
RKTL:n työraportteja 19/2013

Merimetson ravinto ja kalakantavaikutukset Saaristo- ja Selkämerellä

Tekijät: Juhani A. Salmi, Heikki Auvinen, Jari Raitaniemi, Juha Lilja ja Riikka Maikola

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki
2013



Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2013

ISBN 978-952-303-028-2 (Verkkajulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkkajulkaisu)

RKTL 2013

Kuvailulehti

| | | | |
|---|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Tekijät Juhani A. Salmi, Heikki Auvinen, Jari Raitaniemi, Juha Lilja ja Riikka Maikola | | | |
| Nimeke Merimetson ravinto ja kalakantavaikutukset Saaristo- ja Selkämerellä | | | |
| Vuosi 2013 | Sivumäärä 36 | ISBN 978-952-303-028-2 | ISSN 1799-4756 (PDF) |
| Yksikkö/tutkimusohjelma Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut | | | |
| Hyväksynyt Päivi Eskelinen | | | |
| Tiivistelmä <p>Tässä raportissa esitetään Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa vuosina 2010–2012 Saaristo- ja Selkämeren alueella tehtyjen merimetson ravintotutkimusten tulokset. Ravintotutkimukset tehtiin kolmella eri menetelmällä (oksennuspallot, tuoreoksennukset ja ammuttujen lintujen vatsat). Näytteitä kerättiin merimetsojen pesimäkaudelta sekä syksyiltä.</p> <p>Merimetson ravinnosta löytyi 29 eri kalalajia. Saaristomeren alueella kokonaisuutensaaltaan runsaimmat saalisajit olivat ahven, särki, kivinilka, silakka, härkäsimppu, lahna, kiiski ja kuha 88 % osuudella kokonaisuutensaalta. Kappalemääräisesti runsaimmat kalalajit olivat ahven, kivinilka, kolmipiikki ja kiiski 67 % osuudella. Selkämerellä massaaltaan merkittävimmät saalisajit olivat silakka, kiiski, särki, ahven ja kivinilka 86 % osuudella kokonaisuutensaalta. Kappalemääräisesti runsaimmat saalisajit olivat kiiski, kivinilka, silakka ja kolmipiikki 71 % yhteisosuudella. Merimetson ravinto vaihteli kolonioiden, vuosien ja vuodenajan mukaan. Saaristomeren kolonioissa taloudellisesti arvokkaista kaloista ahvenen massaosuus ravinnosta vaihteli 21–43 %, kuhan 0,04–15 %, silakan 4–17 % ja siian 0–0,3 % välillä. Vastaavasti Selkämerellä ahvenen osuus oli 11–24 %, kuhan 0–1 %, silakan 11–23 % ja siian 0–3 %. Kuhaa ravinnossa oli runsaimmin Saaristomeren sisä- ja välisaaristossa. Siian esiintyminen ravinnossa painottui Selkämeren pohjoisosiin.</p> <p>Vuosina 2010–2012 merimetson saalistamien kuhien määrä vaihteli 168 000–570 000 kappaleen välillä ja ahven-ten määrä 4,0–7,7 miljoonan kappaleen välillä. Merimetson vaikutusta ammatti- ja vapaa-ajankalastuksen saaliisiin arvioitiin laskemalla kuinka paljon saalista merimetson vuonna 2010 pyydystämät kuhat ja ahvenet olisivat tuottaneet ennen merimetson saapumista vallinneissa oloissa. Kuhasaalis olisi ollut noin 110–140 tonnia suurempi ja ahvensaalis noin 340–420 tonnia suurempi. Tutkimuksen on osin rahoittanut Varsinais-Suomen ELY-keskus.</p> | | | |
| Asiasanat merimetsa, ravinto, ahven, kuha, Saaristomeren, Selkämeri, kalankulutus, kalakantavaikutus | | | |
| Julkaisun verkko-osoite http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/merimetson_ravinto.pdf | | | |
| Yhteydenotot Heikki Auvinen, etunimi.sukunimi@rktl.fi | | | |
| Muita tietoja | | | |

Sisällys

| | |
|--|-----------|
| Kuvailulehti | 3 |
| 1. Johdanto | 5 |
| 2. Merimetson ravintotutkimusta kolmella menetelmällä | 8 |
| 2.1. Tutkimusalueena Saaristomeri ja Selkämeri | 8 |
| 2.2. Merimetson ravintotutkimuksessa hyödynnettiin eri menetelmiä | 8 |
| 3. Merimetson ravinto Saaristo- ja Selkämerellä 2010–2012 | 10 |
| 4. Vaikuttaako merimetso kalastajien saaliisiin | 26 |
| 4.1. Merimetsot söivät Saaristomerellä vuosittain noin 700–1000 tonnia kalaa | 27 |
| 4.2. Kalastajien saaliin vähennystä arvioitiin laskennallisesti | 27 |
| 4.3. Merimetson syömien kuhien taloudellinen arvo | 29 |
| 4.4. Kuha ja ahven hyötyvät lämpimistä kesistä | 30 |
| 4.5. Merimetson kalakantavaikutuksia havaitaan eri puolilla | 31 |
| 5. Tutkittavaa riittää | 32 |
| Viitteet | 33 |

1. Johdanto

Merimetso (*Phalacrocorax carbo*) on kookas, pitkäkaulainen, tumma vesilintu, joka pyydystää ravintonsa sukeltamalla (Kuva 1). Saaristo- ja Selkämeren alueella tavataan kahta merimetson alalajia. Alueella pesivät linnut kuuluvat alalajiin *Phalacrocorax carbo sinensis* ja keväisin ja syksyisin alueen läpi muuttavaan nimialalajiin *Phalacrocorax carbo carbo*.

Merimetso hävisi Itämeren pesimälinnustosta 1800-luvun lopulla siihen kohdistetun vainon takia (SYKE 2014). Merimetso pesi ensimmäistä kertaa Suomen rannikkovesissä vuonna 1996 kymmenen parin voimin (Rusanen ym. 1998). Näistä kymmenestä parista Suomen pesimäkanta on kuudessatoista vuodessa noussut yli 20 000 pariin vuonna 2014. Saaristomerellä ensimmäinen pesintä havaittiin vuonna 1998 ja Selkämeren vuonna 2002. Vuonna 2014 Saaristomerellä oli noin 4 800 pesivää paria ja Selkämerellä noin 5 400 paria. Suomen merimetsojen pesimäkannasta puolet pesi Saaristo- ja Selkämeren alueella vuonna 2014 (SYKE 2014, Kuva 2). Muuttomatalla olevia Pohjoisen Jäämeren alueella pesiviä merimetsoja on vierailut säännöllisesti Suomen rannikolla koko 1900-luvun ajan.

Euroopassa pesivien merimetsojen määrä on ylittänyt 370 000 kpl jo vuonna 2006 (Kuva 3). Voimakkain kannan kasvu on tapahtunut *P.c. sinensis* alalajin merimetsoilla. Vuonna 2006 arvioitiin, että *sinensis*-alalajin koko kannan vahvuus Euroopassa on yli 520 000 yksilöä. Itämeren maissa oli vuoden 2012 laskennan mukaan noin 160 000 pesivää merimetsoparia. (Bregnballe ym. 2013). Merimetsokannan kasvu on ollut ennätysnopeaa Suomen rannikolla mukaan lukien Saaristomerellä, jossa potentiaalisia pesäpaikoiksi sopivia luotoja on erityisen runsaasti. Vuosikymmenen alun pari ankaraa talvea Euroopassa ja merikotkien merimetsoihin kohdistama saalistus ovat rajoittaneet kannan kasvua myös Itämeren alueella, mutta kannan kasvun odotetaan jatkuvan lähivuosina, mikäli talvisäät ovat leutoja Euroopassa.

Merimetson nopea runsastuminen on herättänyt kysymyksiä sen vaikutuksista kalastukseen. Saalistilastojen mukaan ammattikalastajien ahven- ja kuhasaaliissa on ollut vähenevä suuntaus Saaristo- ja Selkämeren alueella vuosituhaten ensimmäisellä vuosikymmenellä. Ammattikalastajien näkemyksen mukaan merimetso on ainakin osittainen syy ahven-, kuha- ja siikasaaliiden vähentymiseen totutuilla pyyntipaikoilla (Salmi ym. 2010). Merimetsolajien vaikutuksesta taloudellisesti tärkeisiin kalalajeihin on tutkimuksia päätyen sekä siihen, että kalakantavaikutuksia on (Rudstam ym. 2004, Fielder 2010a ja b, Jepsen ym. 2010, Vetemaa ym. 2010, Östman ym. 2012, Mustamäki ym. 2013, Östman ym. 2013, Skov ym. 2014) että siihen, että näyttöä vaikutuksista ei ole (Engström 2001, Liorios & Goutner 2007, Diana 2010, Lehikoinen ym. 2011).

Merimetsokannan nopea kasvu Suomessa johti kannanhoitosuunnitelman laatimiseen (Ympäristöministeriö 2005). Kannan kasvun syinä pidetään merimetson rauhoitustilanteen paranemista Euroopan alueella ja vesistöjen rehevöitymiskehityksestä seurannutta hyvää ravintotilannetta. Merimetsotyöryhmä totesi hoitosuunnitelmassa, että linnun suojelun taso on suotuisa. Silloin pesiviä pareja Suomessa oli 2 931 (laskentatulokset v. 2004, Ympäristöministeriö 2005).

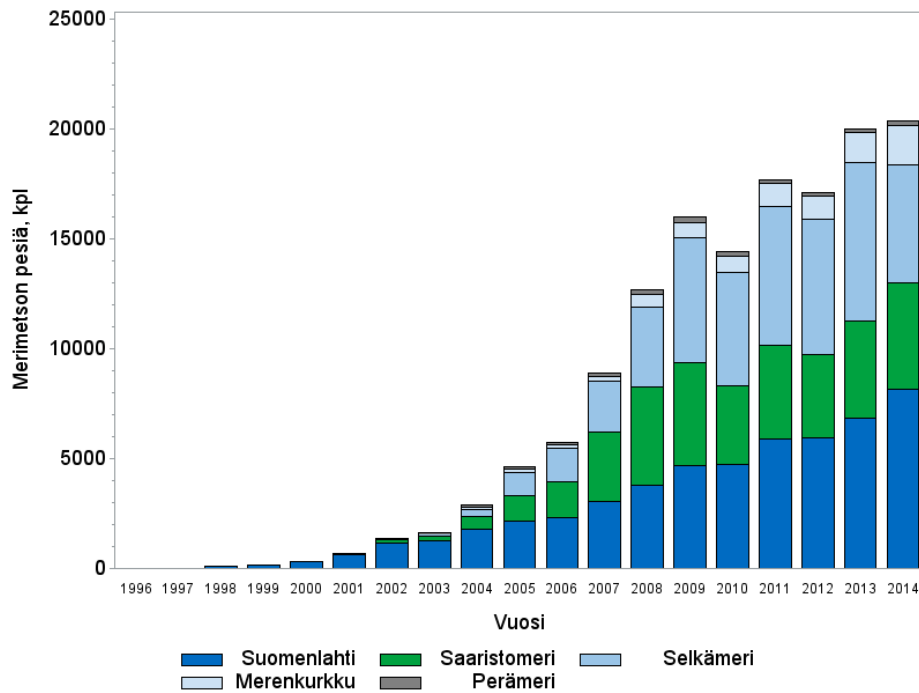
Merimetson kannanhoitosuunnitelman tehnyt työryhmä katsoi lisäselvitystä vaativiksi asioiksi muun muassa saaliskalalajiston selvittämisen koko rannikolla ja pesimäkauden eri vaiheissa, merimetson vaikutuksen selvittämisen kalakantoihin, kalaston rakenteeseen ja ravintoverkkojen tilaan sekä vaikutuksen kalojen istutukselle (Ympäristöministeriö 2005). Ravintoanalyysin tekeminen on tarpeen, kun pyritään selvittämään edellä mainittuja asioita. Ravintokohteiden ja niiden määrien tuntemus luo perustan merimetson vaikutusten tutkimukselle. Kasvava tietämys merimetson ravin-

nosta saattaa johtaa lajiin kohdistuneiden ennakkoluulojen ja laittomien toimenpiteiden vähenemiseen ja hoitotoimenpiteiden järkevään suuntaamiseen.

