheuttamat vahingot kalankasvatuselinkeinoille ovat merkittävät eikä niiden aiheuttamaan ongelmaan löydy vaihtoehtoja ratkaisua lintudirektiivistä (Ympäristöministeriö YM6/5713/2016). Lisäksi taloudellisiin vahinkoihin voi hakea korvausta ELY-keskukselta (Ympäristöministeriö 1626/1991 ja 838/2010). Verkkoaltaiden lähellä merimetsoja saa häätää niitä vahingoittamatta ilman poikkeuslupaa (Ympäristöministeriö YM6/5713/2016). Kuitenkin häätäminen on vain väliaikainen ratkaisu ongelmaan, sillä se yleensä vain siirtää linnuista aiheutuvia ongelmia paikallisesti (Muuri 2018).

Merimetsoja ja harmaahaikaroita on mahdollista seurata kalankasvatuslaitosten raameilla riistakameroiden avulla. Riistakameroiden käyttö luonnonvaraisten eläinten tutkimuksessa on kasvanut valtavasti viime vuosina uusien teknologioiden myötä (Vehkaoja 2019). Riistakamera on digitaalinen kamera, joka tallentaa kuva- ja videomateriaalia kamerasuostinmuistille tai vaihtoehtoisesti lähettää kuvausmateriaalia reaaliaikaisesti suoraan palvelimelle. Riistakamera kuvaa kohdetta automaattisesti joko liiketunnistimen (PIR) avulla tai se voidaan asettaa

kuvaamaan kohdetta tietyin aikaväleihin. Lisäksi riistakameroiden avulla voidaan saada arvokasta tietoa lajien lukumääristä, käyttäytymisestä ja populaatiodynamiikasta kaikkina vuorokauden aikoina ja vuoden ympäri (Vehkaoja 2019, Kauhala & Isomursu 2020). Lisäksi niiden avulla voidaan tarkkailla varovaisiakin lajeja. Esimerkiksi perinteinen kentällä tapahtuva havainnointi saattaa säilyttää raameilla käyviä lintuja, mikä taas saattaa häiritä niiden saalistusta ja sen todentamista (Muuri 2018). Riistakamerat tarjoavat myös hyvin kustannustehokkaan vaihtoehdon valvontakameroille.

1.2. Työn tavoitteet

Tämän työn keskeisenä tavoitteena oli kokeilla riistakameroiden hyödyntämistä merimetsojen ja harmaahaikaroiden seurantamenetelmänä Saaristomeren kalankasvatuslaitoksilla. Työ toteutettiin touko-syyskuun (2022) välisenä aikana, mikä kattaa lajien pesimiskauden ja syysmuuttoa edeltävän kauden, jolloin niitä esiintyy alueella eniten. Riistakameraseurannan ensisijaisena tavoitteena oli selvittää, sopiiko menetelmä ylipäätänsä lajien kuvaamiseen merellä kalankasvatuslaitoksilla ja löytää sopivat kamera-asetukset haasteellisiin merellisiin olosuhteisiin. Työn toissijaisena tavoitteena oli kerätä ekologista tietoa molempien lajien lukumääristä, vierailujen ajankohdista laitosalueilla sekä niiden saalistuskäyttäytymisestä. Viimeisenä raportissa verrataan riistakameroiden ja valvontakameran teknisiä ominaisuuksia ja soveltuvuutta lajien seurantaan.

Työ toteutettiin osana kaksivuotista hanketta (2022–2023) ”Merimetsan aiheuttamien suorien kalatalousvahinkojen määrän ja laadun arviointi Suomen merialueilla”. Hanketta toteuttamassa ovat Luonnonvarakeskuksen lisäksi Turun yliopisto ja ammattikorkeakoulu Novia. Tämän hankkeen tavoitteena on selvittää tarve kansalliselle korvausjärjestelmälle, joka kattaisi rauhoitettujen lintujen aiheuttamat tappiot alueen kalastuselinkeinon harjoittajille. Samalla hanke tuottaa ekologista, yhteiskunnallista ja sosioekonomista tietoa merimetsoista ja harmaahaikaroista sekä niiden haittavaikutuksista kalankasvatuselinkeinolle.

Riistakameraseurannasta saatua materiaalia voidaan myös käyttää koneoppimismateriaalina. Tekoälyn soveltaminen kohdelajien tunnistamiseen tarjoaisi ratkaisun suuren aineistomäärän prosessoimiseen.

2. Menetelmät ja aineisto

2.1. Riistakameramalli

Työssä kokeiltiin Uovision UV785 16 MP Full HD digitaalisia riistakameroita (Kuva 2). Riistakamerat voidaan asettaa ottamaan joko still-kuvaa tai videota (kameran moodi), jotka tallentuvat automaattisesti kameran sisäiselle muistikortille. Riistakameroissa käytettiin campro 16 GB SDHC -muistikortteja. Still-kuvat ja videot tallentuvat päivällä värillisinä ja yöllä mustavalkoisina inframustasalaman ansiosta, ja niiden terävyyttä on mahdollista tarkentaa (kameran näkymä). Vaihtoehtoja on useita, mutta tässä työssä käytettiin ”liikkuva kohde” -asetusta, joka havaitsee kameran ohitse kulkevan kohteen ilman, että se pysähtyy. Tämän asetuksen arveltiin soveltuvan parhaiten lintujen seurantatarkoitukseen. Lisäksi sekä kuvasuhdetta että videon kokoa ja pituutta on mahdollista säädellä. Tässä työssä kuvasuhteeksi valikoitui 4:3 ja videon kooksi 720 p HD, mutta videon pituutta vaihdeltiin työn aikana.

Kameroissa on passiivinen infrapuna liiketunnistin (PIR), joka tunnistaa lämpösäteilevän kohteen. Käytettäessä PIR toimintoa, riistakamerat käynnistyvät automaattisesti ihmisen tai eläimen aiheuttaman lämpöliikkeen johdosta. Kameran laukaisumoodiksi voidaan valita kahden eri asetuksen välillä: PIR-laukaisu tai aikavälikuvaus. PIR-laukaisu ottaa kuvan 0,6 sekunnin reaktioajalla, kun kamera havaitsee lämpöliikkuvan kohteen. Aikavälikuvauksessa kamera voidaan asettaa kuvaamaan tiettyyn tasa-aikaan ilman liiketunnistimen havaintoa. PIR-liiketunnistimen herkkyyttä voidaan suurentaa tai pienentää (matala, auto tai korkea). Lisäksi PIR-viive asetuksen avulla voidaan määrittää haluttu kuvausväli. Kameroissa on myös mahdollista käyttää työaika-asetusta, jossa kamera asetetaan kuvaamaan tiettyyn ennalta määrättyyn aikaan.

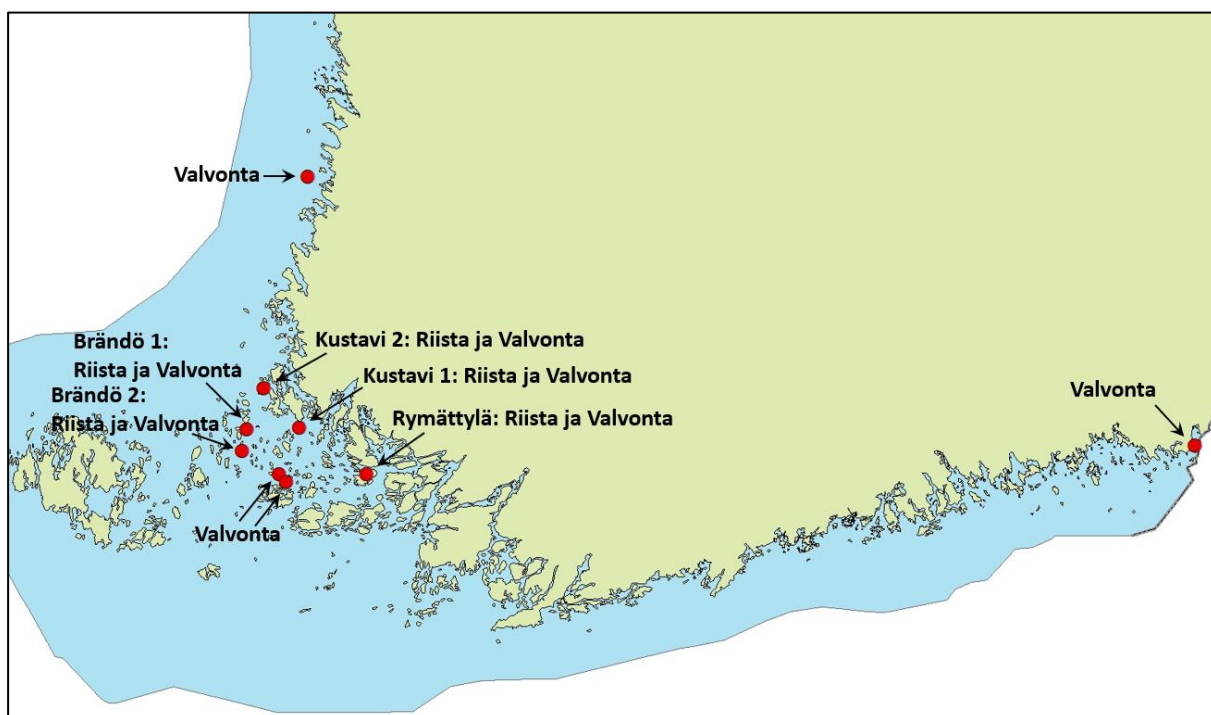
Riistakameroissa voidaan käyttää joko sormiparistoja (12 kpl AA alkaliparistoja) tai ulkoista 6V DC virtalähdettä. Asennusta helpottamaan riistakameroissa käytettiin sormiparistoja.



Kuva 2. Uovision-riistakameroiden käyttömahdollisuutta merimetson ja harmaahaikaran seurantaan kokeiltiin kalankasvatusraameilla Saaristomerellä. Kuva: Jari Niukko.

2.2. Riistakamera-asetusten kokeilu kohdelaitoksilla

Riistakameroita kokeiltiin viidellä eri kalankasvatustiloksella Saaristomerellä, Länsi-Suomessa (Kuva 3). Kohteet olivat Rymättylässä, kahdessa paikassa Kustavissa sekä kahdessa paikassa Brändössä. Näistä kohteista Rymättylä, toinen Kustavin paikka ja toinen Brändön paikka sijaitsivat melko suojaisissa paikoissa, kun taas kaksi muuta kohdetta olivat suhteellisen avoimella merialueella. Jokaisessa kohteessa kokeiltiin yhtä riistakamerasettiä, johon kuului neljä riistakameraa. Tämä mahdollisti eri asetusten testaamisen samanaikaisesti ja siten näiden vertailun. Riistakamerat asetettiin kohteilla verkkoaltaiden välittömään läheisyyteen ja suunnattiin kuvaamaan samaa kohdetta vähentäen muiden olosuhdemuuttujien vaikutusta. Kokeilujakson jälkeen kameroiden taltioima kuva- ja videomateriaali siirrettiin muistikortilta tietokoneelle. Sen perusteella päätettiin kokeilla uusia kamera-asetuksia, kunnes oikeat asetukset löytyisivät kulloisiinkin olosuhteisiin.



Kuva 3. Riistakamera- (Riista) ja valvontakamerakohteet (Valvonta) kalankasvatustiloksilla vuonna 2022. Raportissa käsitellään Saaristomerellä sijaitsevia riistakamerakohteita. Osa kohteista sijaitsi suojaisissa olosuhteissa, kun taas osa oli avoimemmalla merialueella.

2.2.1. Rymättylä

I. Asennuskerta

Riistakameroiden eri asetuksia kokeiltiin ensimmäisen kerran 16.–24.5.2022 välisenä aikana Luonnonvarakeskuksen koekasvatuskassilla Rymättylässä. Koekasvatuskassi (4 x 4 m) sijaitsi laiturin päässä rannan tuntumassa ja noin 11 metrin syvyydessä. Alueella tiedetään vierailevan harmaahaikaroita ja merimetsoja parveilee ja kuivattelee itseään kassien lähellä olevilla kallioidilla. Neljä riistakameraa asetettiin kuvaamaan samaa kassia, jossa kasvatettiin noin kilon kokoisia kirjolohia. Riistakamerat kiinnitettiin raamia ympäröiviin kulmatolppiin niiden alkuperäisillä kiinnitysnauhoilla, niin että kameroiden kuvakenttä oli hieman vedenpinnan yläpuolella

(Kuva 4). Tämän jälkeen kameroihin laitettiin eri asetukset, jotta löydettäisiin sopivin vaihtoehto vallitseviin olosuhteisiin (Taulukko 1). Kirjolohikassin päällä ei käytetty suojaavaa lintuverkkoa. Tällä asennuskerralla tavoitteena oli verrata riistakameran kuva- ja video-ominaisuuksia sekä PIR-laukaisua ja tasa-aika kuvausta. Koeasennuksessa pyrittiin myös haarukoimaan sopiva kuvausaikaväli.