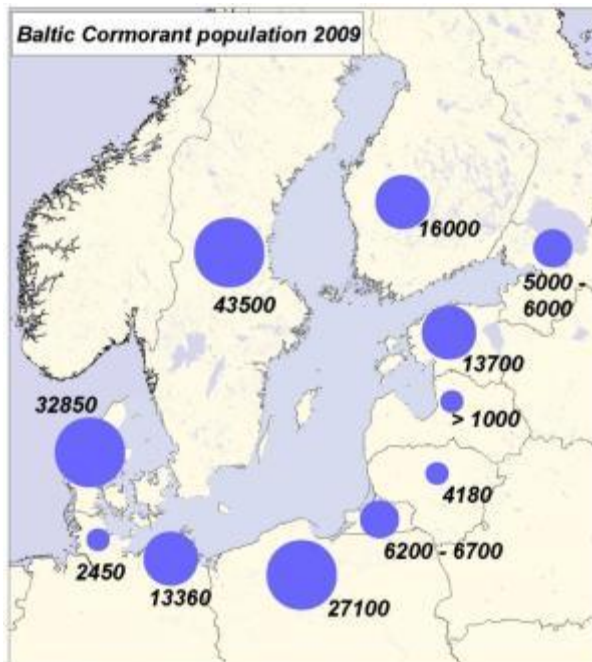
Tämän työn tarkoituksena on selvittää merimetson ravinnonkäyttöä Saaristo- ja Selkämerellä 2010–2012. Tutkimme merimetson ravinnon paikallista ja ajallista vaihtelua sekä arvioimme kalankulutusta. Tutkimme ravinnonkäyttöä kolonia- ja aluetasolla. Vertaamme ahvenen ja kuhan pituusja-kaumia koekalastus- ja ammattikalastusnäytteissä sekä merimetson ravintonäytteissä. Ravintotutkimusten tulosten avulla arvioidaan merimetsojen aiheuttamia vaikutuksia Saaristomeren ahven- ja kuhasaaliisiin.



Kuva 1. Riistakameran ottama kuva merimetsojen pesimäluodolta (Juhani A. Salmi).



Kuva 2. Merimetson pesimäkannan kehitys Saaristo- ja Selkämerellä sekä koko maan rannikolla (aineisto SYKE 2014).



Kuva 3. Pesivien merimetsoparien määrä Itämerellä vuonna 2009. Kannan yksilömäärän arvioidaan olevan noin nelinkertainen pesämäärään nähden. Kuva:

http://www.helcom.fi/BSAP_assessment/ifs/ifs2011/en_GB/Cormorant/.

Aineisto: IUCN/Wetlands International Cormorant Research Group.

2. Merimetson ravintotutkimusta kolmella menetelmällä

2.1. Tutkimusalueena Saaristomeri ja Selkämeri

Tutkimus toteutettiin Saaristo- ja Selkämerellä vuosina 2010–2012. Saaristomerellä tutkittuja kolonioita ja niiden levähdysalueita oli vuosittain 3–4 kappaletta ja Selkämerellä 2–3 kappaletta (Taulukko 1). Tutkimuskoloniat olivat Äggskär ja Måsgrund Paraisilla, Kalmanhohde Taivassalossa, Kluppi Kustavissa, Puskakari Raumalla, Marjakari Luvialla ja Leppäkari Merikarvialla. Saaristomeren kolonioista sisäsaaristossa sijaitsi Kalmanhohde, välisaaristossa Äggskär ja Måsgrund ja ulkosaaristossa Kluppi. Puskakari ja Marjakari sijaitsevat Selkämeren ulommissa rannikkovesissä ja Leppäkari sisemmissä rannikkovesissä. Vuonna 2011 Klupin merimetsokolonian pesintä tuhottiin, minkä takia alueelta ei saatu ravintonäytteitä heinä–elokuussa. Vuonna 2012 merimetsojen pesintä Mynälahdella Kalmanhohteen koloniassa estettiin poikkeuslupien turvin ja merimetsot siirtyivät pesimään Kumpelkarille. Mynälahden alueelta ei kerätty näytteitä vuonna 2012.

Taulukko 1. Tutkimuskoloniat vuosina 2010–2012.

| kolonia | kunta | rannikkoalue | saariston osa | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------------|------------|--------------|----------------------|------|------|------|
| Kalmanhohde | Taivassalo | Saaristomeri | sisäsaaristo | X | X | |
| Äggskär | Parainen | Saaristomeri | välisaaristo | X | X | X |
| Måsgrund | Parainen | Saaristomeri | välisaaristo | X | | X |
| Kluppi | Kustavi | Saaristomeri | ulkosaaristo | X | X | X |
| Puskakari | Rauma | Selkämeri | ulompi rannikkovesi | X | X | X |
| Marjakari | Luvia | Selkämeri | ulompi rannikkovesi | X | X | X |
| Leppäkari | Merikarvia | Selkämeri | sisempi rannikkovesi | | | X |

2.2. Merimetson ravintotutkimuksessa hyödynnettiin eri menetelmiä

Ravintonäytteet (oksennuspallot, tuoreoksennukset ja ammuttujen lintujen vatsat) kerättiin pesimäkolonioista ja levähdyspaikoista avovesikaudelta 2010 (touko–lokakuu) ja 2011 (touko–marraskuu) sekä pesimäkaudelta 2012 (touko–heinäkuu) (Taulukko 2). Pesimäkauden ravintonäytteet kerättiin 1.5.–31.7. ja syksyn näytteet 1.8.–15.11. Näytteet kerättiin Varsinais-Suomen Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) luvalla.

Taulukko 2. Ravintonäytemäärät näytetyypeittäin 2010–2012. Suluissa kokoomanäytteet.

| näytetyyppi | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------|-----------|------|------|
| oksennuspallot | 457 | 423 | 441 |
| tuore oksennus | 96 + (12) | 192 | 277 |
| vatsat | 48 | 50 | |
| yhteensä | 601+(12) | 665 | 718 |

Oksennuspalloja kerättiin kolmen viikon välein koko näytteenkeruujakson ajan kaikkina tutkimusvuosina. Tuoreita ja ehjiä oksennuspalloja pyrittiin keräämään koloniasta 20 kappaletta jokaisella käyntikerralla. Kerätyt oksennuspallot säilöttiin pakastamalla ja pestiin ennen luutumien lajittelua

lajimääritystä varten. Lajimääritystä varten oksennuspalloista kerättiin talteen otoliitit, nieluhampaat, vannasluut, jauhinkivet ja piikkiruodot (piikkikalat). Särkikalat tunnistettiin nieluhampaista ja jauhinkivistä, piikkikalat piikkiruodoista ja muut kalalajit otoliiteista tai vannasluista (Wheeler 1978, Härkönen 1986, Veldkamp 1995, Knollseisen 1996, Radu 2005, Čech 2006, Svetocheva ym. 2007). Jokaisesta näytteestä pyrittiin määrittämään ravintokohteet lajeittain niin pitkälle kuin mahdollista. Mikäli tarkka lajimääritys ei onnistunut, käytettiin heimotasoa ja niiden osalta, jotka olivat täysin mahdottomia tunnistaa, tyydyttiin tunnistuksessa tasoon kala. Lajilleen tunnistetuista luista rekonstruoiitiin kalan pituus ja massa mahdollisuuksien mukaan. Kalan pituus laskettiin otoliiteista käyttämällä Härkösen kaavoja, nieluhampaista Čechin kaavoilla ja jauhinkivistä Veldkampin kaavoilla. Ravintokohteen massa laskettiin lajikohtaisella pituus-painosuhteella. Pituus-painosuhteiden arvot perustuvat Suomen rannikolta pyydetyistä kaloista tehtyihin mittauksiin lukuun ottamatta härkäsimppua, jonka mittaustulokset ovat peräisin Ruotsin itärannikolla tehdyistä koekalastuksista. Pituus laskettiin millimetrin tarkkuudella ja massa gramman tarkkuudella. Ravintokohteiden rekonstruoinnissa käytettiin vain muotonsa säilyttäneitä luutumia.

Merimetsot oksentavat häiritynä viimeksi nielemänsä kalat (tuoreoksennus) pesimäluodolle. Useimmiten pesimäluodolle oksentavat merimetsot ovat nuoria, lentokyvyttömiä lintuja. Tuoreoksennusnäytteitä kerättiin poikasajalta kesä–heinäkuussa kolme kertaa kolmen viikon välein. Vuonna 2010 Selkämeren tutkimuskolonioista kerättiin yksilönäytteitä 24 kappaletta per kolonia käyntikertaa kohden. Vuosina 2011–2012 Saaristo- ja Selkämeren kolonioista kerättiin yksilönäytteitä 20 kpl/kolonia/käyntikerta. Vuonna 2010 Turun ammattikorkeakoulu keräsi Saaristomeren kolonioista kokoomänäytteitä kolmelta eri ajanjaksolta. Kerättyjä näytteitä pakastettiin vähintään vuorokauden ajan. Sulatetuista näytteistä tunnistettiin ravintokohteet lajilleen tai mikäli tämä ei onnistunut, toimitettiin samoin kuin oksennuspallojen kanssa. Ravintokohteet mitattiin millimetrin tarkkuudella ja punnittiin gramman tarkkuudella. Osittain sulaneiden kalojen pituudet arvioitiin ja massat laskettiin arvioiduista pituuksista pituus–painosuhte kaavojen avulla.

Ammuttujen lintujen vatsat kerättiin analysoitaviksi metsästäjiltä, jotka olivat saaneet ELY-keskukselta poikkeusluvan metsästä merimetsoja 20.8.–31.10. vuosina 2010–2011. Vatsat käsiteltiin kuten tuoreoksennukset. Kokonaiset ja osittain sulaneet kalat analysoitiin samalla tavalla kuin tuoreoksennukset ja kalojen luutumien kuten oksennuspallot.

Seefelt & Gillingham (2006) havaitsivat, että eri ravintotutkimusmenetelmät (oksennuspallot, tuoreoksennus tai vatsan sisältö) voivat johtaa erilaisiin arvioihin saalislajien runsaudesta ravinnossa. Kappalemääräisenä runsautena menetelmät antavat hieman eri tuloksia, mutta saalistyypin esiintymisen tai puuttumisen merimetson ravinnosta ne osoittavat samalla tavalla.

Oksennuspallojen tarkastelu on ollut suosituin tapa tutkia merimetson ravintokohteita (Carss ym. 1997). Oksennuspallojen käyttöä selittävät niiden monet hyvät puolet ja tiedot myös niiden heikkouksista (Suter & Morel 1996, Carss ym. 1997, Johnson ym. 2010). Oksennuspalloon kertyy saaliskalojen luutumia keskimäärin noin vuorokauden ajalta (Zijlstra & Van Eerden 1995). Oksennuttamalla tai tapettujen lintujen vatsa-osaista saadut näytteet sisältävät yleensä vain osan päivän kokonaisravinnosta (Carss ym. 1997, Johnson ym. 2010). Oksennuspalloihin perustuvassa ravintoanalyysissä on tiettyjä epävarmuuksia: oksennuspallonäytteet saattavat aliarvioida pieniotoliittisten kalojen lukumäärän, petokalojen syövä ravinto saattaa sekoittaa merimetson ravintoon ja otoliittien kulumisen voi vaikuttaa saaliskalojen pituuden arviointiin (Carss ym. 1997). Näiden epävarmuuksien takia isootoliittiset ahvenkalat ja jauhinkivistä tunnistettavat särkikalat saattavat olla yllämainittuina verrattuna pieniotoliittisiin ja heikkoluisiin kaloihin, kuten silakkaan ja kiviinilkaan. Luutumien kulumisesta

johtuva virhe kalan koon arvioinnissa on vältettävissä käyttämällä ehjiä, muotonsa säilyttäneitä luutumia arvioinnissa (Suter & Morel 1996).

Tuoreoksennusten ja vatsan sisällön analysoinnissa on omat epävarmuutensa. Näytteet eivät välttämättä sisällä kaikkia vuorokauden aikana syötyjä ravintokohteita, koska ravinnon hankinta kyseiseltä vuorokaudelta ei ole välttämättä loppunut. Tämä koskee erityisesti tuoreoksennusnäytteitä. Merimetson vatsoja avattaessa on helppo huomata miten eri aikoina syöty ravinto on kerrostunut vatsaan. Vuorokauden aikana on saatettu syödä useampaakin kalalajia, mutta eri pyyntikerroilla, minkä seurauksena saalisajit ovat omina kerroksinaan eivätkä keskenään sekoittuneina vatsassa. Samaa kerrostuneisuutta ei ole havaittavissa tuoreoksennusnäytteissä, koska merimetsä näyttää oksentavan vain viimeksi nielemänsä kalat eikä koko vatsan sisältöä. Tästä seuraa, että tuoreoksennusnäytteet saattavat antaa ravinnosta todellisuutta yksipuolisemman kuvan. Saatavilla olevat vatsansisältönäytemäärät ovat yleensä pieniä. Sulamisaste vaikuttaa kalan pituuden arviointiin. Poikasten tuoreoksennusnäytteet eivät välttämättä heijasta aikuisten ravintoa (Carss ym. 1997). Tuoreoksennuksen näytemäärät ovat riittävän suuria ainoastaan poikasaikana, koska aikuiset linnut harvemmin oksentavat paetessaan.

Ravintotutkimuksen pitäisi kattaa ainakin koko pesimäkausi, jos tarkoituksena on arvioida merimetson ravinnon käyttöä lajikohtaisesti ja sen vaikutusta kalakantoihin tai kalastuksen saaliisiin. Ajallisesti rajoittuneisiin (yhden tai kahden näytekerran) ravintotutkimuksiin sisältyy huomattava riski ylittää aliarvioida saalistuksen kohdentuminen, koska ravinto vaihtelee merimetson elinkierron aikana. Kolmesta perinteisestä menetelmästä ainoastaan oksennuspallonäytteitä kertyy tarpeeksi ajallisten muutosten arvioimiseen ravinnossa pesimäkaudesta syysmuuttoon. Parhaaseen tulokseen päästään täydentämällä oksennuspallonäytteistä saatavaa tietoa poikasten tuoreoksennuksella.

Suurimmat tiedon puutteet merimetson vuotuisesta ravinnosta ajoittuvat alkukevääseen, elokuun ja syyskuun puolenvälin väliselle ajalle sekä loppusyksyyn (loka–marraskuu). Alkukevään ja loppusyksyn ravinnosta on mahdollista saada tietoa perinteisin menetelmin (oksennuspallot ja vatsat (syksy)), kunhan näytteidenkeräyskausi aloitetaan lintujen saapuessa ja jatketaan syksyllä kunnes linnut ovat poistuneet. Elokuun ja syyskuun alun välinen aika on hankalampi, koska nuoret linnut eivät vielä tee tarpeeksi oksennuspalloja, tuoreoksennusta ei ole saatavilla ja mahdolliset vatsanäytemäärät ovat pieniä. Tiedon puutetta voisi mahdollisesti paikata keräämällä ammutuista linnuista näytteitä rasvahappo- ja isotooppianalyseja varten, jolloin ravinnosta olisi mahdollista saada tietoa vaikka vatsa olisi tyhjä.

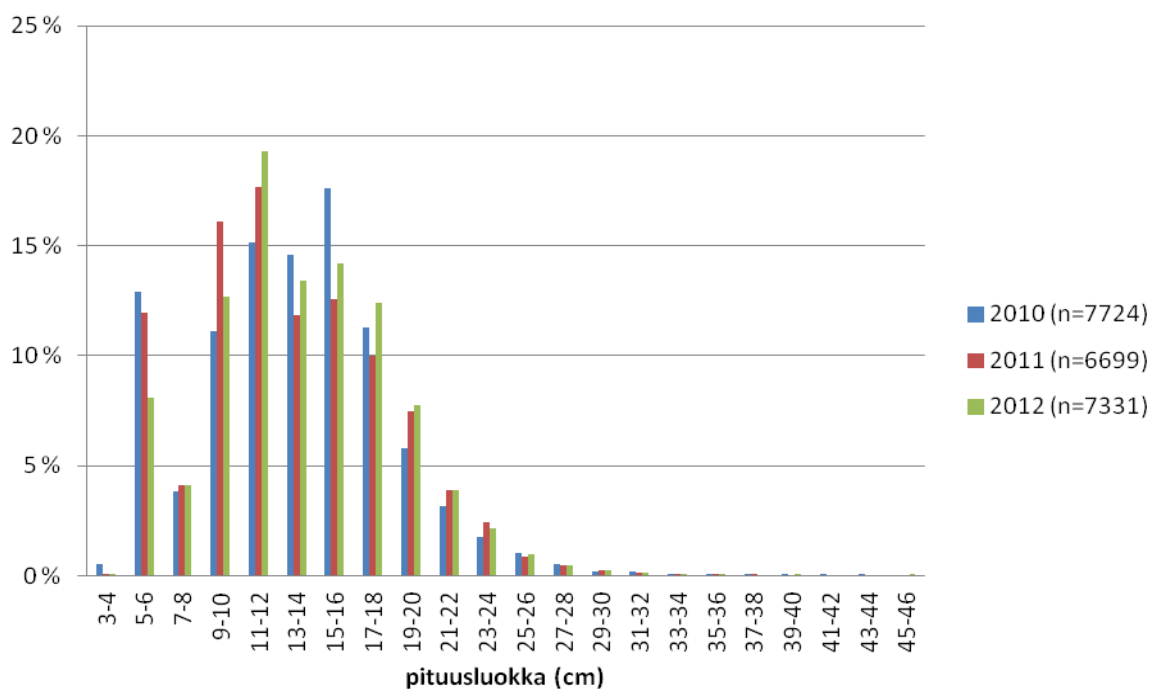
3. Merimetson ravinto Saaristo- ja Selkämerellä 2010–2012

Merimetson ravinnosta löytyi vuosina 2010–2012 yhteensä 29 eri kalalajia, sisältää lajilleen tunnistamattoman hieta/liejutokon (Taulukko 3). Vuosittain lajimäärä vaihteli 24–26 lajin välillä. Saaristomeren kolonioiden näytteistä löytyi 27 kalalajia ja Selkämeren näytteistä 23 kalalajia. Pesimäkauden ajalta löytyi 26 lajia ja pesimäkauden jälkeiseltä ajalta 20 lajia. Vuosittainen lajimäärä pesimäkaudella oli 21–24 ja pesimäkauden jälkeen 19–21. Aiemmissä tutkimuksissa saalisajimäärät ovat vaihdelleet 10–59 lajiin välillä riippuen alueen laajuudesta ja tutkimuksen kestosta (Engström 2001, Lunneryd & Alexandersson 2005).

Taulukko 3. Merimetson vuosina 2010–2012 syömät kalalajit kolonioittain.