Kuva 4. Neljä riistakameraa asetettiin kuvaamaan kirjolohikassia Rymättylässä. Kameran sijoitettiin raamin eri puolille ja kiinnitettiin kulmatolppiin. Riistakamerat ovat merkitty kuvaan punaisiin renkaisiin. Kuva: Jari Niukko.

Taulukko 1. Riistakamera-asetukset ensimmäisellä asennuskerralla.

Kamera	57	14	3	66
Kameramoodi	Video	Kuva	Kuva	Kuva
Kameranäkymä / videon pituus	20 s	Liikkuva kohde	Liikkuva kohde	Liikkuva kohde
Laukaisumoodi (herkkyys)	PIR (auto)	PIR (matala)	Tasa-aika	Tasa-aika
PIR viive / aikavälikuvaus	5 min	10 s	1 min	30 s
Työaika	Off	Off	Off	04:00-23:00

Ensimmäisellä asennuskerralla riistakamerat tallensivat yhteensä 14 534 still-kuvaa ja 474 videota, joista vain 1,7 % sisälsi kuvia linnuista (Taulukko 2). Kuvamäärä oli suurempi tasa-aika ominaisuudella kuin PIR-laukaisulla otettuna. Liiketunnistimella otetuista kuvista suurempi osa kuvista sisälsi kuitenkin lintuja, joten kuvantamistehokkuus oli parempi PIR-laukaisulla. Riistakameroista parhaiten suoriutui videota tallentava kamera (57), jonka kuvista noin 20,5 % sisälsi lintuja. Lintuhavainnoista suurin osa oli raamilla parveilevia lokkeja. Kuitenkin kamerat 57 ja 14 onnistuivat kuvaamaan yhden raamin ohitse lentävän merimetson. Kamera 57 kuvasi

myös laiturilla olevan harmaahaikaran kahdesti. Lisäksi kamerat havaitsivat raamien luona haahkoja, variksia ja pääskyjä.

Taulukko 2. Riistakamera-asetuksia vastaavat tulokset ajalta 16.–24.5.2022 Rymättylässä. Lintujen prosentuaalinen (%) osuus kuva- ja videomäärästä esitetty.

Kamera	57	14	3	66
Kuva- ja videomäärä yht.	474	2918	5476	6140
Lintukuvamäärä	97 (20.5 %)	92 (3.2 %)	40 (0.7 %)	30 (0.5 %)

II. Asennuskerta

Riistakamerat asetettiin kuvamaan toisen kerran samaa raamia 2.–10.6.2022 välisenä aikana. Tällä kertaa kaksi kameraa kiinnitettiin päällekkäin eri kulmatolppiin. Kamerat sijoitettiin kuvaamaan siten, että välttyttäisiin auringonsäteiden heijastukselta (Kuva 5). Ensimmäisen asennuskerran pohjalta päädyttiin kokeilemaan uusia asetuksia (Taulukko 3). Kameran moodiksi valittiin video, sillä sen havaittiin taltioivan still-kuvaa paremmin lintujen käyttäytymistä. Lisäksi videon pituutta lyhennettiin ja kuvausväliä pidennettiin, jotta muistikortille mahtuisi riittävän monta videota. Riistakameroiden laukaisumoodin, PIR-laukaisu tai tasa-aika kuvaus, vertailua päätettiin jatkaa.

Riistakameroiden lisäksi kohteelle viettiin Turun yliopiston valvontakamera, joka tallensi kuvaa jatkuvasti vuorokaudenympäri (Kuva 5).



Kuva 5. Toisella asennuskerralla riistakamerat kiinnitettiin vain kahteen kulmatolppaan, ja ne asetettiin päällekkäin kuvaamaan kirjolohiraamia. Kuvassa näkyy myös Turun yliopiston valvontakamera. Kuva: Jari Niukko.

Taulukko 3. Riistakamera-asetukset toisella asennuskerralla.

Kamera	57	14	3	66
Kameramoodi	Video	Video	Video	Video
Kameranäkymä/ videon pituus	15 s	15 s	15 s	15 s
Laukaisumoodi (herkkyys)	PIR (auto)	Tasa-aika	Tasa-aika	PIR (matala)
PIR viive / aikavälikuvaus	10 min	5 min	10 min	10 min
Työaika	Off	03:00-24:00	Off	Off

Toisella asennuskerralla riistakamerat tallensivat yhteensä 924 videota, joista 12,6 % sisälsi kuvia linnuista (Taulukko 4). Yksi kameroista (3) ei kuvannut koko aikana. Kuvamäärä oli taas suurempi kameroissa, jotka ottivat kuvaa tasa-ajoin verrattuna PIR-laukaisuun. Vaikka liiketunnistin otti vähemmän kuvia, kuvantamistehokkuus oli siinä parempi. Lisäksi PIR-laukaisun kuvamäärä riippui laukaisun herkkyydestä. Automaattisella (auto) herkkyydellä kuvamäärä oli suurempi kuin matalalla herkkyydellä. Suurin osa videoihin tallentuneista linnuista oli lokkeja tai muita pikkulintuja. Kamerat eivät havainneet yhtäkään merimetsoa eivätkä harmaahaikaraa koko kuvantamisjakson aikana.

Taulukko 4. Riistakamera-asetuksia vastaavat tulokset ajalta 2.–10.6.2022 Rymättylässä. Lintujen prosentuaalinen (%) osuus kokonaiskuva/videomäärästä esitetty.

Kamera	57	14	3	66
Kuva- ja videomäärä yht.	97	777	-	50
Lintukuvamäärä	16 (16.5 %)	87 (11.2 %)	-	13 (26 %)

III. Asennuskerta

Riistakamera-asetuksia päätettiin kokeilla vielä kolmannen kerran 17.–29.6.2022 välisenä aikana (Taulukko 5). Riistakamerat asetettiin kuten edellisellä asennuskerralla kahteen eri kulmatolppaan päällekkäin. Kameran videomoodi koettiin toimivaksi ja sitä käytettiin kaikissa kameroissa. Kamera 3 asetettiin kuvaamaan tihein aikavälein kalojen ruokintaa (9:00–13:00). Tässä oltiin kiinnostuneita, jos kalojen ruokinnan aikainen pintaan nousu kiinnostaisi lintuja. PIR-laukaisun ja matalan herkkyyden havaittiin soveltuvan hyvin näihin olosuhteisiin, joten niitä käytettiin tälläkin kertaa. Kameroiden kuvausaikaväliä pidennettiin edelleen.

Taulukko 5. Riistakamera-asetukset kolmannella asennuskerralla.

Kamera	57	14	3	66
Kameramoodi	Video	Video	Video	Video
Kameranäkymä/ videon pituus	15 s	15 s	15 s	15 s
Laukaisumoodi (herkkyys)	PIR (matala)	PIR (matala)	Tasa-aika	PIR (matala)
PIR viive / aikavälikuvaus	5 min	20 min	1 min	10 min
Työaika	Off	Off	9:00-13:00	Off

Kolmannella asennuskerralla riistakamerat tallensivat yhteensä 1 604 videota, joista 35,4 % sisälsi kuvia linnuista (Taulukko 6). Näillä asetuksilla lintukuvien osuus kaikista kuvista oli tähän mennessä suurin. Siten kuvausaikaväliä pidentämällä saatiin parempi kuvantamistehokkuus. Kuitenkin kamera 14, jossa kuvausaikaväli oli suurin (20 min), oli ainoa kamera, joka epäonnistui kuvaamaan alueella lentävän merimetson. Kamera 66, jossa oli keskipitkä kuvausaikaväli (10 min) onnistui kuvaamaan yhden raamin ylitse lentävän haikaran. Lintukuvien määrä oli suurin kamerassa 3, joka kuvasi kalojen ruokintaa minuutin välein. Kuitenkin pääosa ruokinnan aikana tallentuneista kuvista sisälsi lokkeja. Muita raamilla vierailevia lintuja olivat varikset, haahkat, joutsenet ja pikkulinnut.

Taulukko 6. Riistakamera-asetuksia vastaavat tulokset ajalta 17.–29.6.2022 Rymättylässä. Lintujen prosentuaalinen (%) osuus kokonaiskuva/videomäärästä esitetty.

Kamera	57	14	3	66
Kuva- ja videomäärä yht.	272	72	1001	259
Lintukuvamäärä	53 (19.5 %)	26 (36.1 %)	428 (42.8 %)	61 (23.6 %)

2.2.2. Brändö 1

Riistakameroiden asetuksia kokeiltiin ajalla 2.–10.6.2022 Brändössä avoimella merialueella. Alueella sijaitsee viisi peräkkäin olevaa raamia. Riistakamerat laitettiin kuvaamaan kahta eri raamia, joista yhdessä kasvatettiin 500 gramman kokoisia kirjolohia noin 25 tonnia ja toisessa kassissa kilon kokoisia kirjolohia noin 35 tonnia. Raameilla käytettiin lintuverkkoja pääosin merimetsojen torjumistarkoitukseen (Kuva 6). Riistakamerat kiinnitettiin noin kahden metrin pituisiin puutolppiin (2 x 4"), jotka sidottiin metalliklemmareilla raamin tolppaan, niin että kamerat olivat noin yhden metrin kaiteen yläpuolella. Näin kamerat pysyivät tukevasti kiinni tai liikkuivat ainoastaan samaan tahtiin raamin mukana. Yksittäisen raamin halkaisija oli noin 32 metriä. Tällä koeasennuskerralla tavoitteena oli verrata PIR-laukaisun ja tasa-aika kuvauksen soveltuvuutta avomerellä tuotantomittakaavan laitoksessa. Koska tiettyjen kamera-asetusten oli havaittu toimivan, niitä haluttiin kokeilla vielä toistamiseen (Taulukko 7).



Kuva 6. Riistakamerat asetettiin kuvaamaan kahta eri raamia Brändössä avoimella merialueella. Kaksi kameraa laitettiin päällekkäin yhteen raamin pystytolpista. Riistakamerakuvassa näkyy myös kasseja suojaavat lintuverkot.

Taulukko 7. Riistakamera-asetukset Brändössä avoimella merialueella.

Kamera	2	59	31	48
Kameramoodi	Video	Video	Video	Video
Kameranäkymä/ videon pituus	15 s	15 s	15 s	15 s
Laukaisumoodi (herkkyys)	PIR (auto)	PIR (matala)	Tasa-aika	Tasa-aika
PIR viive / aikavälikuvaus	10 min	10 min	10 min	10 min
Työaika	Off	Off	Off	Off

Riistakamerat kuvasivat yhteensä 1 938 videota ja 513 still-kuvaa, joista 10,1 % sisälsi kuvia linnuista (Taulukko 8). Vaikka kaikki riistakamerat olivat asetettu ottamaan videota, kamera 48 alkoi ottamaan still-kuvia viisi päivää kameroiden asentamisen jälkeen. Kuvamäärä PIR-laukaisulla kuvaavissa kameroissa jäi hyvin pieneksi. Lisäksi tasa-ajalla otetuista kuvista vain pieni osa sisälsi kuvia linnuista. Näistäkin suurin osa oli lokkeja. Muita raamien lähellä havaittuja lajeja olivat varikset ja joutsenet. Avoimiin olosuhteisiin parhaiten sopi kamera 31, joka tallensi videota kymmenen minuutin välein. Tasa-aika ominaisuuden havaittiin soveltuvan paremmin kuin PIR-laukaisun raameihin, joilla käytetään lintuverkkoja ja jotka sijaitsevat avomerellä.

Taulukko 8. Riistakamera-asetuksia vastaavat tulokset ajalta 2.–10.6.2022 Brändössä kirjolohen kasvatuspaikassa. Lintujen prosentuaalinen (%) osuus kokonaiskuva/videomäärästä esitetty.

Kamera	2	59	31	48
Kuva- ja videomäärä yht.	156	91	1065	1139
Lintukuvamäärä	12 (7.8 %)	3 (3.3 %)	138 (13 %)	89 (7.8 %)

2.2.3. Kustavi 1

Riistakamera-asetuksia kokeiltiin vielä viimeisen kerran 28.6.–8.7.2022 välisenä aikana Kustavin eteläpuolella suhteellisen avoimella merialueella. Alueella sijaitsee seitsemän raamia, joissa kasvatetaan noin 1,5 kilon kokoisia kirjolohia. Raameilla on havaittu aikaisemmin käyvän runsaasti merimetsoja, mutta kolonian siirryttyä alueelta pois, merimetsojen aiheuttama saalistuspaine on laskenut huomattavasti (suullinen tiedonanto, kalankasvattaja). Kuitenkin raameilla vierailee säännöllisesti hylkeitä ja satunnaisesti yksittäisiä harmaahaikaroita. Raamit sijaitsevat noin viiden metrin syvyydessä ja niitä suojataan lintuverkoilla. Riistakamerat asetettiin ulomman raamin reunaan (Kuva 7). Kaksi kameraa kiinnitettiin päällekkäin 1,5 metrin korkuiseen muoviputkeen kuormaliinalla ja ilmastointiteipillä. Toiset kaksi kameraa kiinnitettiin 3,5 metrin korkuiseen putkeen, johon myös Turun yliopiston valvontakamera oli kiinnitetty. Tässä asennuksessa tavoitteena oli kokeilla uusia, avoimille merialueille soveltuvia asetuksia (Taulukko 9). Kolmessa kamerassa kokeiltiin tasa-aika ominaisuutta ja vain yhdessä PIR-laukaisinta. Videon pituutta lyhennettiin (10 s) ja sopivaa kuvausaikaväliä haarukoitiin uudelleen.