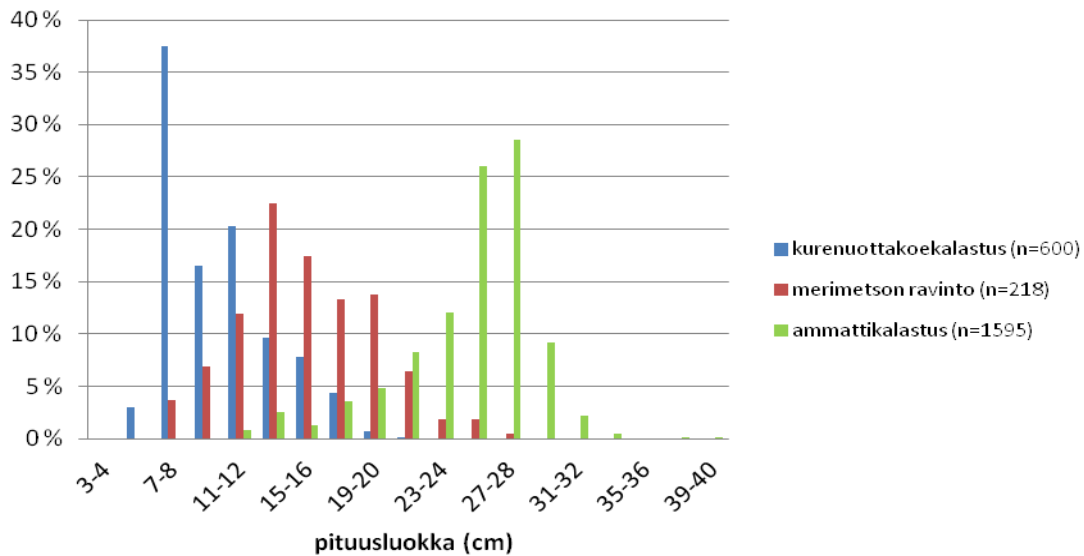
| laji | Kalmanhohde sisä | Äggskär väli | Måsgrund väli | Kluppi ulko | Puskakari ulompi | Marjakari ulompi | Leppäkari sisempi |
|------------------|---------------------|-----------------|------------------|----------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| kiiski | X | X | X | X | X | X | X |
| ahven | X | X | X | X | X | X | X |
| särki | X | X | X | X | X | X | X |
| lahna | X | X | X | X | X | X | X |
| silakka | X | X | X | X | X | X | X |
| kiviniilka | X | X | X | X | X | X | X |
| hauki | X | X | X | X | X | X | X |
| kuore | X | X | X | X | X | X | X |
| kolmipiikki | X | X | X | X | X | X | X |
| mustatokko | X | X | X | X | X | X | X |
| pikkutuulenkala | X | X | X | X | X | X | X |
| hieta/liejutokko | X | X | X | X | X | X | X |
| kuha | X | X | X | X | X | X | |
| pasuri | X | X | X | X | X | | |
| made | X | X | X | X | | | |
| härkäsimppu | X | X | X | X | | X | |
| säyne | X | X | | X | | X | |
| siika | X | X | | | X | X | X |
| salakka | X | | X | X | X | X | |
| sorva | X | | | | | | |
| suutari | X | | | | | | |
| teisti | | X | X | | X | X | |
| turpa | | X | | | | | X |
| kilohaili | | X | | | X | X | X |
| kirjolohi | | X | | X | | X | |
| kampela | | X | | | | | |
| vaskikala | | | X | X | | | |
| lohi | | | | | | | X |
| kivisimppu | | | | | | X | |
| lajimäärä | 21 | 23 | 19 | 20 | 18 | 21 | 16 |

Merimetso syö pääsääntöisesti 6–25 cm pitkiä kaloja, vaihteluvälin ollessa 3–46 cm (Kuva 4). Merimetson syömien ahventen pituuden keskiarvo oli 15 cm (moodi 12 cm; minimi-maksimi 5–29 cm), särjen pituuden keskiarvo oli 15 cm (moodi 13 cm; minimi-maksimi 5–32 cm) ja kuhan pituuden keskiarvo 23 cm (moodi 28 cm; minimi-maksimi 7–40 cm). Merimetsot suosivat sen kokoista kalaa, joka on nieltävissä kokonaisena. Helposti nieltävän kokoiset kalat korostuvat erityisesti poikasaikaisessa ravinnossa. Syötyjen kalojen pituudet sopivat aiempien tutkimusten tuloksiin, joissa merimetsot suosivat virtaviivaisia 5–36 cm pitkiä kaloja (Lunneryd & Alexandersson 2005, Liordos & Goutner 2007, Čech ym. 2008, Boström ym. 2012a).

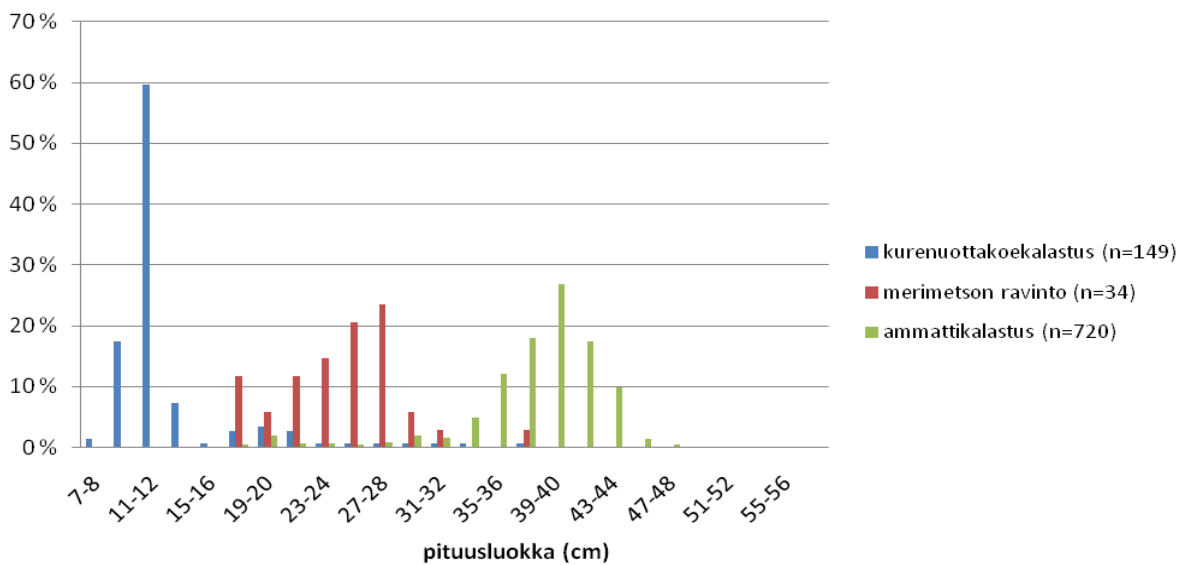


Kuva 4. Merimetson saaliskalojen pituusjakaumat 2010–2012. Pituusluokat pyöristetty alaspäin (esim. 3-4 on 3,0–4,9 cm).

Mynälähdän alueella (ICES tilastoruutu 47) merimetsojen syömien ahvenien ja kuhien pituusjakaumat olivat kurenuottakoekalastuksissa saatujen ja ammattikalastuksen saaliina (rysä- ja verkkopyynti) saatujen ahvenien ja kuhien pituusjakaumien välillä kuitenkin niin, että merimetson syömät ahvenet painottuivat lähemmäksi kurenuotalla kuin ammattikalastuksessa saatujen ahventen pituuksia (kuvat 5 ja 6). Merimetso ei kilpaile samankokoisista kuhista kalastuksen kanssa, koska merimetson syömät kuhat ovat yleensä pienempiä kuin kuhalle kalastuksessa säädetty 37 cm alamitta. Merimetsot syövät kuhia, jotka voisivat olla kalastuksen kohteena vuoden tai kahden päästä. Eschbaum ym. (2003) havaitsi, että Viron länsirannikolla ahvenen pituusjakauma oli lähes identtinen merimetson ravinnon ja verkkokoekalastusten välillä, mutta kuhan kohdalla saaliskalat olivat nuoria ja pienempiä yksilöitä kuin ammattikalastuksen saaliissa.



Kuva 5. Ahvenen pituusjakaumat kurenuottakoekalastusnäytteissä, merimetson ravinnossa ja ammattikalastuksen saaliissa Mynälähdän alueella 2011.



Kuva 6. Kujan pituusjakaumat kurenuottakoekalastusnäytteissä, merimetson ravinnossa ja ammattikalastuksen saaliissa Mynälähdän alueella 2011.

Ahvenen, kujan, särjen ja kivinilkan keskipainot Saaristomerellä vaihtelivat melko vähän 2010–2012, enimmillään runsaat 20 % (Taulukko 4). Enemmän vaihtelua oli Selkämerellä siian ja särjen keskipainoissa (Taulukko 5).

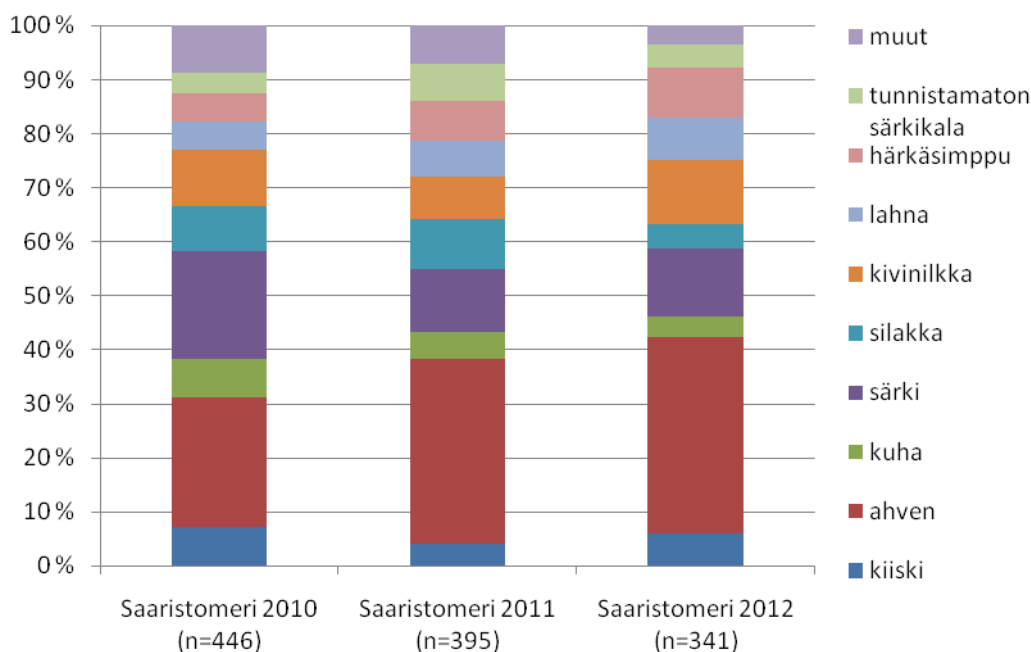
Taulukko 4. Ahvenen, kuhan, särjen ja kiviniilkan keskipainot merimetson ravinnossa Saaristomerellä 2010–2012.

| Saaristomeri | ahven (g) | n | kuha (g) | n | särki(g) | n | kiviniilka (g) | n |
|--------------|-----------|------|----------|-----|----------|-----|----------------|------|
| 2012 | 51 | 792 | 114 | 38 | 44 | 313 | 20 | 648 |
| 2011 | 52 | 745 | 118 | 47 | 55 | 239 | 19 | 461 |
| 2010 | 42 | 1144 | 113 | 132 | 50 | 800 | 17 | 1219 |