Kuva 7. Riistakamerat asetettiin rivin reunimmaiseen raamiin Kustavin eteläpuolella avoimella merialueella. Kaksi kameraa kiinnitettiin muoviputken päähän ja toiset kaksi kameraa samaan tolppaan Turun yliopiston valvontakameran kanssa. Kuva: Veera Hauhia.

Taulukko 9. Riistakamera-asetukset Kustavin eteläpuolella avoimella merialueella.

Kamera	2	59	31	48
Kameramoodi	Video	Video	Video	Kuva
Kameranäkymä/ videon pituus	10 s	10 s	10 s	Liikkuva kohde
Laukaisumoodi (herkkyys)	Tasa-aika	Tasa-aika	PIR (auto)	Tasa-aika
PIR viive / aikavälikuvaus	10 min	20 min	5 min	5 min
Työaika	Off	Off	Off	Off

Riistakamerat kuvasivat yhteensä 2 388 videota ja 2 742 still-kuvaa, joista 66,8 % sisälsi kuvia linnuista. Kuvantamistehokkuus riistakameroissa oli erittäin hyvä, sillä jokaisessa kamerassa lintukuvien osuus oli vähintään puolet kaikista kuvista (Taulukko 10). Vaikka riistakamerat olivat videomoodilla, kamera 2 aloitti still-kuvaamisen kuvantamisjakson viimeisenä päivänä todennäköisesti virransäästösyistä. PIR-laukaisin oli herkkä suurille aallokoille, jotka keinuttivat kalojen ruokintalauttoja, jolloin laukaisin aktivoitui melkein joka viides minuutti. Liiketunnistin onnistui havaitsemaan verkolla saalistavan harmaahaikaran, kuten muut tasa-ajoin varustetut kamerat. Kuitenkin liiketunnistin kuvasi usein raamin ja lintuverkon sisäpuolelle jäänyttä lokia, mikä selittää suuren lintukuvamäärän. Asennuksen yhteydessä havaittiin myös, että muoviputki ei sovellu kameroiden kiinnitystelineeksi, sillä kamerat olivat päässeet hieman valumaan putkea alas kuvantamisjakson aikana.

Taulukko 10. Riistakamera-asetuksia vastaavat tulokset ajalta 28.6.–8.7.2022 Kustavin eteläpuolella. Lintujen prosentuaalinen (%) osuus kokonaiskuva/videomäärästä esitetty.

Kamera	2	59	31	48
Kuva- ja videomäärä yht.	1010	660	772	2688
Lintukuvamäärä	836 (82.8 %)	487 (73.8 %)	754 (97.7 %)	1352 (50.3 %)

2.3. Suositukset seuraaville kamera-asetuksille

Riistakameroiden eri asetuksia kokeiltiin hyvin kattavasti kolmella eri kalankasvatustilalla, joilla merimetsojen ja/tai harmaahaikaroiden tiedetään vierailevan. Riistakameroista löytyi useita hyviä asetuksia, joita voidaan käyttää kohdelajien kuvantamiseen ja seurantaan. Lisäksi näitä asetuksia voidaan vielä hienosäätää sopimaan erilaisiin ympäristöolosuhteisiin. Sopivia riistakamera-asetuksia valikoidessa tärkeimmät asetukset ovat kameran kuvantamismoodi (video/still-kuva) ja laukaisumoodi (PIR-laukaisu/tasa-aika).

Riistakameroiden koeasennusten aikana havaittiin, että videokuvaaminen on still-kuvaamista parempi tapa kerätä lintuaineistoa. Video tuottaa enemmän tietoa lintujen saalistuskäyttäytymisestä raameilla ja videon pituutta säätämällä voidaan vaikuttaa siihen, miten paljon tietoa halutaan kerätä. Lisäksi lintujen lajikohtainen tunnistaminen, etenkin huonoissa sääolosuhteissa, on varmempaa videolta katsottuna. Videoon tallentuu myös lintujen äänet, mikä

helpottaa lajikohtaista tunnistamista entisestään sekä auttaa havaitsemaan ne linnut, joita ilman ääntä ei olisi välttämättä huomannut. Videoissa havaittiin myös olevan parempi kontrasti kuin still-kuvissa. Videot olivat vähemmän herkkiä auringonsäteiden heijastukselle, mikä saattoi haitata tai kokonaan estää still-kuvan tulkitsemista. Videota käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että tiedostoko on suurempi, mikä kuluttaa enemmän virtaa kuin still-kuvaaminen. Videomateriaalin läpikäymiseen menee kuitenkin myös enemmän aikaa. Yhden still-kuvan koko vaihtelee noin kahdesta kolmeen megabittiä, kun taas videon kokoon vaikuttaa sen kesto. Esimerkiksi kymmenen sekunnin video on kooltaan noin vajaa 10 Mbit. Kameroiden 16 Gbit muistikorteille mahtuisi toisin sanoen noin 5 333 kuvaa tai 1 684 kymmenen sekunnin pituisia videoita. Lisäksi koeasennusten aikana havaittiin, että kun kameroita pitää kentällä riittävän kauan, kameran videomoodi saattaa itsestään vaihtua kuvamoodiksi johtuen virransäästöstä. Uovisionin riistakameroilla onkin mahdollista kuvata yöaikaan enintään 20 sekunnin pituisia videoita. Kameroissa on myös mahdollista valita asetus, jossa muistikortin täytyttyä kamera alkaa kirjaamaan uusia kuvia edellisten kuvien päälle. Tätä asetusta ei kokeiltu tämän kokeilujakson aikana, sillä kaikki havainnot haluttiin pitää tallessa.

Riistakameran kahden eri laukaisumoodin, PIR-laukaisun ja tasa-ajan, huomattiin vaikuttavan merkittävästi kuvamäärään ja sopivan vain tiettyihin tilanteisiin. Esimerkiksi PIR-laukaisu soveltuu paremmin vakaisiin sää- ja ympäristöolosuhteisiin kuin tasa-aika ominaisuus. PIR-laukaisu on parempi vaihtoehto myös silloin, kun lintuverkkoja ei käytetä raameilla. Vakaisissa olosuhteissa liiketunnistin suodattaa hyvin niin sanotut turhat kuvat, joissa ei ole lintuja. Kuitenkin epävakaisissa olosuhteissa, joissa aallokko pääsee liikuttamaan muun muassa raamia, ruokintalauttoja tai lintuverkkoa, liiketunnistin aktivoituu turhan herkästi. Kokeilujakson aikana PIR-laukaisin otti kuvia muun muassa kalojen manuaalisesta ruokinnasta, kalojen pinnassa käymisestä sekä rehun perässä lentävistä lokeista. Kuitenkin ylimääräisten kuvien määrää voidaan vähentää laskemalla liiketunnistimen herkkyyttä automaattisesta matalaan herkkyyteen ja siten lähes puolittaa kuvamäärä. Lisäksi liiketunnistimen havaittiin olevan lähes hyödytön hämärä- tai yöaikaan kuvantamiseen, sillä se ei pysty tunnistamaan riittävän hyvin pimeässä.

Toisin kuin PIR-laukaisun, tasa-aika kuvauksen huomattiin sopivan paremmin vaativiin sää- ja ympäristöolosuhteisiin, ja silloin kun raameilla käytetään lintuverkkoja. Kameraa ei kuitenkaan pidä laittaa kuvaamaan liian tiheään tai kuvamäärä moninkertaistuu helposti. Tasa-aika kuvaus olisikin hyvä säätää sille tarkkuudelle kuin on tarpeen. Lisäksi yöaikaista kuvaamista voidaan välttää, sillä lintujen, erityisesti tummapukuisten merimetsojen, tunnistaminen mustavalkokuvista on haastavaa (Kuva 8). Mikäli riistakameroita halutaan hyödyntää lintujen pitkäaikaisessa seurannassa, kuvausväliä on hyvä pidentää, jotta muistikortti ei täyty heti. Vaihtoehtoisesti voidaan myös käyttää suurempaa muistikorttia. Nyrkkisääntönä laukaisumoodin valitsemiselle voidaan pitää sitä, että kameran kuvausväliä voidaan pitää lyhyempänä käytettäessä PIR-laukaisua kuin tasa-aika kuvausta. PIR-toiminnolla kuvamäärä on usein maltillisempi ja sen laukaisuherkkyys saattaa olla riittävä kohdelajien havaitsemiseen. Tosin tasa-aika ominaisuus tuottaa varmemmin tietoa lintulajeista eikä ole yhtä riippuvainen vallitsevista sää- tai ympäristöolosuhteista.

Tämän kokeilujakson aikana merimetsojen ja harmaahaikaroiden havaintomäärä jäi yllättävän pieneksi kaikilla kohteilla. Vain muutama merimetso tallentui kameroihin Rymättylässä ja muutama harmaahaikara tallentui Kustavin eteläpuolella riistakameroihin. Riistakameroihin tallentuneiden havaintojen määrä ei kuitenkaan tarkoita, etteivätkö riistakamerat soveltuisi näiden kohdelajien seurantaan. Merimetson ja harmaahaikaran esiintyminen Saaristomerellä saattaa olla hyvin paikallista, ja niiden pesimäkolonioiden sijainti saattaa lisäksi vaihdella huomattavasti vuodesta toiseen.



Kuva 8. Yöaikaan otetuista kuvista lintujen tunnistaminen saattaa olla haastavampaa kuin päiväsaikaan otetuista kuvista. Riistakamerakuva kirjolohilaitoksesta Brändöstä.

2.4. Riistakameraseuranta

Riistakamerat laitettiin seuraamaan merimetsoja ja harmaahaikaroita elo-syyskuun aikana kolmelle eri kalankasvatustilokselle, kun meriolosuhteisiin sopivat kamera-asetukset olivat löytyneet. Riistakamerat asetettiin kuvaamaan noin viikoksi jokaisella kohteella. Tavoitteena oli kerätä tietoa lajien lukumääristä, vierailujen ajankohdista ja niiden saalistuskäyttäytymisestä. Lisäksi oltiin kiinnostuneita mahdollisista kalataloudellisista tappioista sekä laitos- ja raami-kohtaisesta tiedosta, kuten siitä, suosiiko lajit joitain tiettyjä raameja tai kalalajeja tai kokoja. Seuranta varten riistakameroiden kameramoodiksi valittiin video, jonka pituudeksi asetettiin kymmenen sekuntia. Kameroiden laukaisumoodiksi puolestaan valittiin tasa-aikakuvaus kymmenen minuutin välein, lukuun ottamatta Brändön kirjolohen kasvatusta (Brändö 1), jossa kamerat kuvasivat viiden minuutin välein. Lisäksi kamerat asetettiin kuvaamaan aikaisesta aamusta myöhäiseen iltaan (04:00–22:59). Työaika-asetuksella pyrittiin säästämään tilaa muistikortilta ja välttämään turhan tummia kuvia, joista lajeja olisi vaikea tunnistaa.

Riistakamerat kuvasivat 26.8.–6.9.2022 välisenä aikana Brändössä avoimella merialueella (Brändö 1). Alueella sijaitsee viisi peräkkäin sijoitettua raamia (raamin halkaisija 32 metriä), joissa kasvatetaan kirjolohta. Kirjolohta ruokitaan päivittäin noin klo 8–13 välillä aluksella raamin viereen ajaen. Elokuun lopussa kirjolohet ovat olleet arviolta selvästi yli kilon ja yli kahden kilon painoisia. Neljä riistakameraa kiinnitettiin raameihin siten, että rivin ensimmäiseen raamiin tuli kaksi kameraa ja rivin kolmanteen raamiin toiset kaksi kameraa. Kameroiden oli tarkoitus kuvata kahta ja/tai kolmea raamia samanaikaisesti. Kuitenkin alustavan aineiston käsittelyn aikana huomattiin, että riistakameran kuvakenttä ei riittänyt kuvaamaan tarpeeksi tarkkaan useampaa kuin yhtä kassia kerrallaan. Tästä johtuen seuraavissa kohteissa päätettiin käyttää yhtä kameraa seuraamaan yksittäistä raamia. Riistakameran kuvakenttä ei kattanut kuitenkaan lähikuvana yksittäistä raamia kokonaan. Lisäksi kameroiden kuvausväliä pidennettiin seuraavilla kohteilla viidestä minuutista kymmeneen minuuttiin, sillä Brändön kirjolohilaitoksella kamerat alkoivat ottamaan videoiden sijaan still-kuvia jo kolmen päivän jälkeen niiden asentamisesta. Tämä saattoi johtua virransäästösyistä, sillä muistikortilla oli vielä hyvin tilaa seurantajakson jälkeenkin.

Riistakamerat kuvasivat seuraavan kerran 7.–14.9.2022 välisenä aikana Kustavissa poikaslaitoksella (Kustavi 2), suojaisemmalla alueella. Alueella on yhteensä seitsemän kasvatusraamia, joista kuusi sijaitsee samassa rivissä ja yksi isompi raami sijaitsee erillään muista (Kuva 9). Raameissa kasvatetaan noin 100–200 gramman kokoisia kirjolohen poikasia. Poikasia ruokitaan päivittäin veneestä käsin ja/tai automaattisten ruokintalauttojen avulla. Ruokinta-aika vaihtelee noin klo 11–14 välillä ja klo 16–19 välillä. Raameilla käytetään lintuverkkoja, sillä alueella vieraillee jopa tuhansia merimetsoja ja satoja harmaahaikaroita (suullinen tiedonanto, kalan kasvattaja). Kustavin poikaslaitokselle vietiin kahdeksan riistakameraa, joista jokainen kamera kiinnitettiin yhden raamin reunaan, lukuun ottamatta isoa raamia, johon kiinnitettiin kaksi kameraa. Tavoitteena oli arvioida myös raamikohtaista vaihtelua. Kiinnityksessä käytettiin noin 1,5–2,5 metrin pituisia puulautoja, riistakameran omia nauhoja ja ilmastointiteippiä.



Kuva 9. Kasvatusraamit Kustavissa. Kuvan oikeassa reunassa näkyy raamin reunaan kiinnitetty riistakamera. Kuva: Veera Hauhia.

Riistakamerat kuvasivat vielä 16.–25.9.2022 välisenä aikana Brändön siikakasvatuspaikalla (Brändö 2) sijaitsevia raameja. Raamit sijaitsevat kahdessa rivissä, joista ensimmäisessä rivissä on seitsemän raamia ja toisessa rivissä kahdeksan raamia (Kuva 10). Raamien halkaisija oli 19 metriä. Raameissa kasvatetaan noin 100–300 gramman kokoisia siikoja, lukuun ottamatta kahta raamia, joissa oli noin 50 gramman kokoisia siikoja. Raameissa on ruokinta-automaatit, joissa on tärinälevyt, jotka tiputtavat tärinässä rehusta kaloille. Noin puolet rehusta ruokitaan näillä automaateilla ja loput käsin veneestä päivittäin noin klo 12–14 välillä. Riistakamerat kiinnitettiin riviin, jossa on vain seitsemän raamia. Jokaiseen raamiin kiinnitettiin riistakamera, kuten Kustavissa kirjolohen poikaskasvatuspaikalla.



Kuva 10. Riistakamerakuva Brändöstä siikakasvatuspaikasta.

Seurantajakson jälkeen riistakamerahavainnot kirjattiin Microsoft Excel -ohjelmaan. Brändön kirjolohikasvatuspaikan (Brändö 1) havaintoaineisto jäi vähäiseksi, sillä alueella havaittiin vain merimetsoja eikä niitäkään paljoa. Tämän takia kassikohtaista erottelua ei tehty sen aineiston osalta. Kameran olivat myös siirtyneet itsestään still-kuvaukseen muutama päivä asennuksen jälkeen. Brändön siikakasvatuspaikan (Brändö 2) ja Kustavin poikaskasvatuspaikan (Kustavi 2) riistakamera-aineistot puolestaan osoittautuivat hyvin kattaviksi. Suurin osa havainnoista oli harmaahaikaroita. Suuresta havaintomäärästä johtuen molemmista kohteista tehtiin neljän riistakameran otanta. Kameran valittiin sen mukaan, miten pitkään ne olivat onnistuneet ottamaan videota ja kuinka hyvin kamerat oli kiinnitetty raameihin. Tällä tavoin pystyttiin tekemään neljän kassin tarkempi tarkastelu. Kassikohtainen havaintomäärä laskettiin siten, että jokaiselta tunnilta katsottiin videot (10 min aikavälikuvaus = kuusi 10 sekunnin videota/h). Näistä katsottiin se lajien enimmäismäärä (tässä tapauksessa harmaahaikaroiden määrä), mikä oli kerrallaan näkyvissä. Tämän perusteella (yhteenlaskettuna jokaisen päivän tuntikohtaiset maksimimäärät) saatiin tuntikohtaiset havaintomäärät, joilla voitiin vertailla yleistä eroja laitoksen eri raamien kesken ja nähdä lintujen ajallisia esiintymisiä. Vuorokauden aikana käyneiden erillisten lintuyskilöiden määrää ei ole ollut mahdollista laskea, koska saman lajin yksilöt ei ole tunnistettavissa. Sama yksilö voikin tallentua useaan kertaan eri aikoina. Merimetsojen ja harmaahaikaroiden osalta kirjattiin myös niiden sijainti suhteessa raameihin kuvien ja videoiden perusteella (raamin ulkopuolella/sisäpuolella/reunalla/lintuverkolla). Lisäksi kirjattiin havainnot saalistettujen kalojen määristä ja saalistuksien ajankohdista.

Aineisto päätettiin käsitellä kohteittain alueellisten erojen ja yleisen selkeyden vuoksi. Brändön kirjolohikasvatuspaikalla aineisto perustui ainoastaan merimetsohavaintoihin ja Brändön siikakasvatuspaikalla ja Kustavin poikaskasvatuspaikalla aineisto koostui harmaahaikarohavainnoista. Merimetsohavaintoja tehtiin vain muutamia Kustavissa. Nämä yksilöt uivat raamien ohi eivätkä näyttäneet olevan kiinnostuneista niistä. Suullisen tiedonannon mukaan (kalankasvattaja) harmaahaikarat ovat alueella haitallisempia kuin merimetsot. Brändön

siikakasvatuspaikalla puolestaan näkyi siikaraamien ohi uivia merimetsoparvia, jotka saattavat olla muuttoparvia (Kuva 11). Parvet lipuivat raamien ohi noin klo 7–14 välillä seurantajakson aikana. Yksittäisiä merimetsoja ei havaittu raamien lähellä. Suullisen tiedonannon mukaan (kalankasvattaja) merimetsoista ei ole ollut haittaa tällä kohteella. Kuitenkin tieto muuttoparvien ajankohdista ja reiteistä saattaa olla hyvin oleellinen tieto kalataloudellisten vahinkojen näkökulmasta.



Kuva 11. Merimetsoparvi lipuu siikaraamien ohi Brändössä. Merimetsot näkyvät kuvan oikeassa yläreunassa.

2.5. Riistakameran ja valvontakameran välinen tekninen vertailu

Merimetsohankkeessa kokeiltiin riistakameroiden lisäksi Turun yliopiston valvontakameraa (Taulukko 11, Kuva 12), joka tallensi videota jatkuvasti vuorokauden ympäri. Tässä raportissa päätettiin vielä vertailla näiden kameroiden teknisiä ominaisuuksia ja niiden ottamien havaintojen tarkkuutta. Tämä tekninen vertailu suoritettiin kahdessa eri Brändön kohteessa. Yliopiston valvontakameroita oli kohteilla aina vain yksi, kun taas riistakameroita oli useammassa raamissa. Kirjolohen kasvatuspaikalla vertailussa käytettiin sitä yhtä riistakameraa, joka kuvasi samaa raamia kuin valvontakamera. Kyseisessä paikassa kamerat kuvasivat kirjolohiraameilla vierailevia merimetsoja. Brändön siikaraamit valittiin vertailuun, koska siellä tiedettiin käyvän harmaahaikaroita. Vertailun valvontakamera ja riistakamera olivat siikalaitoksen eri raameilla, mutta vertailu antaa kuitenkin tietoa yleisesti kameroiden eroista. Riistakameroiden seurantajaksoilta valittiin kummastakin kohteesta satunnaiset kolme päivää. Tältä kolmen päivän tarkastelujaksolta kirjattiin merimetso- ja harmaahaikarahavainnot sekä mahdolliset saalistusta-
pahtumat. Tämän lisäksi tarkasteltiin videoiden laatua ja vertailtiin kameroiden monikäyttöisyyttä ja sitä, kumpi kameroista soveltuu paremmin seuraamaan näitä kohdelajeja kalankasvatuslaitoksilla. Valvontakameran tallentamia videoita katsottiin VLC media player -ohjelmalla. Videoita katsottiin 4–8 kertaisella nopeudella ja hidastettiin, kun videolla tapahtui jotain. Tämän nopeammin videoita ei voitua katsoa, sillä kameras kuvakenttä ei kattanut koko raamia ja osa sen reunoista ei näkynyt kuvissa.

Turun yliopisto käytti kahdenlaisia valvontakameroita, joista ensimmäisen malli oli SD49225XA-HNR-P Dahua PTZ Lite-AI IR 2 Mpx 25x IP-kamera (4.8–120 mm) ja toisen malli SD22204UE-GN Dahua 2 MPx Starlight PTZ-kamera (2.7–11 mm). Valvontakamerat tallensivat videota jatkuvasti vuorokauden ympäri. Kuvavirran nauhoitus siirtyi mobiilidatana 3–4 G verkon välityksellä FTP:lla Turun yliopiston palvelimelle, jossa data varmuuskopioitiin automaattisesti. Jokainen tunti tallentui omana yksittäisenä tiedostona palvelimelle, josta sen pystyi myöhemmin lataamaan omalle koneelle. Kuvantamiskohteilla valvontakamera kiinnitettiin noin kolmen metrin pituiseen lasikuitu/polyesteriputkeen, jossa oli kiinni vedenpitävä laitekotelo, joka sisälsi reitittimen (Rut240) ja virranjaon kameralle. Laitekotelo värjätettiin valkoiseksi välttämällä akun ylikuumentumista kesän aikana. Kamera toimi aurinkopaneelilla (~140 W Mono PERC paneeli, MPPT säädin, 1475 x 541 x 60 mm) ja litium akulla (100Ah). Akkukesto järjestelmässä oli riippuvainen nauhoitusintensiteetistä ja säästä. Esimerkiksi akkulatauksen ollessa täysi toinen kamerajärjestelmä pystyy nauhoittamaan noin kahden päivän ajan, mikäli virransyöttö katkeaa, kun taas toinen järjestelmä nauhoittaa karkeasti neljän päivän ajan. Kameran tulisi kestää käytännössä rankatkin sääolosuhteet, kuten syysmyrskyt, koska komponentit on suojattu riittävän korkean IP:n koteloinnein ja läpiviennein. Pienen kamerajärjestelmän kokonaispaino on noin 28 kiloa ja suuren järjestelmän noin 33 kiloa.

Taulukko 11. Valvontakameran kuvaominaisuudet.

Kuvaominaisuudet	Valvontakamera
Kuvaformaatti	Video (AVC, Advanced Video Codec)
Videon koko	1280 x 720 p
Näytön kuvasuhde	16:9
Tiedostokoko	555 MiB
Väriskaala	Täysi väriskaala; yöllä mustavalkokuva



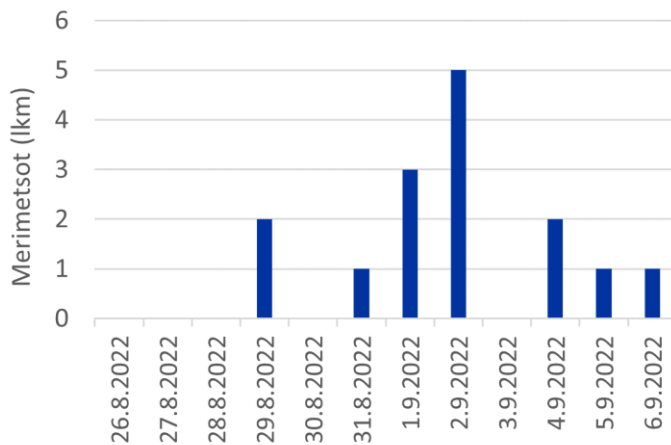
Kuva 12. Valvontakamerajärjestelmä kiinnitettynä raamiin. Kuva: Veera Hauhia.

3. Tulokset

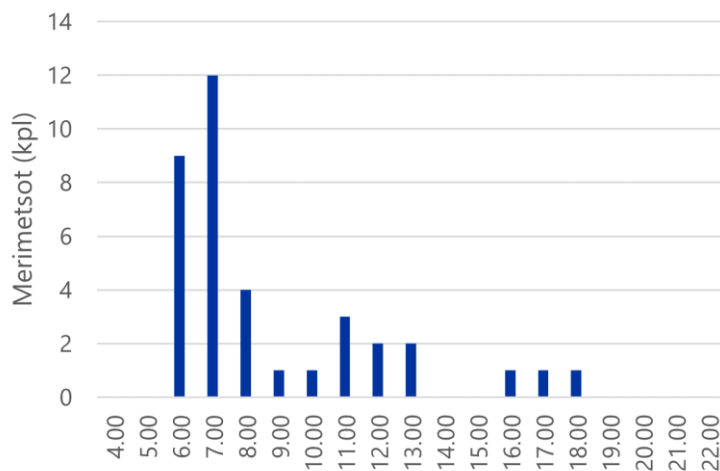
3.1. Riistakameraseuranta ja lintuhavainnot

3.1.1. Brändö 1

Brändön kirjolohenkasvatuspaikalla havaittiin ainoastaan merimetsoja (26.8.–6.9.2022). Kameratele oli asetettu kahteen raamiin. Enimmillään yhdessä raamissa havaittiin riistakamerakuivissa samanaikaisesti viisi merimetsosoyksilöä (Kuva 13). Jokaisena päivänä ei merimetsoja tavattu. Koko seurantajakson aikana merimetsojen vierailut painoutuivat pääasiassa aamutunneille, vaikka yksittäisiä merimetsoja havaittiin myös päiväsaikaan (Kuva 14). Suurin osa merimetsosista vieraili klo 6–8 välillä.