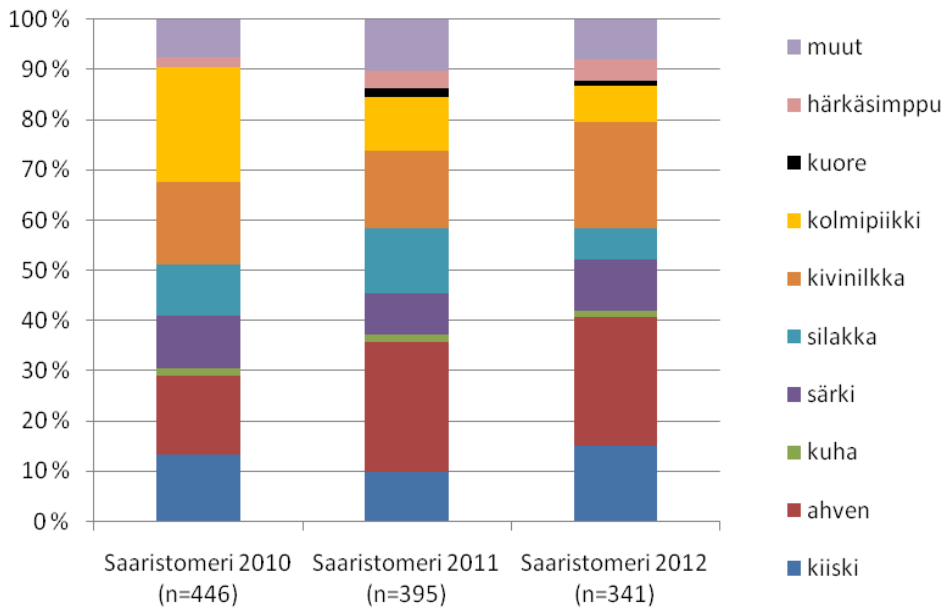
Taulukko 5. Ahvenen, siian, särjen ja kiviniilkan keskipainot merimetson ravinnossa Selkämerellä 2010–2012.

| Selkämeri | ahven (g) | n | siika (g) | n | särki (g) | n | kiviniilka (g) | n |
|-----------|-----------|-----|-----------|----|-----------|-----|----------------|------|
| 2012 | 40 | 481 | 138 | 21 | 48 | 402 | 15 | 1239 |
| 2011 | 43 | 317 | 99 | 16 | 55 | 246 | 15 | 402 |
| 2010 | 35 | 94 | 121 | 2 | 41 | 109 | 15 | 475 |

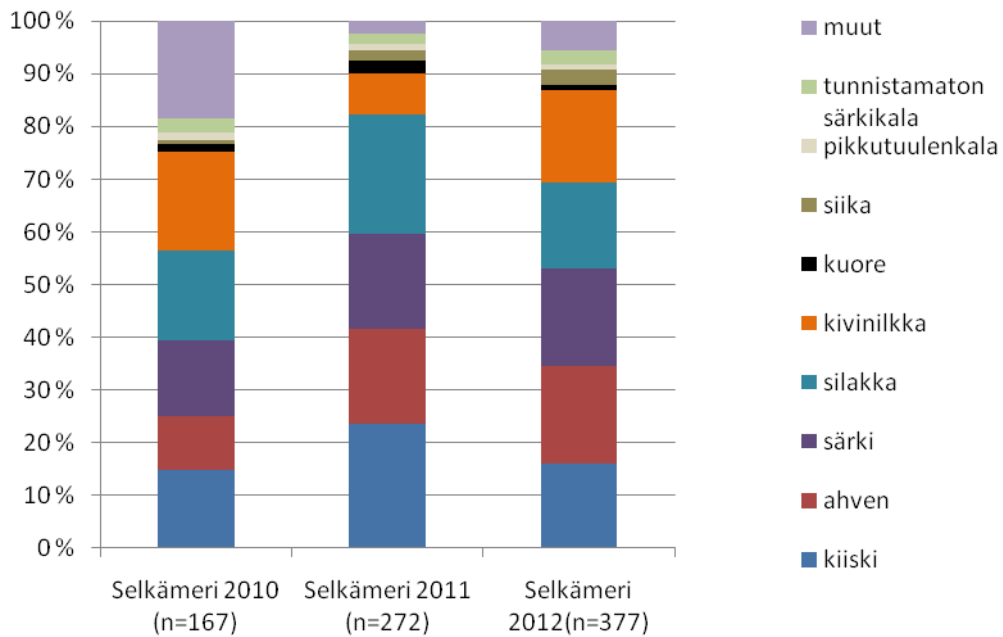
Saaristomeren alueella merimetson ravinnossa tutkimusvuosina kokonaismassaltaan runsaimmat saalislajit olivat ahven, särki, kiviniilka, silakka, härkäsimppu, lahna, kiiski ja kuha (Kuva 7). Kyseisten lajien osuus ravinnon kokonaismassasta oli 88 %. Kappalemääräisesti runsaimmat kalalajit olivat ahven, kiviniilka, kolmipiikki ja kiiski 67 % osuudella (Kuva 8). Selkämerellä massaltaan merkittävimmät saalislajit olivat silakka, kiiski, särki, ahven ja kiviniilka (Kuva 9). Näiden lajien osuus kokonaismassasta oli 86 %. Kappalemääräisesti runsaimmat saalislajit olivat kiiski, kiviniilka, silakka ja kolmipiikki 71 % yhteisosuudella (Kuva 10). Merimetso ei ole lajispesifinen saalistaja (Gremillet ym. 1996), mutta kuitenkin vain pieni osa saalislajeista muodostaa pääosan ravinnosta eri puolilla sen elinpiiriä (Liordos & Goutner 2007). Tässä tutkimuksessa kahdeksan kappalemääräisesti runsaimman saalislajin osuus kaikista syödyistä kaloista oli noin 90 %.



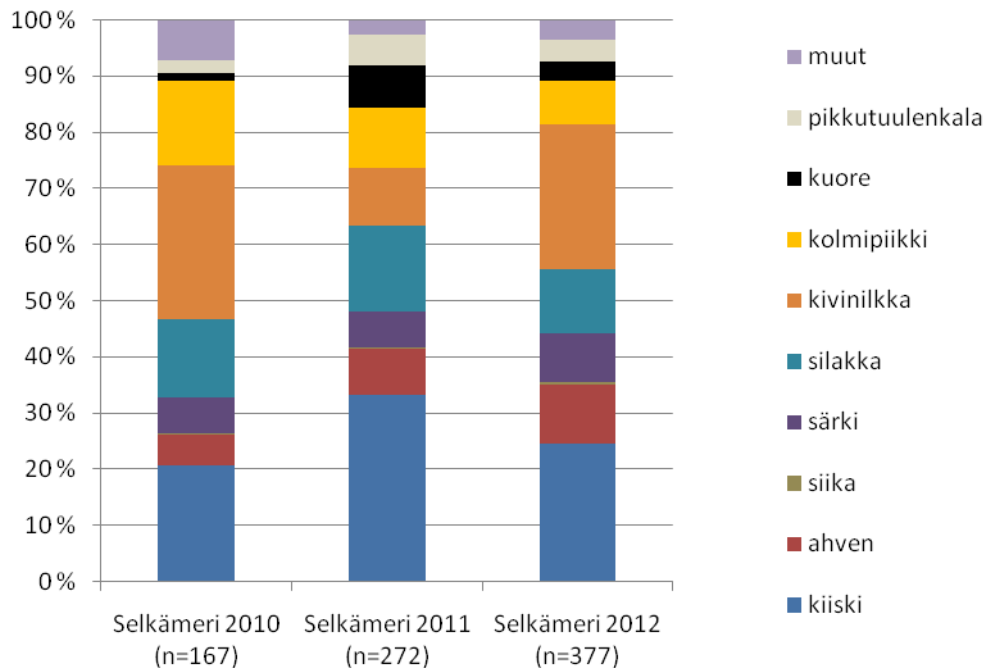
Kuva 7. Merimetson ravinnon massaosuudet Saaristomerellä 2010–2012. N on näytemäärä.



Kuva 8. Merimetson ravinnon kappalemääräiset prosenttiosuudet Saaristomerellä 2010–2012. N on näyttemäärä.

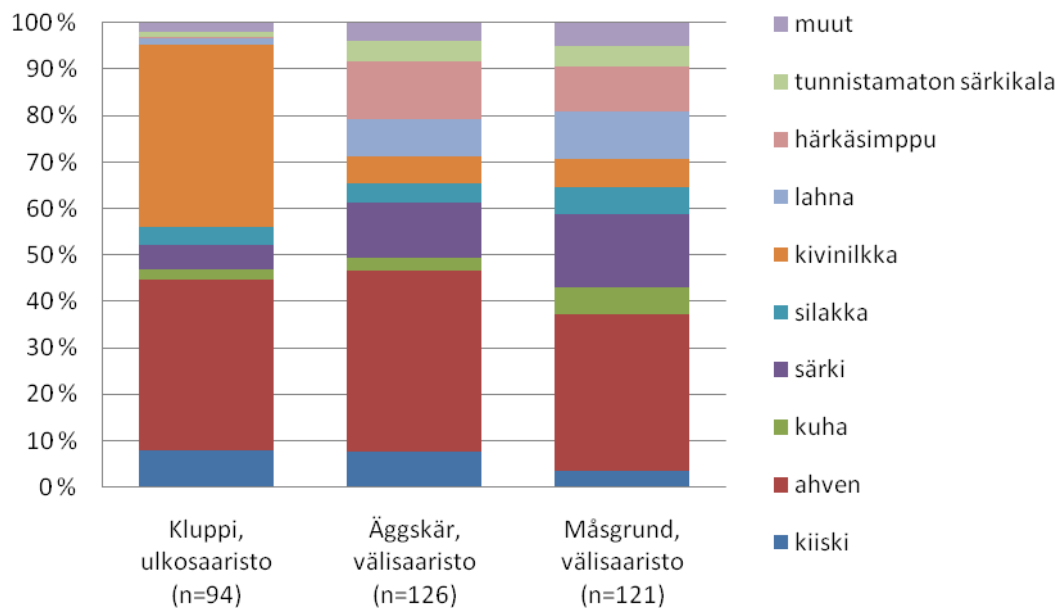


Kuva 9. Merimetson ravinnon massaosuudet Selkämerellä 2010–2012. N on näyttemäärä.

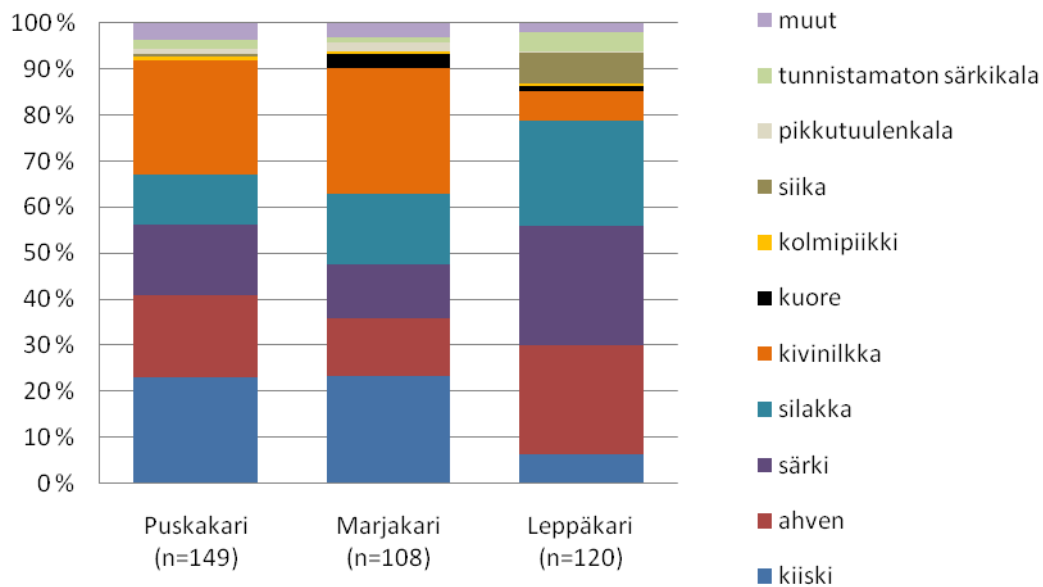


Kuva 10. Merimetson ravinnon kappalemääräiset prosenttiosuudet Selkämerellä 2010–2012. N on näyttemäärä.