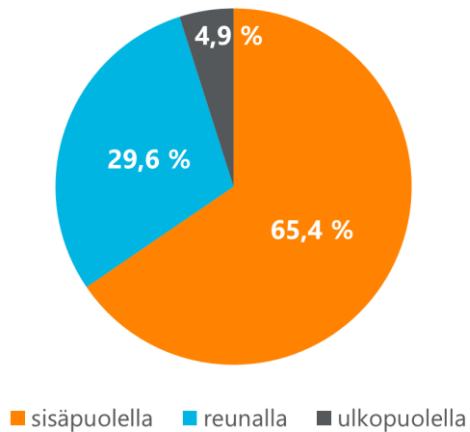


Kuva 13. Riistakamerakuivissa samanaikaisesti tavattujen merimetsojen suurin päiväkohtainen määrä Brändössä yhden kirjolohiraamin tarkastelussa.



Kuva 14. Merimetsohavaintojen jakautuminen vuorokauden eri aikoina Brändössä kahdella kirjolohiraamilla elo-syyskuun vaihteessa 2022.

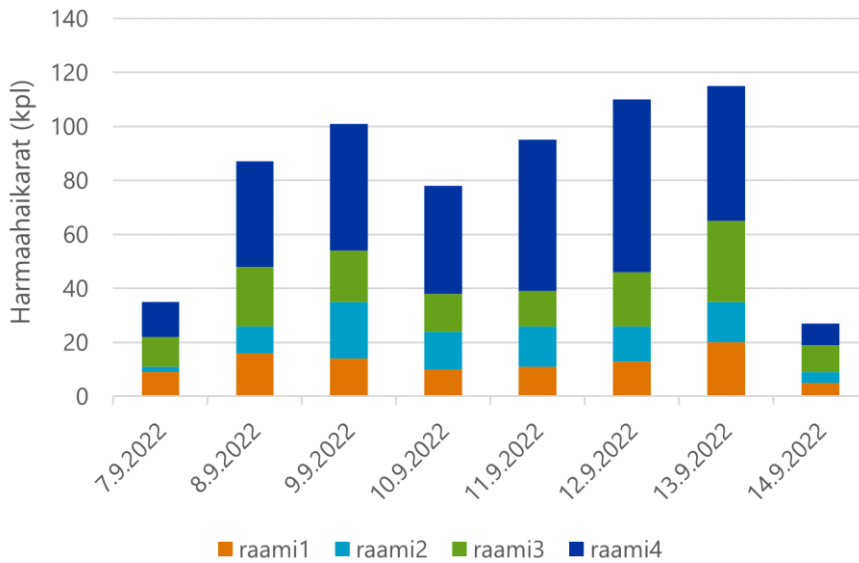
Havaituista merimetsoista (n=37, yhteenlaskettuna jokaisen päivän tuntikohtaiset maksimimäärät) suurin osa (65,4 %) sijaitsi raamin sisäpuolella. Näistä merimetsoista osa kuivatteli itseään lajityypilliseen tapaan, siivet pystyssä, lintuverkon kelluvan kannattimen päällä (Kuva 15) ja osa sukelteli. Kuitenkaan yhtäkään saalistusta ei havaittu. Osa merimetsoista (29,6 %) istui raamin reunalla tarkkaillen aktiivisesti raamin sisäpuolella uivia kaloja. Raamin ulkopuolella olevat merimetsot (4,9 %) joko uivat tai lensivät sen ohi. Lisäksi yksi merimetsa havaittiin tähyilemästä lintuverkon pystytolpan päästä.



Kuva 15. Brändön kasvatustaloksen läheisyydessä havaittujen merimetsojen sijainti kirjolohi-raameihin nähden kuvantamisjakson aikana. Toisessa kuvassa merimetsot kuivattelevat raamin sisäpuolella.

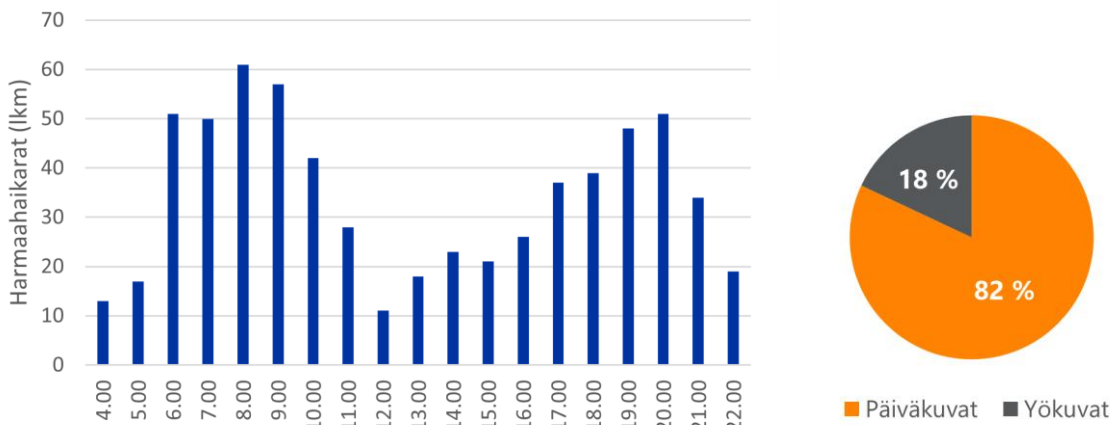
3.1.2. Kustavi 2

Kustavin poikaslaitosalueella riistakamerat tekivät yhteensä 648 (=yhteenlaskettuna jokaisen päivän tuntikohtaiset maksimimäärät) harmaahaikarahavaintoa koko seurantajakson (7.9.–14.9.2022) aikana neljällä raamilla. Sama haikara voi tallentua eri aikoina otettuihin videoihin useaan kertaan eli määrä ei kuvaa yksilöiden määrää, mutta havaintojen perusteella voidaan vertailla laitoksen eri raameja (Kuva 16). Harmaahaikaramäärä vaihtelikin raamien välillä selvästi. Harmaahaikaroita vieraili huomattavasti eniten raamilla numero neljä verrattuna viereisiin raameihin. Jokaisella raamilla havaittiin harmaahaikaroita seurantajakson jokaisena päivänä.



Kuva 16. Harmaahaikaroiden päiväkohtainen havaintomäärä neljällä raamilla Kustavin poikaslaitosalueella kuvaa yleistäen eroja eri raameilla eikä yksilömääriä, sillä sama harmaahaikara voi tallentua useaan kertaan. Eniten havaintoja on raamista 4. Riistakamerat kuvasivat ajalla 7.9.–14.9.2022. Kamerat kuvasivat vain osan päivää ensimmäisenä ja viimeisenä seurantapäivänä selittäen pienen havaintomäärän.

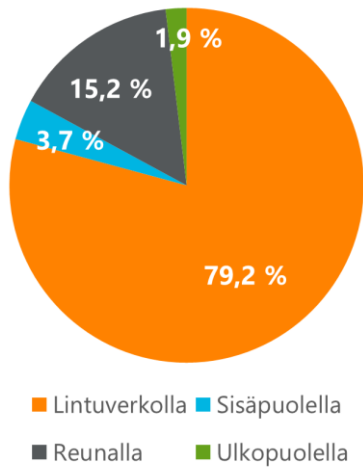
Harmaahaikarat oleskelivat raameilla ja niiden läheisyydessä pitkin päivää, mutta suurimmat harmaahaikaramäärät havaittiin vasta aamuhämärän jälkeen ja ennen iltahämärää. Aamulla harmaahaikaroiden määrä oli suurimmillaan noin klo 6–10 välillä ja illalla klo 19–21 välillä. Kameran yökuvaustoiminnolla tehtiin vajaa 20 % harmaahaikarahavainnoista (Kuva 17, Kuva 19).



Kuva 17. Riistakameroiden harmaahaikarahavainnot vuorokauden eri aikoina Kustavin poikaslaitosalueella, neljällä raamilla seurantajakson aikana. Harmaahaikaroiden vierailuajankohdat painottuivat aamuun ja iltaan. Yökuvauksella tehtiin osa harmaahaikarahavainnoista.

Suurin osa (79,2 %) havaituista harmaahaikaroista saalisti lintuverkkojen päällä (Kuva 18). Harmaahaikarat kyyristelivät ja väijyivät kaloja ja yhden uidessa ohi, ne pujottivat päänsä verkon silmän läpi ja onnistuivat saalistamaan kalan. Seurantajakson (7.9.–14.9., klo 04:00–22:59, 10 min välein 10 s video, neljän raamin tarkastelu) aikana havaittiin yhteensä kymmenen

saalistustapahtumaa, joista neljä jäi epäselväksi lyhyen videonpituuden takia ja kahdessa tapahtumassa harmaahaikara sai vain nokkaistua kalaa (Taulukko 12). Moni harmaahaikaroista hakeutui verkon keskelle, josta oli helpompi saalistaa, sillä verkko roikkui lähempänä veden pintaa. Tämän lisäksi osa harmaahaikaroista (15,2 %) oli passiivisia yksilöitä, jotka istuivat tai nukkuivat pää siipien välissä raamin reunalla. Lisäksi yksi riistakameroista kuvasi raamissa numero kolme verkon sisälle joutunutta harmaahaikaraa. Harmaahaikara oli kahtena eri päivänä päässyt verkon sisälle. Muut havaitut harmaahaikarat olivat raamien ohitse lentäviä yksilöitä (1,9 %).



Kuva 18. Kustavin poikaslaitoksen läheisyydessä havaittujen harmaahaikaroiden sijainti kirjo-lohiraameihin nähden kuvantamisjakson aikana (vasemmalla). Harmaahaikara saalistaa kalan lintuverkon päältä ja yrittää pujottaa sen verkon läpi.



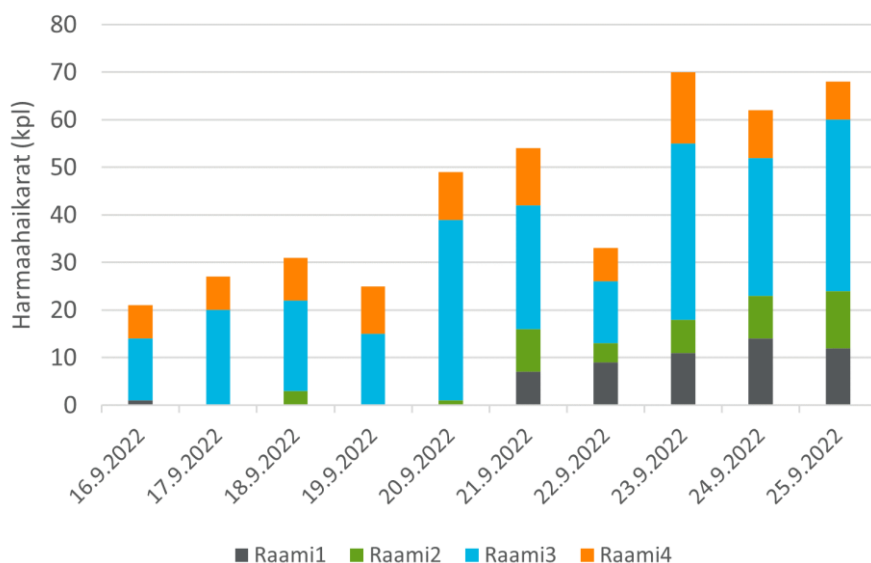
Kuva 19. Riistakamerat kuvasivat myös harmaahaikaroiden yöllisiä saalistuksia.

Taulukko 12. Harmaahaikaroiden saalistustiedot raamikohtaisesti esitettynä. Kaikki saalistukset eivät tallentuneet kokonaan riistakameran videolle, joten osa jäi tulkinnanvaraiseksi. Osa saalistuksista tapahtui yöaikaan ja tallentui riistakameraan mustavalkokuvana.

Raami	Päivämäärä	Aika	Yökuva	Muuta
2	9.9.2022	16:58		
2	10.9.2022	6:13	x	Saalistus epävarma
2	11.9.2022	4:00	x	Saalistus epävarma
2	11.9.2022	15:05		Harmaahaikara nokkaisi kalaa
2	11.9.2022	15:26		Saalistus epävarma
3	8.9.2022	18:40		
3	9.9.2022	4:51	x	
4	8.9.2022	22:36		Harmaahaikara nokkaisi kalaa
4	9.9.2022	16:26		
4	9.9.2022	22:55	x	Saalistus epävarma

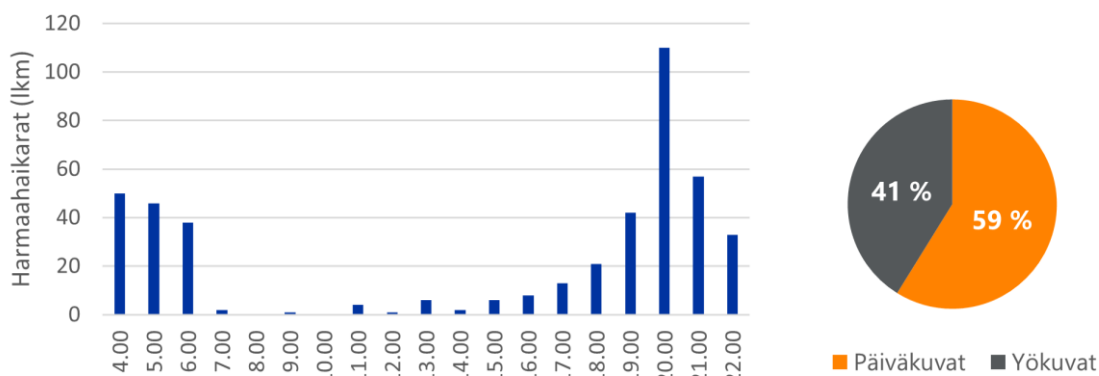
3.1.3. Brändö 2

Brändön siikakasvatusalueella riistakamerat havaitsivat yhteensä 439 harmaahaikaraa (yhteenselaskettuna jokaisen päivän tuntikohtaiset maksimimäärät) koko seurantajakson (16.9.–25.9.2022) aikana neljällä raamilla. Sama haikara tallentuu eri aikoina otettuihin videoihin useaan kertaan eli määrä ei kuvaa yksilöiden määrää, mutta havaintojen perusteella voidaan vertailla laitoksen eri raameja ja päivittäisiä eroja. Harmaahaikaroiden määrä vaihteli sekä raamien että päivien välillä (Kuva 20). Harmaahaikaroita havaittiin eniten raamilla numero kolme, jolla niitä vieraili päivittäin hyvin runsaasti. Ne eivät kuitenkaan vierailleet kaikilla neljällä raamalla päivittäin. Lisäksi harmaahaikaramäärä oli suurempi seurantajakson lopulla kuin sen alussa, mikä voi osittain riippua jakson alussa olevista sateista ja kovista tuulista ja sen lopulla olevista suotuisimmista sääolosuhteista.



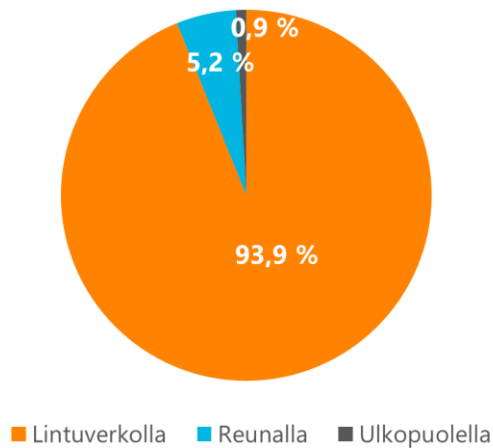
Kuva 20. Harmaahaikaroiden päiväkohtainen havaintomäärä neljän raamin kesken Brändön siikaraameilla kuvaa yleistä eroja laitoksen eri raameilla eikä yksilömääriä, sillä sama harmaahaikara voi tallentua useaan kertaan. Riistakamerat kuvasivat ajalla 16.9.–25.9.2022.

Harmaahaikarat vierailivat laitosalueella pääosin aamu- ja iltahämärän aikaan sekä pimeään aikaan (Kuva 21). Aamulla harmaahaikaroiden määrä oli suurimmillaan noin klo 4–7 välillä ja illalla klo 19–23 välillä. Kameran yökuvaustoiminnolla oli suuri merkitys (Taulukko 13), sillä melkein puolet harmaahaikarakuvista olivat mustavalkokuvia.



Kuva 21. Riistakameroiden harmaahaikarahavainnot vuorokauden eri aikoina neljällä siikaraamalla Brändössä seurantajakson aikana. Harmaahaikarat vierailivat alueella pääosin aamu- ja iltahämärissä sekä pimeässä. Yökuvauksella saatiin paljon harmaahaikarahavaintoja.

Havaituista harmaahaikaroista suurin osa (93,9 %) saalisti aktiivisesti lintuverkkojen päällä (Kuva 22 ja 23). Koko seurantajakson (16.9.–25.9.2022) aikana havaittiin harmaahaikaroiden saalistavan neljän raamin riistakameratarkastelussa (klo 04:00–22.59: 10 min välein 10 s video) yhteensä 16 kalaa. Moni näistä saalistuksista tapahtui pimeään aikaan. Saalistuksia oli esimerkiksi klo 04:00 ja mahdollisesti saalistuksia on tapahtunut yöllä myös tallennusajan ulkopuolellakin. Tämän lisäksi osa harmaahaikaroista (5,2 %) oli passiivisia yksilöitä, jotka istuivat raamin reunoilla. Lisäksi hyvin pieni osa (0,9 %) harmaahaikaroista oli raamien ohitse lentäviä yksilöitä.



Kuva 22. Brändön kasvatuslaitoksen läheisyydessä havaittujen harmaahaikaroiden sijainti siikaraameihin nähden seurantajakson aikana.

Taulukko 13. Tallentuneet harmaahaikaroiden saalistustiedot raamikohtaisesti esitettynä. Yksi saalistuksista ei tallentunut kokonaan videolle, joten se jäi tulkinnanvaraiseksi. Moni saalistuksista tapahtui yöaikaan ja tallentui riistakameraan mustavalkokuvana.

Raami	Päivämäärä	Aika	Yökuva	Muuta
1	22.9.2022	18:20		
	22.9.2022	19:01		
	23.9.2022	21:02	x	
	24.9.2022	18:28		
	24.9.2022	18:38		
2	22.9.2022	5:22		
	24.9.2022	20:43	x	
	24.9.2022	21:04	x	
3	18.9.2022	20:22	x	
	20.9.2022	18:50		
	20.9.2022	20:22	x	
	20.9.2022	20:32	x	Saalistus epävarma
	24.9.2022	4:41	x	
4	18.9.2022	4:00	x	
	19.9.2022	4:00	x	
	21.9.2022	17:18		
	22.9.2022	20:43	x	



Kuva 23. Harmaahaikara saalistaa siikaa lintuverkon päällä.

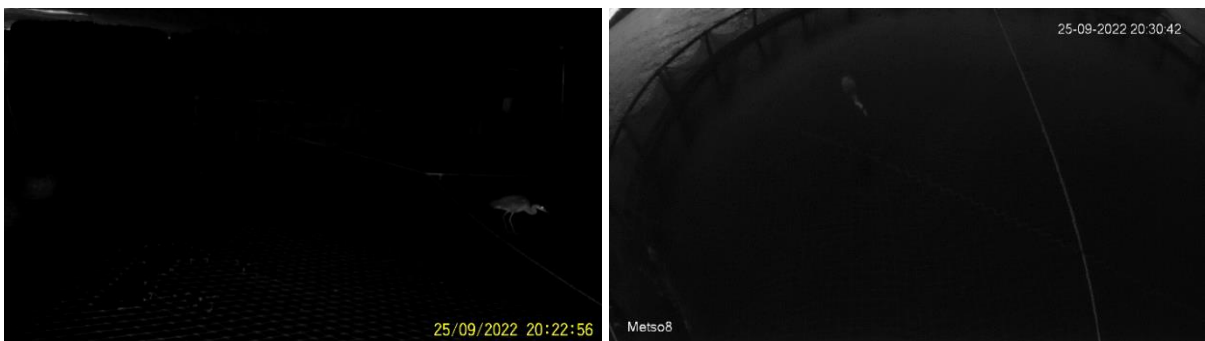
3.2. Kameravertailu Brändön laitoksilla

3.2.1. Siikalaitoksen harmaahaikarahavainnot

Riistakamera ja valvontakamera kuvasivat Brändössä siikaraamia kolmena eri päivänä (20.9., 22.9. ja 25.9.2022). Kamerat olivat eri raameilla, joten vertailua ei voi tehdä suoraan havaintomäärien suhteen (Taulukko 14 ja 15). Vertailtavien kameroiden päiväsaikaan (Kuva 24) ja yöaikaan (Kuva 25) ottamissa videoissa ei ollut juurikaan eroa. Videoiden kuvanlaatu molemmissa kameroissa oli riittävän hyvä ja harmaahaikarat oli mahdollista tunnistaa kuvista. Kuitenkin riistakameran yökuvaustoiminto osoittautui hieman tehokkaammaksi, sillä valvontakameran ensimmäiset ja viimeiset tunnit olivat kontrastiltaan tummempia ja siten niistä oli vaikeampi havaita lintuja. Valvontakameran kuvakenttä oli puolestaan laajempi kuin riistakameran. Lisäksi valvontakameralla näkyi selvästi kalaparven liikkeitä, kun taas riistakameralla näkyi vain pinnalla kelluvat kuolleet kalat.



Kuva 24. Päiväsaikaan otettu riistakamerakuva (vasemmalla) ja valvontakamerakuva (oikealla) Brändössä. Kuvat on otettu eri raameilta samana päivänä ja lähes samaan aikaan. Vasemmassa kuvassa raamissa näkyvä valvontakamera ei ollut mukana kameravertailussa.



Kuva 25. Pimeään aikaan otettu riistakamerakuva (vasemmalla) ja valvontakamerakuva (oikealla), Brändön laitosalueelta. Kuvissa esiintyy harmaahaikara. Kuvat on otettu samana päivänä ja lähes samaan aikaan, mutta laitosalueen eri raamilta.

Valvontakameramateriaalin mukaan, joka oli eri raamirivistössä kuin riistakamera, tehtiin tarkastelujaksona enemmän harmaahaikarahavaintoja kuin riistakameralla. Riistakameraan tallentui yksi saalistustapahtuma, kun taas valvontakamera kuvasi 14 saalistustapahtumaa. Valvontakameran videomateriaalista voidaan lisäksi tarkkailla harmaahaikaroiden käyttämää saalistusaikaa ja -yrityksiä. Haikarat käyttivät keskimäärin noin 12 minuuttia saalistukseen ja saalistusyrityksiä oli keskimäärin noin viisi per saalistava yksilö. Kolme haikaroista onnistui saalistamaan useamman kuin yhden kalan. Yksi haikaroista saalisti kaksi kalaa ja saalistuksien välinen aika oli noin 16 minuuttia. Toinen haikaroista saalisti neljä kalaa ja saalistuksien väliset ajat olivat seuraavat: 5 min, 23 min, 5 min ja 15 min (keskiarvo: 12 min). Kolmas haikaroista saalisti kaksi elävää kalaa ja noukki pinnalta yhden kuolleen kalan. Saalistuksien väliset ajat olivat seuraavat: 5 min, 3 min ja 4 min (keskiarvo: 4 min). Kaikki saalistukset tapahtuivat samasta paikasta eli raamin keskeltä lintuverkon päältä, jossa verkko on lähempänä vedenpintaa. Harmaahaikaroista saalistavat yksilöt viihtyivät verkolla pisimpään. Täten pidemmälläkin kuvausaikavälillä voidaan saada kuvattua ainakin osa saalistustapahtumista.

Taulukko 14. Riistakameran tekemät harmaahaikarahavainnot kolmen päivän tarkastelujaksolta Brändössä. Riistakamera kuvasi 10 min aikaväleihin (kuusi 10 s videota/h).

* = haikaroiden enimmäismäärä, joka havaittu kyseisen tunnin aikana.

Päivämäärä	Havaintoaika	Kuvahavainnot	Haikarat (kpl*)	Syödyt kalat (kpl)
20.9.2022	4:00-5:00	2/6	1	
22.9.2022	5:00-6:00	6/6	1	1
	20:00-21:00	3/6	1	
	21:00-22:00	1/6	1	
25.9.2022	4:00-5:00	2/6	1	
	12:00-13:00	1/6	1	
	13:00-14:00	3/6	2	
	14:00-15:00	1/6	1	
	18:00-19:00	1/6	1	
	19:00-20:00	4/6	2	
	21:00-22:00	6/6	2	
	22:00-23:00	6/6	1	

Taulukko 15. Jatkuvasti kuvanneen valvontakameran harmaahaikarahavainnot kolmen päivän jaksolta. Vertailussa käytetty riistakamera oli laitosalueen eri raamissa.

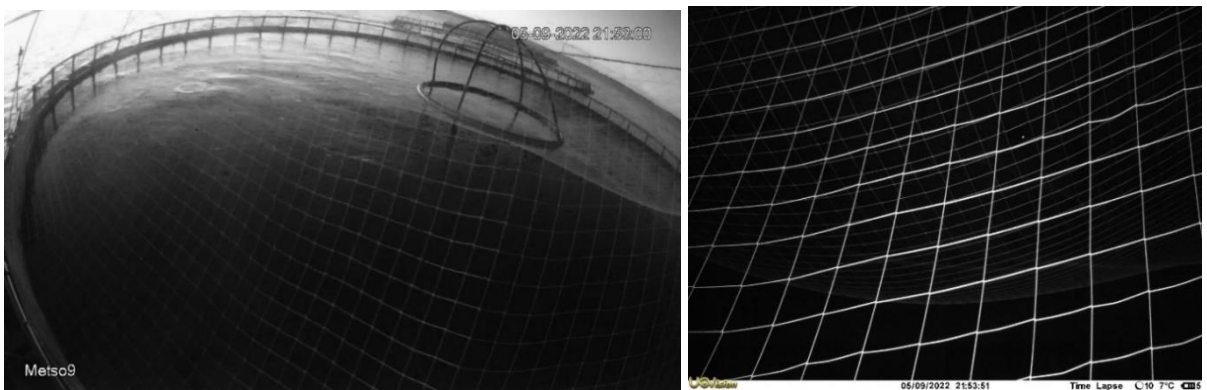
Päivämäärä	Havaintoaika	Haikarat (kpl)	Saalistusaika	Saalistusyritykset	Syödyt kalat (kpl)	Muuta
20.9.2022	18:40	1	59 min	8	1	
	19:50	1	8 min	1		
	20:03	1	21 min	4	1	
	20:25	1	1 min			
	20:26	1	2 min			
	20:37	1	3 min			
	20:44	2	1 min			
	20:48	1	?	6	?	Liian pimeää
22.9.2022	5:45	1	17 min	3	1	
	20:10	1	20 min	2	2	
	20:40	1	?	1	1	Liian pimeää
	20:53	1	?			Liian pimeää
25.9.2022	13:30	1	10 min			
	14:08	1	2 min			
	14:09	1	1 min			
	18:24	1	53 min	10	4	
	19:34	1	18 min			
	19:45	1	1 min			
	19:58	1	16 min	8	2 (1)	Saalisti kuolleen kalan
	20:28	1	4 min	2	1	

3.2.2. Kirjolahilaitoksen merimetsohavainnot

Riistakamera ja valvontakamera kuvasivat samaa kirjolahiraamia kolmena eri päivänä (31.8., 2.9. ja 5.9.2022) Brändössä. Molemmat kamerat sijaitsivat raamin samalla puolella ja kattoivat lähes saman kuva-alueen. Riistakamera otti still-kuvia viiden minuutin välein, kun valvontakamera kuvasi videota jatkuvasti. Riistakameran ja valvontakameran ottamissa päiväkuvuissa ei ollut suurta eroa (Kuva 26). Riistakamera kuvasi hieman lähempää kuin valvontakamera, jolloin riistakameralla oli helpompi havaita raamin reunalla istuvat merimetsot. Pimeällä riistakamera tarkensi ja kuvasi pelkästään pimeässä heijastavaa lintuverkkoa (Kuva 27).



Kuva 26. Päiväsaikaan otettu riistakamerakuva (vasemmalla) ja valvontakamerakuva (oikealla), Brändö. Kuvat on otettu samana päivänä ja lähes samaan aikaan. Riistakamerakuvassa merimetsot on raamin reunalla oikealla puolella ja valvontakamerakuvassa merimetsot ui kassin keskellä kala nokassaan.



Kuva 27. Illalla pimeällä otettu riistakamerakuva (vasemmalla) ja valvontakamerakuva (oikealla).

Tarkastelujakson aikana kirjolahiraamilla tehtiin riistakamerahavaintojen perusteella vähemmän merimetsohavainnoja kuin valvontakameramateriaalin mukaan (Taulukko 16 ja 17). Riistakamera ei havainnut yhtäkään saalistustapahtumaa, kun taas valvontakamera kuvasi neljä saalistusta. Koska valvontakameran kuvakenttä ei kattanut koko raamia, merimetsot saattoi uida raamin sisälle kameran katvealueilta, mikä vaikeutti niiden saalistuskäyttämisen, kuten sukellusten määrän tai pituuden, arviointia. Esimerkiksi merimetsot saattoi sukella raamin sisällä useita samaan aikaan, ja ne saattoivat tulla tai poistua raamista katvealueen kohdalta. Tummapukuisten merimetsojen tunnistaminen tummaa merta vasten videoista oli myös haastavaa.

Taulukko 16. Riistakameran tekemät merimetsohavainnot kolmen päivän tarkastelujaksolta, Brändön kirjolohiraamilta. Riistakamera kuvasi 5 minuutin aikavälein still-kuvia (12 kuvaa/h). Taulukkoon on yhdistetty kahden eri riistakameran havainnot, koska ne kuvasivat samaa raamia eri kuvakulmista. * = merimetsojen enimmäismäärä, joka havaittu kyseisen tunnin aikana.

Päivämäärä	Havaintoaika	Kuvahavainnot	Merimetsot (kpl*)
31.8.2022	7:00-8:00	1/12	1
	8:00-9:00	7/12	1
2.9.2022	6:00-7:00	3/12	1
	7:00-8:00	5/12	2
5.9.2022	13:00-14:00	1/12	1
	6:00-7:00	1/12	1
	7:00-8:00	4/12	1
	8:00-9:00	5/12	1
	9:00-10:00	10/12	1
	10:00-11:00	9/12	1
	11:00-12:00	9/12	1
	12:00-13:00	8/12	1

Taulukko 17. Jatkuvasti kuvanneen valvontakameran tekemät merimetsohavainnot kolmen päivän tarkastelujaksolta Brändöstä samasta raamista, jossa sijaitsivat riistakamerat.

Päivämäärä	Havaintoaika	Merimetsot (kpl)	Syödyt kalat (kpl)
31.8.2022	6:00-7:00	3	1
	7:00-8:00	5	1
	8:00-9:00	4	1
	10:00-11:00	1	
2.9.2022	6:00-7:00	8	
	7:00-8:00	3	
5.9.2022	6:00-7:00	1	
	7:00-8:00	4	1
	8:00-9:00	2	
	9:00-10:00	1	
	10:00-11:00	1	
	11:00-12:00	1	

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Kameraseuranta

Kameraseurantajaksojen aikana raameihin asetetut riistakamerat havaitsivat merimetsoja ja harmaahaikaroita kalankasvatuskohteilla. Merimetsoja havaittiin erityisesti Brändön kirjolohilaitoksella, mutta myös yksittäisiä havaintoja tehtiin sekä Brändön siikalaitoksella että Kustavin poikaslaitoksella. Merimetsojen vierailut kohteilla painottuivat aamutunteihin. Merimetsojen saalistuskäyttäytymistä pystyttiin seuraamaan ainoastaan Brändön kirjolohilaitoksella, missä suurin osa linnuista havaittiin raamin sisäpuolelta. Saalistustapahtumia ei havaittu, mikä saattaa johtua siitä, että riistakameramateriaali oli varsin pieni ja koostui pelkästään still-kuvista. Siten saalistussukelluksia oli lähes mahdotonta arvioida. Kuitenkin suurin osa havaituista merimetsöistä oli kuvantamishetkellä kuivattelemassa itseään raamin sisäpuolella olevilla lintuverkonkannattimilla, mikä saattaa viitata siihen, että merimetsot ovat tehneet joitakin saalistussukelluksia raamin sisäpuolella.

Harmaahaikaroita havaittiin puolestaan Kustavin poikaslaitoksella ja Brändön siikalaitoksella. Kustavissa riistakameralla tallentui syyskuussa noin viikon tarkastelujaksolla enimmillään samanaikaisesti ainakin yhdeksän harmaahaikaraa. Brändössä syyskuun puolenvälin jälkeisessä runsaan viikon tarkastelujaksolla havaittiin vastaavasti ainakin 11 harmaahaikaraa yhdellä raamalla samanaikaisesti, mutta kyseisissä tapauksissa raami oli kuvakentässä vain osittain. Samanaikaisesti saattoi harmaahaikaroita olla lisäksi muillakin laitoksen raameilla. Ennen riistakameroiden asentamista havaittiin valvontakameralla elokuun alussa Brändössä eräällä raamalla samanaikaisesti ainakin 35 harmaahaikaraa. Laitosalueella oli selviä raamikohtaisia eroja esiintymisten suhteen. Molemmilla laitosalueilla harmaahaikaroiden vierailuajankohdassa havaittiin kaksi huippua: yksi aamulla ja toinen illalla. Tämä on yhdenmukainen Muurin (2018) tekemän selvityksen kanssa, jonka mukaan harmaahaikaroita esiintyy kalankasvatuslaitoksilla eniten aamu- ja iltahämärän aikaan. Kuitenkin Kustavissa harmaahaikarat saapuivat raameille myöhemmin aamulla ja aikaisemmin illalla kuin Brändössä. Sen lisäksi huomattavan suuri osa harmaahaikaroista oleskeli myös päiväsaikaan Kustavin poikaskassien raameilla. Riistakamerat eivät kuvanneet yöllä kello 23:00–03:59, mutta Brändössä riistakameran yökuvaustoiminnolla oli merkittävä rooli havaintojen tekemisessä (Kuva 28), sillä harmaahaikaroita oli ainakin jo kello neljältä paikalla saalistamassa.



Kuva 28. Harmaahaikaroita havaittiin paljon myös pimeällä, Brändö.

Harmaahaikaroista suuri osa havaittiin oleskelevan lintuverkoilla kuvantamishetkellä, mikä viittaa aktiiviseen saalistuskäyttäytymiseen. Harmaahaikarat hakeutuivat erityisesti verkkojen keskelle saalistamaan, josta saalistus oli helpompaa, sillä verkko antoi enemmän periksi raamin keskeltä (Kuva 29). Lisäksi harmaahaikaroiden huomattiin välillä saapuvan parvissa, jolloin ne pystyivät painamaan verkkoa yhä lähemmäs vedenpintaa – aivan kuten Itäisellä Suomenlahdella tehdyn selvityksen mukaan (Muuri 2018). Kuitenkin Kustavissa poikaslaitoksessa huomattava osa harmaahaikaroista tapasi istua raamien reunoilla passiivisesti pää siipien välissä. Lisäksi osa passiivisista yksilöistä istui ruokintalauttojen päällä. Välillä niitä saattoi olla useita raamilla (Kuva 30), mutta vain harva niistä oli saalistavia yksilöitä. Tämä saattaa viitata siihen, että Brändössä harmaahaikarat olivat aktiivisempia saalistajia, jotka tulivat vain saalistamaan, jonka jälkeen lensivät pois. Brändössä tehtiin myös hieman enemmän saalistushavaintoja. On mahdollista, että Kustavin suojainen alue tarjoaa enemmän päivälepopaikkoja harmaahaikaroille kuin Brändön alue ja on siten helpommin lähestyttävissä. Suullisen tiedonannon mukaan (kalankasvattaja) Kustavin laitoksen alueella sijaitsee useita luotoja, joita erityisesti merimetsot suosivat levähdyspaikkoina.



Kuva 29. Harmaahaikarat ovat oppineet hyödyntämään lintuverkkoa kannattelevia köysiä. Poikkiraamin yli kulkevien köysien tarkoitus on kiristää ja kannatella verkkoa ylempänä, jotta harmaahaikarat eivät pääsisi noukkimaan kaloja sen läpi.

Aikaisempien selvitysten mukaan kalankasvattajat kokevat, että linnuista aiheutuvat epäsuorat vaikutukset voivat olla merkittäviä (Muuri 2018, Kankainen ym. 2019). Suuret lintuparvet saattavat muun muassa stressata ja pelotella kaloja. Suullisen tiedonannon mukaan (kalankasvattaja) lintujen läsnä ollessa rehutehokkuus voi tippua noin 10 %, kun kalat eivät uskaltaudu pintaan ruokailemaan. Osa tästä ylimääräisestä ravinnosta joutuu lokkien tai varisten suihin. Kamerahavaintojen mukaan lintu yleensä kaikkosivat paikoilta, kun kaloja tultiin ruokkimaan veneillä, mutta automaattisen ruokinnan aikana osa harmaahaikaroista pysyi paikalla eikä lentänyt pois. Suuret lintumäärät aiheuttavat myös huomattavan terveys- ja hygieniariskin kaloille. Kalaa syövien lintujen, kuten lokkien, tiirojen ja merimetsojen tiedetään levittävän esimerkiksi kalojen silmissä loisivia ja mahdollisesti sokeutta aiheuttavia imumatoja (Rahkonen ym. 2000, Juvaste 2002).



Kuva 30. Useita harmaahaikaroita istumassa raamin reunalla, Kustavi.

Harmaahaikaroiden ja merimetsojen esiintymisen alueellisiin eroihin ja lukumääriin on voinut vaikuttaa moni tekijä, kuten kasvatettujen kalojen koko, laji ja lintuverkon tyyppi. Esimerkiksi merimetsot saattoivat olla kiinnostuneita Brändön kirjolohilaitoksella kasvatetuista suuremmista kirjolohista. Haikarat puolestaan saattoivat suosia pienempiä kaloja, joita kasvatetaan Kustavissa poikaslaitoksessa ja Brändössä siikalaitoksessa. Lisäksi harmaahaikaran on todennäköisesti helpompi nokkia pinnalla uivia siikoja, kuin syvällä uivia kirjolohia. Se, miksi Brändön kirjolohilaitoksella ei havaittu ollenkaan harmaahaikaroita saattaa siis selittyä liian suurella kalan koolla ja liian korkeilla lintuverkoilla, jotka sijaitsivat kaukana vedenpinnasta. Kustavin poikaslaitoksella ja Brändön siikalaitoksella käytettiin matalia lintuverkkoja, joiden päältä saalistus oli helpompaa harmaahaikaroille. Kustavin poikaslaitoksella harmaahaikarat vierailivat jokaisella raamilla päivittäin, mutta suosivat selvästi rivin keskimmäistä raamia, josta puutui lintuverkon kannatin eikä verkko ollut täysin pingottunut. Brändön siikalaitoksella harmaahaikarat eivät vierailleet alueen jokaisella raamilla. Ne eivät osoittaneet suurempaa kiinnostusta pienempiin siikoihin, jotka sijaitsivat rivin toisessa raamissa. Harmaahaikarat suosivat selvästi rivin seuraavaa raamia, jossa siiat olivat hieman suurempia. Harmaahaikaroiden ja merimetsojen ei havaittu noukkivan pinnalla kelluvia kuolleita kaloja, vaan saalistivat eläviä yksilöitä. Ainoastaan kerran harmaahaikaran havaittiin noukkivan kuollut kala pinnalta Brändön siikalaitoksen raamilla sen jälkeen, kun haikara oli saalistanut X määrän eläviä kaloja. Kuolleita kaloja saalistivat puolestaan lokit ja varikset. Varisten myös havaittiin saalistavan pinnalla hyppiviä poikaskaloja Kustavin poikaslaitoksella.

4.2. Kameroiden tekninen vertailu

Yleisesti ottaen jatkuvasti kuvaavat valvontakamerat antavat saalistuksesta ja käyttäytymisestä selvästi paremmin tietoa kuin vain ajoittain kuvaavat riistakamerat. Jatkuvasti kuvanneella valvontakameralla saatiin luotettavaa tietoa saalistustapahtumista, mitä riistakamerat eivät välttämättä kuvanneet. Riistakamerat kuvasivat 10 min aikavälein ja videon pituus oli vain 10 sekuntia. Aikaväliä voisi lyhentää, mikäli videoiden läpikäymisessä voitaisiin hyödyntää tekoälyä. Videon pituuden tulisi olla kuitenkin pidempi, jos haluttaisiin koko saalistustapahtuma videolle. Esimerkiksi muutamissa videoissa harmaahaikarat näyttivät siltä, että olivat juuri syöneet kalan, mutta tätä ei voinut varmistaa. Erällä kohteella riistakamera kuvasi videon sijasta kuvia viiden minuutin välein. Riistakameroita on helpompi asentaa laitokselle useampia kuin valvontakamerayksiköitä. Yhdistämällä riistakameroiden kuvat ja valvontakameran datat voisi olla mahdollista saada parempi kokonais käsitys lintujen määristä ja saalistuskäyttäytymisestä.

Riistakamerat kuvasivat ns. lähikuvaa, kun taas valvontakamerat kuvasivat hieman kauempana. Tästä johtuen lintuja oli hieman haastavaa välillä havaita valvontakameran kuvista. Kuvalaatu ei ollut huonompi riistakameroissa, vaan riistakamerat näyttäytyivät edukseen sen suhteen. Lisäksi yökuvauksen aikainen valkoinen salama riistakameroissa osoittautui paremmaksi kuin valvontakameran yökuvaus.

Kameroiden asettamisessa ja sijoittamisessa raameihin riistakameroiden kiinnittäminen puulautoihin omilla nauhoilla osoittautui erittäin hyväksi ja helpoksi kiinnitysmenetelmäksi. Laudat taas voidaan kiinnittää raameihin kuormaliinojen avulla (1–2 kpl per lauta). Tässä on kuitenkin kiinnitettävä huomiota siihen, ettei laudat pääse heilumaan tai kallistumaan paljoa. Laudan pituutta säätelämällä voidaan vaikuttaa riistakameran kuvakentän kokoon. Pidempi lauta antaa paremman näkyvyyden ja sillä voidaan tarkkailla myös peräkkäisiä kasseja. Kuitenkin lajin tunnistaminen tai niiden käyttäytymisen arvioiminen peräkkäisistä/takimmaisista

kasseista saattaa olla haastavaa, koska etäisyys suurenee ja samalla kuvantamistarkkuus pienenee.

Lähikuvaa kuvanneiden riistakameroiden kuvakentästä puuttui osa raamista. Jos riistakameroilla halutaan seurata lintujen saalistuskäyttäytymistä ja mahdollisia kalataloudellisia tappioita yhdellä raamilla, niin haikaroiden tapauksessa on tärkeää, että riistakamera kuvaa verkon keskiosaa, mutta lintumäärien näkemiseksi olisi hyvä saada raami kuvaan myös laajemmin. Riistakameradatan perusteella haikarat suosivat lintuverkon keskiosaa saalistaessaan, sillä verkko on keskeltä vähemmän kireä kuin sivuista ja siten myös lähempänä vedenpintaa. Tällöin haikaran tarvitsee vain asettua verkon keskelle kyyryyn ja kalan uidessa ohi, haikara työntää koko päänsä kaulaa myöten verkosta läpi ja nappaa kalan. Eri laitoksilla voi olla kuitenkin erilaisia lintuverkkoratkaisuja. Haikaroita havaittiin myös istuvan raamin reunoilla, mutta nämä yksilöt eivät yrittäneet saalistaa, vaan ne istuivat varsin passiivisesti. Osa nukkui tai lämmitteli reunalla. Merimetsojen kohdalla olisi hyvä, että koko raami saataisiin kuvaan, sillä merimetsoja on vaikea tarkkailla, jos ne sukeltalevat kameran katvealueilla. Merimetsot hakivat aktiivisesti paikkaa raamin sisällä ja hyödynsivät sen koko pituutta tehdessään saalistussukelluksia. Lisäksi tällöin voitaisiin nähdä, mistä verkon reiästä merimetsot pääsevät pujahtamaan raamin sisälle ja asialle voitaisiin tehdä jotain.

Riistakameroiden hyödyntäminen seurantatarkoitukseen jatkossa

Riistakameroiden käyttäminen tarjoaa edullisen keinon seurata lintujen, kuten merimetson ja harmaahaikaran, vierailuja kalankasvatuslaitoksilla. Kameroiden tuottaman kuva- ja videomateriaalin tarkkuus on riittävän hyvä lajikohtaiseen tunnistamiseen ja näitä säänkestäviä kameroita on helppo käyttää kentällä. Sopivia kuvantamisasetuksia valitessa tulisi ottaa huomioon muun muassa vallitsevat sää- ja ympäristöolosuhteet, lintujen vierailuajankohdat, haluttu kuvantamistarkkuus ja -aika, kuvantamisalueen koko ja mahdolliset heiluvat lintuverkot. Kameroiden asetuksia säätämällä on mahdollista löytää kulloiseenkin olosuhteeseen ja käyttötarkoitukseen parhaiten soveltuvat asetukset. Riistakameroissa kuitenkin näyttäisi olevan yksilökohtaisia eroja ns. jokainen kamera oma yksilönsä.

Tässä selvityksessä käytettiin vain yhtä riistakameramerkkiä. Jatkokäyttöä ajatellen riistakameroiden ominaisuuksia voitaisiin kartoittaa yhä enemmän. Esimerkiksi riistakamerat voidaan kytkeä verkkoon, jolloin kameran asetuksia on mahdollista muuttaa etänä. Lisäksi kamera voi lähettää kuvia reaaliaikaisesti pilvipalveluun. Kameroiden virrankestoa voitaisiin parantaa käyttämällä sormiparistojen sijasta akkua. Akut on kuitenkin suojattava vedenkestävin koteloin. Akkujen käyttö saattaa toimia paremmin pitkäaikaiseen kuvantamiseen. Tässä työssä keuhkettiin riistakameroiden eri asetuksia melko lyhytaikaisesti. Jatkoa ajatellen yhtä verkkokassia riittää kuvaamaan yhdestä kahteen kameraa.

Kameroilla kuvaaminen tuottaa hyvin paljon dataa. Mikäli pystyttäisiin soveltamaan koneälyä kohdelajien erottamisessa aineistoista, voisi läpikäytävän aineiston määrä vähentyä. Koneälyn avulla voisi mahdollisesti myös laskea lintuja. Ihminen voisi lopuksi käydä läpi kuvat, joista lintuja on tunnistettu. Näin aineiston läpikäymiseen tarvittava työaika voisi vähentyä ja voisi olla mahdollista saada tietoa laajemmin kasvatuskauden ajalta. Näin voitaisiin saada tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa laitoksilla käyvistä linnuista.

Viitteet

- Coleman, J.T.H., Richmond, M.E., Rudstam, L.G. & Mattison, P.M. 2005. Foraging location and site fidelity of the double-crested cormorant on Oneida Lake, New York. *The International Journal of Waterbird Biology* 28: 498–510.
- Custer, T.W. & Bunck, C. 1992. Feeding flights of breeding double-crested cormorants at two Wisconsin colonies. *Journal of Field Ornithology* 63: 203–211.
- Dirksen, S., Boundewijn, T.J., Noordhuis, R. & Marteiijn, E.C.L. 1995. Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects of large-scale fish removal. *Ardea* 83: 167–184.
- Juvaste, R. 2002. Harmaalokit seuranamme – populaatiot, ympäristövaikutukset ja hallinta. Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulun julkaisu A: Tutkimuksia, 10. 110 s.
- Kankainen, M., Pulkkinen, J., Setälä, J., Niukko, J. & Saarni, K. 2019. Kalankasvatuksen olosuhdekatsaus 2018. Luonnonvarakeskus. (40 s. pdf-esitys).
- Kauhala, K. & Isomursu, M. 2020. Riistarukinnan ekologiset vaikutukset – kirjallisuuskatsaus. *Suomen Riista* 66: 7–20.
- Lintuatlas 2022. Lintuatlas 4. [viitattu 29.11.2022]. Luonnontieteellinen keskusmuseo Luomus ja BirdLife Suomi. <https://tulokset.lintuatlas.fi/species> Creative Commons 4.0 Nimeä Kansainvälinen lintuatlas.fi.
- Merimetsotyöryhmä 2016. Työryhmän raportti 6.4.2016. 16 s.
- Muuri, L. 2018. Merimetsojen ja harmaahaikaroiden aiheuttamat haitat kalankasvatukselle itäisellä Suomenlahdella. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti nro 389/2018.
- Rahkonen, R., Vennerström, P., Rintamäki-Kinnunen, P. & Kannel, R. 2000. Terve kala. Tautien ennaltaehkäisy, tunnistus ja hoito. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki. 140 s.
- 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: 93–99.
- Salmi J.A. 2011. Merimetson (*Phalacrocorax carbo* (L.)) ravinto Suomen rannikkovesissä. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 34 s.
- Salmi J.A., Auvinen H., Raitaniemi J., Lilja J. & Maikola R. 2013. Merimetson ravinto ja kalakanta-vaikutukset Saaristo- ja Selkämerellä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 36 s.
- Suomen ympäristökeskus 2022. Suomen merimetsokannassa vain alueellisia muutoksia. Tiedote 16.8.2022. Viitattu 29.11.2022. [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Suomen_merimetsokannassa_vain_alueellisi\(63631\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Suomen_merimetsokannassa_vain_alueellisi(63631))
- Thaxter, C., Lascelles, B., Sugar, K., Cook, A., Roos, S., Bolton, M., Langston, R. & Burton, N. 2012. Seabird foraging ranges as a preliminary tool for identifying candidate Marine Protected Areas. *Biological Conservation* 156: 53–61.

- Valtonen, E.T., Hakalahti-Sirén, T., Karvonen, A. & Pulkkinen, K. 2012. Suomen kalojen loiset. Gaudeamus Helsinki University Press. Tampere. s. 279–287.
- Vehkaoja, M. 2019. Riistakamerat tutkimuksen apuna – pääkaupunkiseudun eläimistö tutuksi. Natura. <https://www.naturalehti.fi/2019/03/23/riistakamerat-tutkimuksen-apuna-paa-kaupunkiseudun-elaimisto-tutuksi/#more-1253>
- Ympäristöministeriö 1626/1991. Ympäristöministeriön päätös rauhoitettujen harvinaisten eläinten tuottamien vahinkojen korvaamiseksi maksettavista avustuksista.
- Ympäristöministeriö 838/2010. Ympäristöministeriön asetus rauhoitettujen harvinaisten eläinten tuottamien vahinkojen korvaamiseksi maksettavista avustuksista annetun ympäristöministeriön päätöksen 2 ja 3 §:n muuttamisesta.
- Ympäristöministeriö YM6/5713/2016. Ohjekirje. Toimenpiteet merimetsosta aiheutuvien ongelmien hallintaa käsittelevien työryhmien perustamisesta ja ohjeet merimetsoa koskeviin poikkeuslupiin sovellettavien säännösten tulkinnasta. 5 s.
- Ympäristöministeriö 2019. Kansallinen merimetsostrategia ja toimenpidesuunnitelma. 56 s.



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi