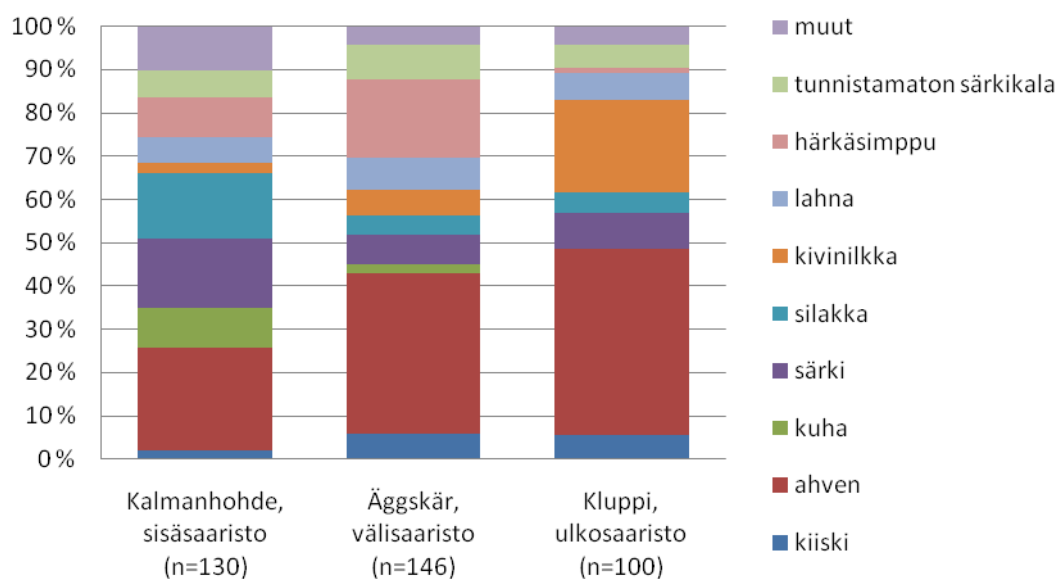
Merimetson ravinnon valinnassa oli eroja kolonioiden välillä niin Saaristo- kuin Selkämerellä (Kuvat 11–16). Kolonioiden ravinnon käytössä oli eroja rannikkovesien tyyppin mukaan. Suurimmat erot olivat sisä- ja ulkosaariston välillä, mutta myös välisaaristo erosi merkittävästi kahdesta muusta rannikkovesityypistä. Saman rannikkovesityypin sisällä havaittiin vaihtelua melko lähelläkin toisiaan sijainneiden kolonioiden välillä, mutta se oli vähäisempää kuin eri osien välillä (Kuva 11). Paikallista vaihtelua on selitetty kolonioiden erilaisilla syönnösalueilla, niiden lajikoostumuksella ja lajien yksilömäärillä (Lilliendahl & Solmundsson 2006, Liordos & Goutner 2007, Boström ym. 2012b). Eri rannikkovesityypeissä sijainneiden tutkimuskolonioiden etäisyys toisistaan oli vähintään 30 km. Etäisyys alueiden välillä on tarpeeksi suuri erillisille syönnösalueille ja lajikoostumukselle, mikä selittää pääosin ravintokoostumuksen paikalliset vaihtelut. Ahvenen merkitys ravinnossa kasvoi siirryttäessä sisäsaaristosta kohti ulkosaaristoa. Kuhan ja särjen osuus ravinnossa oli merkittävämpi sisäsaaristossa kuin ulkosaaristossa. Kiviniilka oli ulkosaaristossa huomattavasti merkittävämpi saalislaji kuin rannikon muissa osissa. Välisaaristossa pesivien merimetsojen ravinnossa härkäsimpua oli enemmän kuin muilla alueilla. Selkämeren sisimpien rannikkovesien koloniassa ahvenen, särjen, silakan ja siian osuudet olivat huomattavasti ulompia vesiä suurempia (kuva 12). Selkämeren uloimpien rannikkovesien kolonioissa tärkeimmät saalislajit olivat samoja, mutta niiden osuudet vaihtelivat (Kuva 12, 14 ja 16).



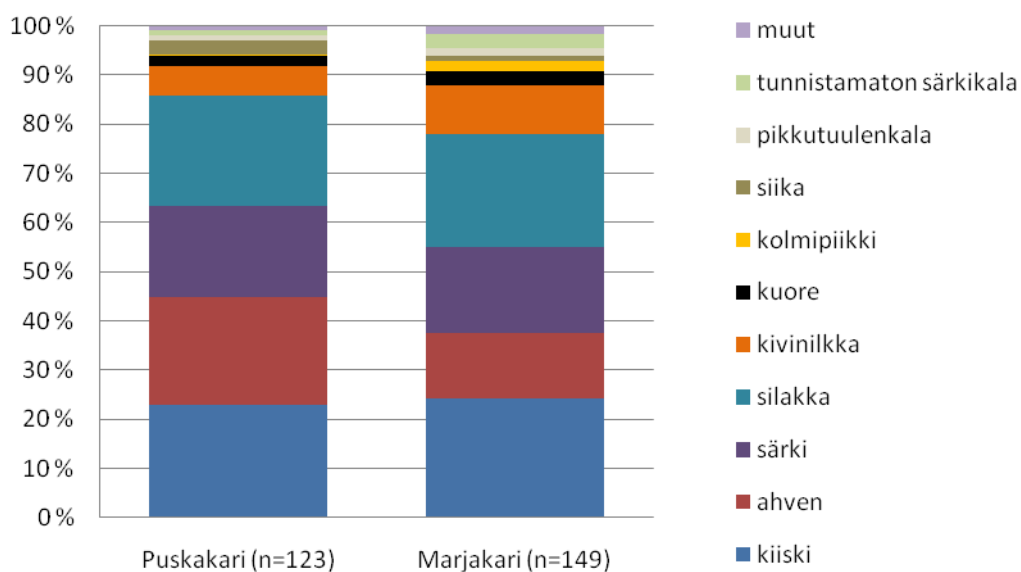
Kuva 11. Merimetson ravinnon massaosuudet Saaristomeren kolonioissa 2012. N on näytemäärä.



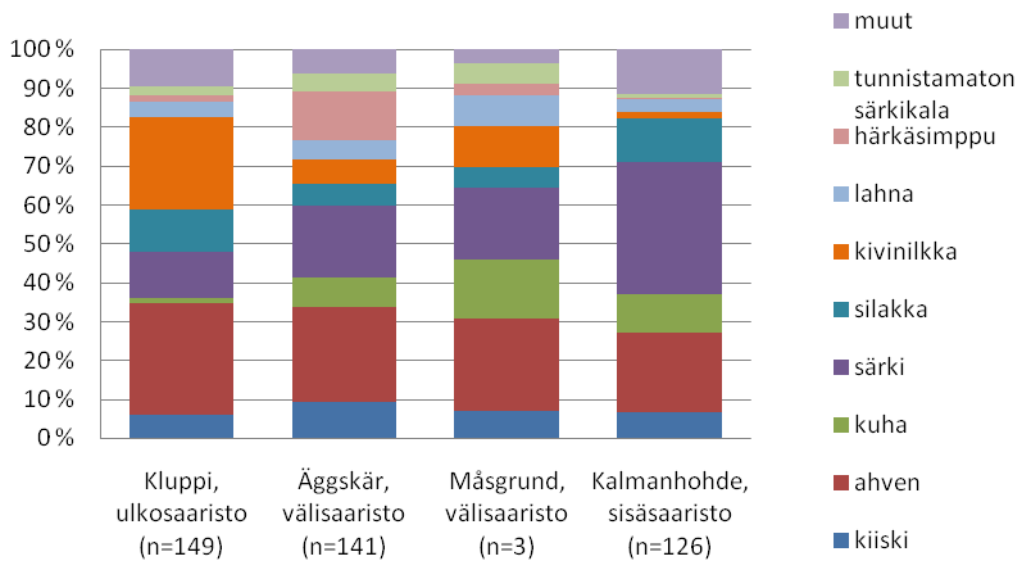
Kuva 12. Merimetson ravinnon massaosuudet Selkämeren kolonioissa 2012. Puskakari ja Marjakari sijaitsevat Selkämeren ulommissa rannikkovesissä ja Leppäkari sisemissä rannikkovesissä. N on näytemäärä.



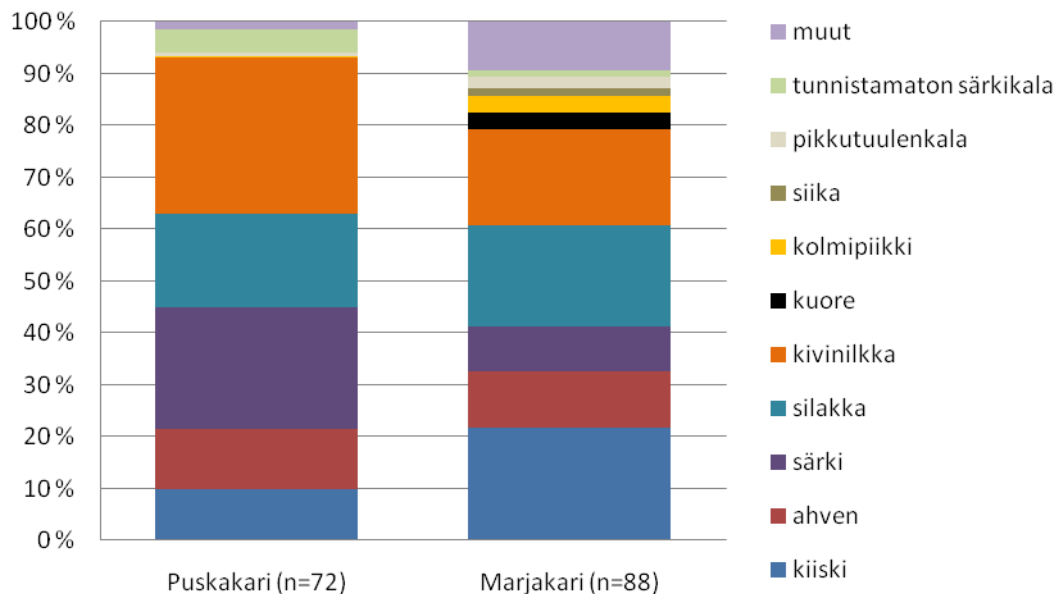
Kuva 13. Merimetson ravinnon massaosuudet Saaristomeren kolonioissa 2011. N on näytemäärä.



Kuva 14. Merimetson ravinnon massaosuudet Selkämeren kolonioissa 2011. Puskakari ja Marjakari sijaitsevat Selkämeren ulommissa rannikkovesissä. N on näytemäärä.



Kuva 15. Merimetson ravinnon massaosuudet Saaristomeren kolonioissa 2010. N on näytemäärä. Måsgrundin näytemäärä koostuu kolmesta tuoreeksennuksen kokoomanäytteestä.

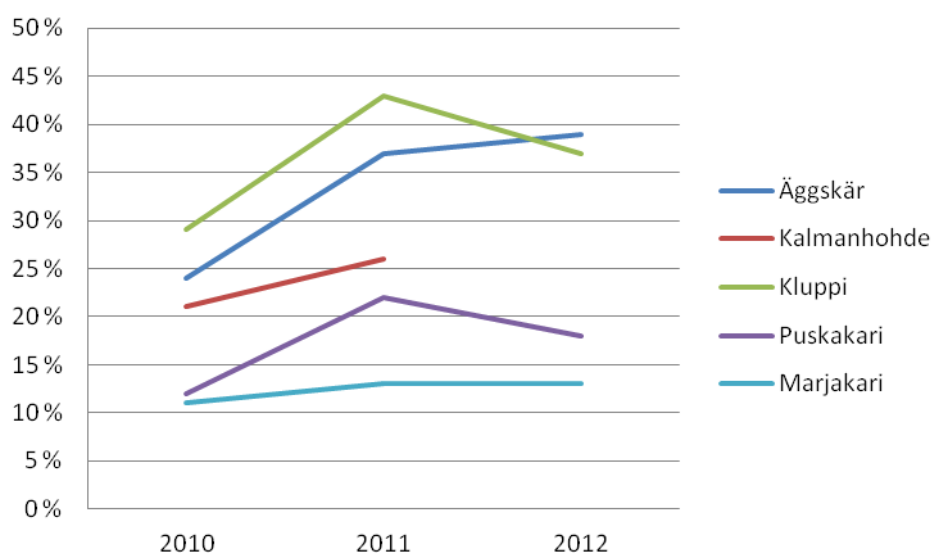


Kuva 16. Merimetson ravinnon massaosuudet Selkämeren kolonioissa 2010. Puskakari ja Marjakari sijaitsevat Selkämeren ulommissa rannikkovesissä. N on näytemäärä.

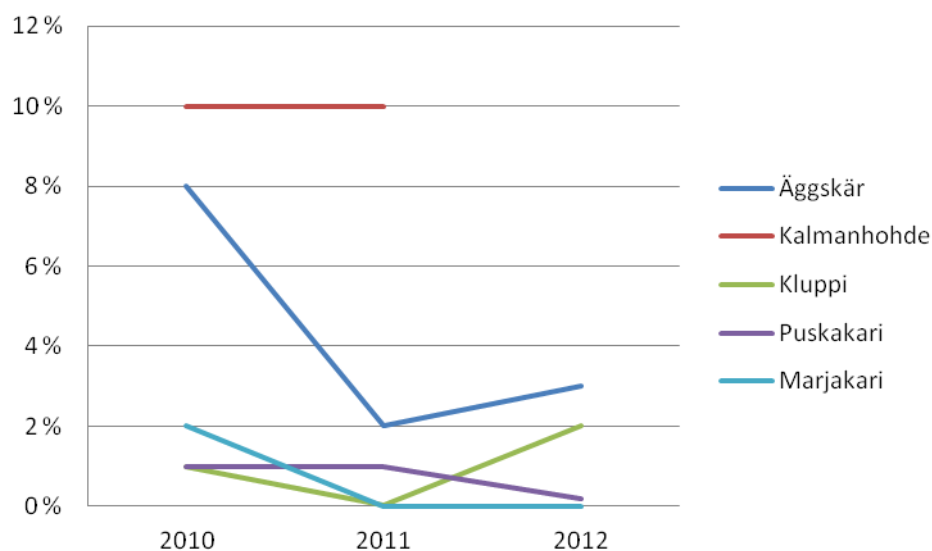
Ahvenen ja kuhan kulutuksessa oli kolonioiden välisiä eroja. Ahven oli neljän tärkeimmän ravintokohteen joukossa massana kaikissa kolonioissa ja kahdeksan tärkeimmän joukossa kappalemäärissä. Ahven oli tärkeämpi ravintokohde Saaristomeren alueella kuin Selkämerellä. Ahvenen on havaittu olevan tärkeä saalislaji myös muissa Pohjois-Itämerellä tehdyissä tutkimuksissa (Lehikoinen 2005, Boström ym. 2012b, Östman ym. 2013) ja eräässä Tanskan järvessä (Skov ym. 2014). Saaristomerellä ahven on yleinen laji ja se on sopivan kokoinen merimetson nieltäväksi, mikä selittää sen runsasta esiintymistä ravinnossa. Kuha sen sijaan ei ollut yleinen ravintokohde koko tutkimusalueella. Kuhan

osuus merimetson ravinnossa oli korkeimmillaan Saaristomeren sisäosissa. Kuha esiintyy pääosin matalissa sisälähdissä lähellä mannerta. Kuha on tärkeä ravintokohde niille merimetsuille, joiden pesimäkoloniat tai levähdyspaikat sijaitsevat sisäsaaristossa tai sen läheisyydessä. Lehikoinen (2005) ja Boström ym. (2012b) löysivät vain muutamia kuhia tutkimuksissaan pohjoisella Itämerellä, mutta Eschbaum ym. (2003) havaitsi merimetsojen syövän suuria määriä kuhaa ravinnokseen. Kuhaa on tavattu merimetson ravinnossa runsaasti erityisesti matalavetisillä (keskisyvyys <10m) saaristo- tai suistoalueilla (Eschbaum ym. 2003, Santoul ym. 2004, Mustamäki ym. 2013).

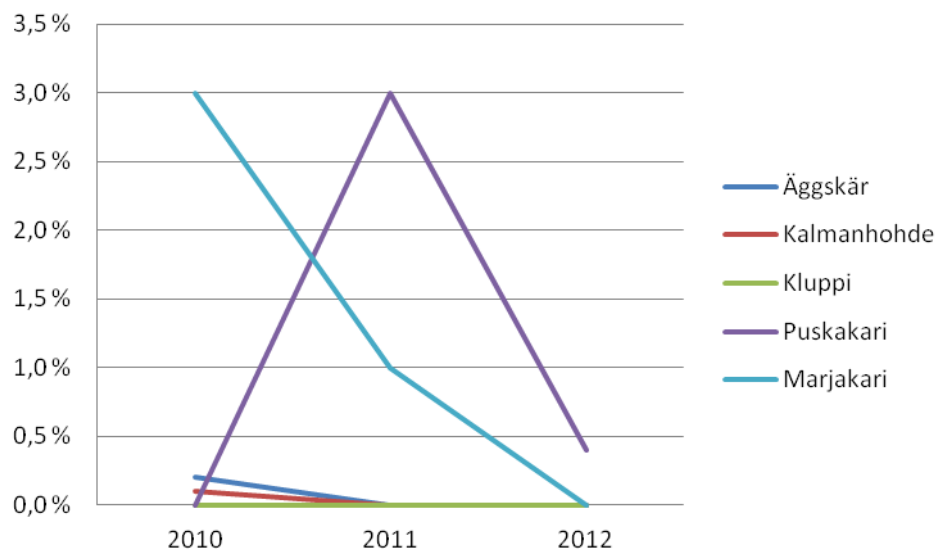
Saalislajien osuuksissa oli vuosien välisiä eroja. Koloniakohtaiset tärkeimmät ravintokohteet olivat vuosittain samoja, mutta niiden tärkeysjärjestys ja osuudet vaihtelivat. Kolonioiden välillä vuosittaisten muutosten suunta saalislajien osuuksissa oli toisten lajien kohdalla yhteneväisempi kuin toisten. (Kuvat 17, 18, 19, 20 ja 21).



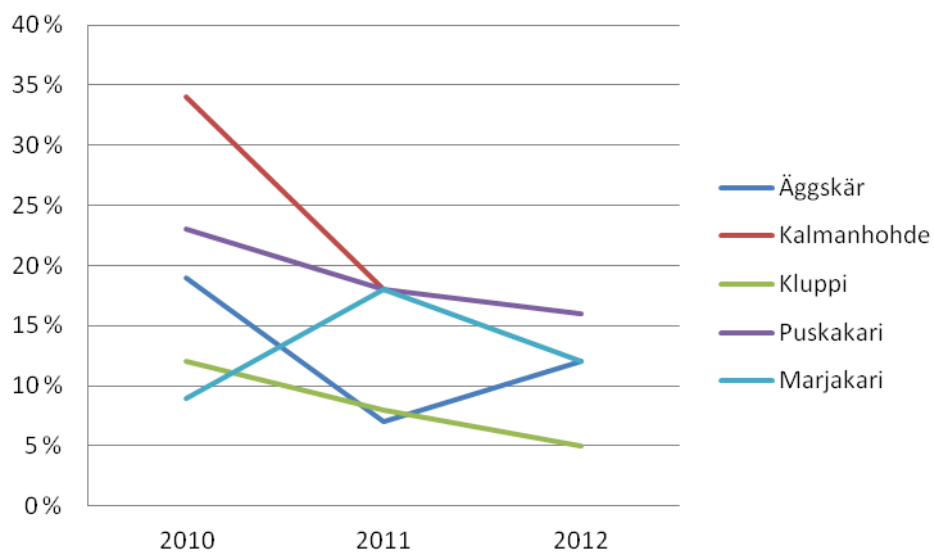
Kuva 17. Ahvenen massaosuuden kehitys merimetson ravinnossa Saaristo- ja Selkämeren kolonioissa 2010–2012.



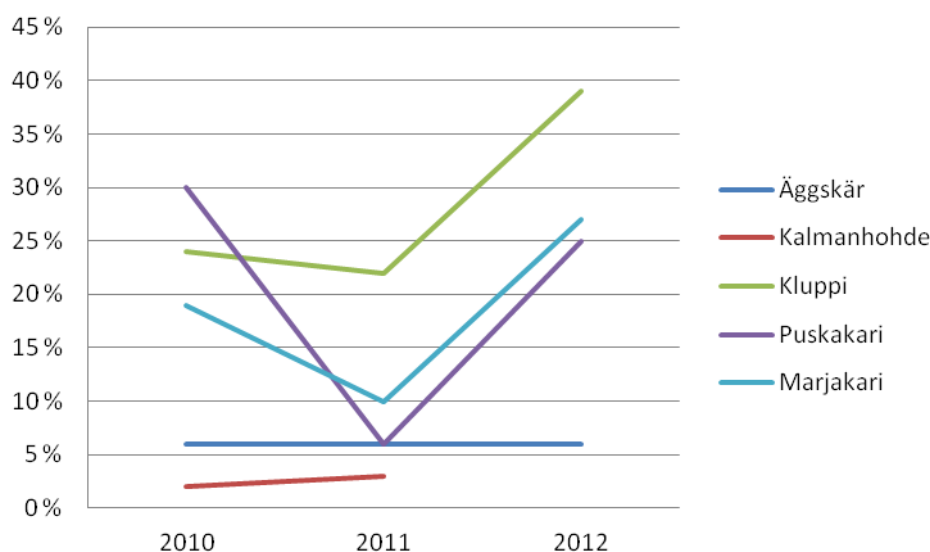
Kuva 18. Kuhan massaosuuden kehitys merimetson ravinnossa Saaristo- ja Selkämeren kolonioissa 2010–2012.



Kuva 19. Siian massaosuuden kehitys merimetson ravinnossa Saaristo- ja Selkämeren kolonioissa 2010–2012.



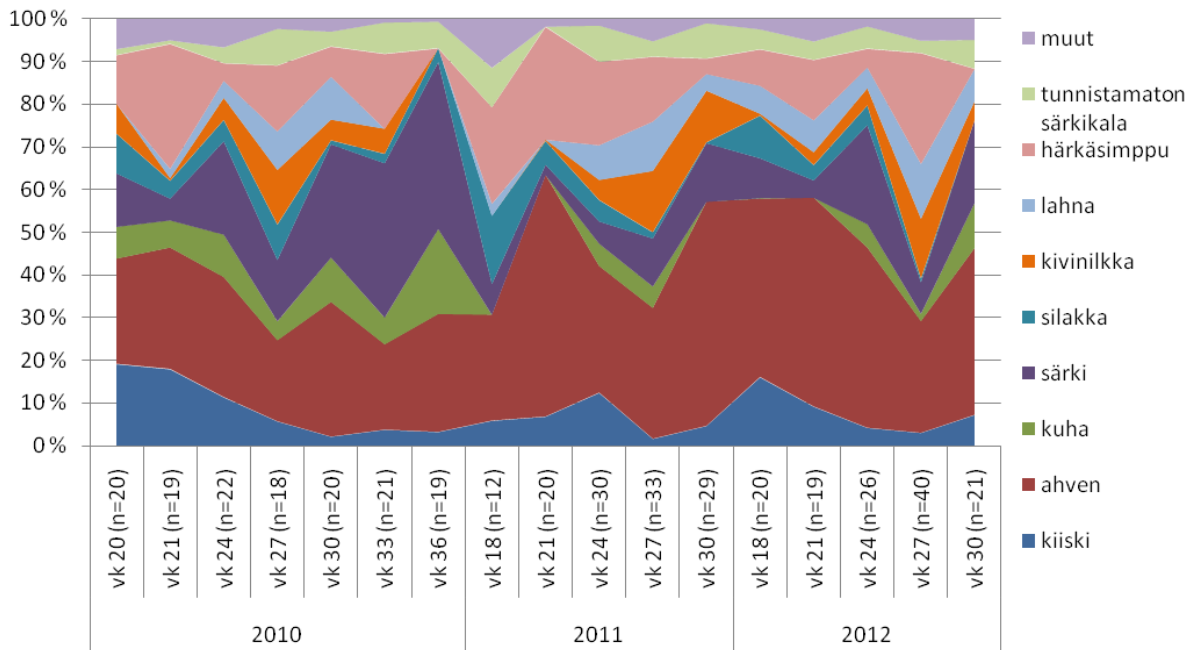
Kuva 20. Särjen massaosuuden kehitys merimetson ravinnossa Saaristo- ja Selkämeren kolonioissa 2010–2012



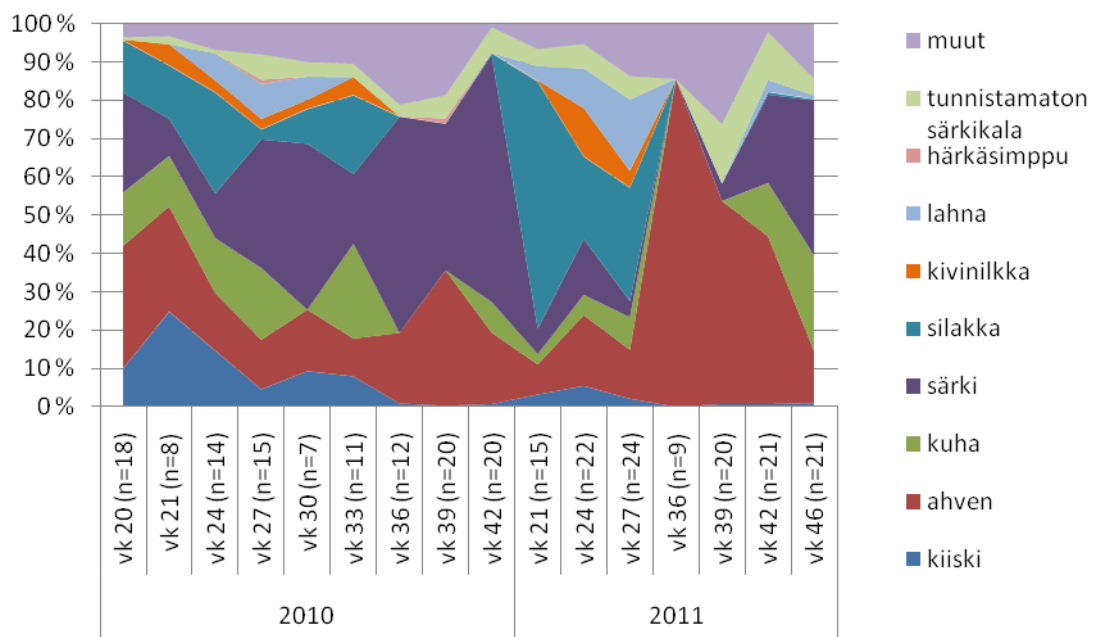
Kuva 21. Kivinilkan massaosuuden kehitys merimetson ravinnossa Saaristo- ja Selkämeren kolonioissa 2010–2012.

Vuoden sisäinen vaihtelu on suurempaa kuin vuosien välinen. Merimetson ravinnossa saalislajien osuudet vaihtelevat melko paljon lyhyenkin ajan sisällä (Kuvat 22, 23, 24, 25, 26 ja 27). Vuoden aikana ravinnossa erottuu ainakin kolme erillistä jaksoa (Kuvat 22, 24 ja 26). Nämä jaksot ovat kevät ennen poikasten kuoriutumista, poikasaika ja syksy. Poikasaikana eri lajien osuudet ravinnossa ovat tasaisimmillaan ja ravintokohteet helposti nieltäviä. Syksyllä saalisvalikoima kapenee ja koko kasvaa. Kevät on edellä mainittujen ajanjaksojen välimuoto. Merimetson ravinnossa kalojen elinkiertoon liittyviä toistuvia ilmiöitä ovat parvikalojen (silakka, kuore) kutuaikainen runsaus, siikojen keväinen liikehdintä, kivinilkkojen siirtyminen syvempiin vesiin veden lämmitessä yli 14 °C ja kalojen syksyinen parveutuminen. Ahvenen osuus on suurimmillaan alkukevällä ja syksyllä. Alueilla, joilla kuhaa esiintyy merimetson ravinnossa, sitä on syöty pitkin vuotta. Ahvenen ja kuhan osuuksissa ravinnossa havaittiin ajallista vaihtelua pesimäkauden ja syksyn välillä (Taulukko 6). Ajallinen vaihtelu pesimäkauden ja syksyn välillä selittyy pääosin saalislajien elinkierrolla, veden lämpötilan vaihtelulla ja poikasten ravinnon tarpeella. Lehikoinen (2005) ja Boström ym. (2012b) havaitsivat ravinnon vaihtelevan pesimäkauden aikana ja Keller (1995) ja Čech ym. (2008) pesimäkauden ulkopuolella. Tutkittaessa vuosien kuluessa merimetson ravinnossa tapahtuvia muutoksia on tärkeää, että näytteet on kerätty vuosittain samalta alueelta, aikaväliltä ja useammalla näytteenottokerralla, joilta on saatu näytteitä kattavasti, jotta vältetään riskiltä tulkita vuoden sisäinen vaihtelu muutokseksi merimetson pitkän aikavälin ravinnon valinnassa.

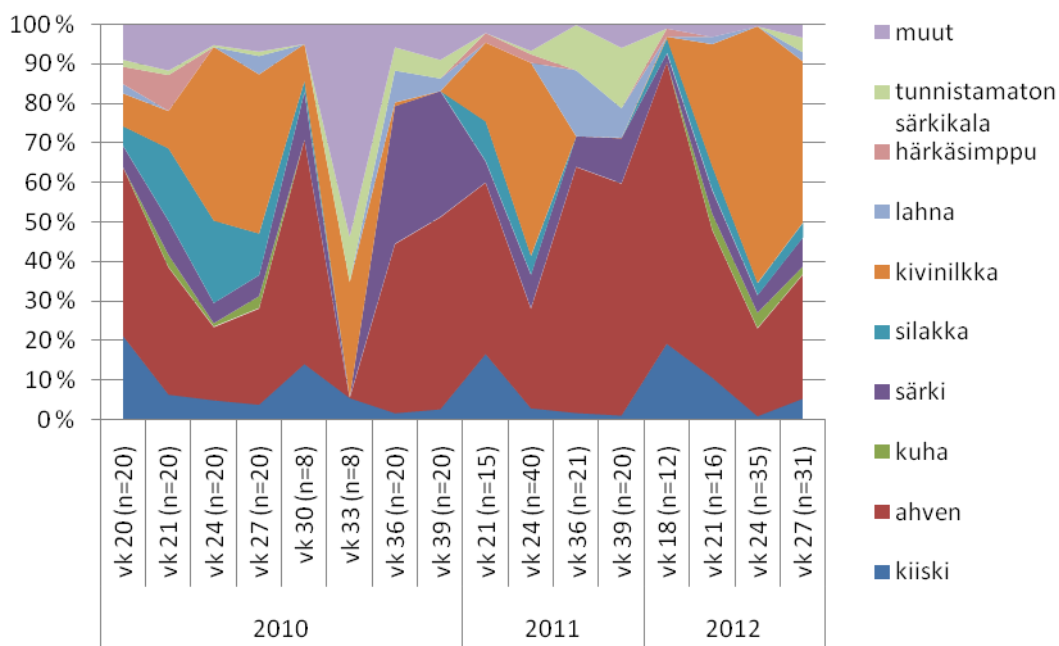
Ravintotutkimuksen tulokset osoittavat, että mikäli halutaan saada oikea käsitys merimetsojen vaikutuksista kalakantoihin, on merimetsojen ravinnon laatua seurattava koko avovesikauden ajan ja usempana perättäisenä vuonna useilla eri alueilla. Tulokset osoittavat vääräksi sen yleisesti esitetyn käsityksen, että merimetsojen ravinto koostuisi pääasiassa kalastukselle merkityksettömistä kaloista.



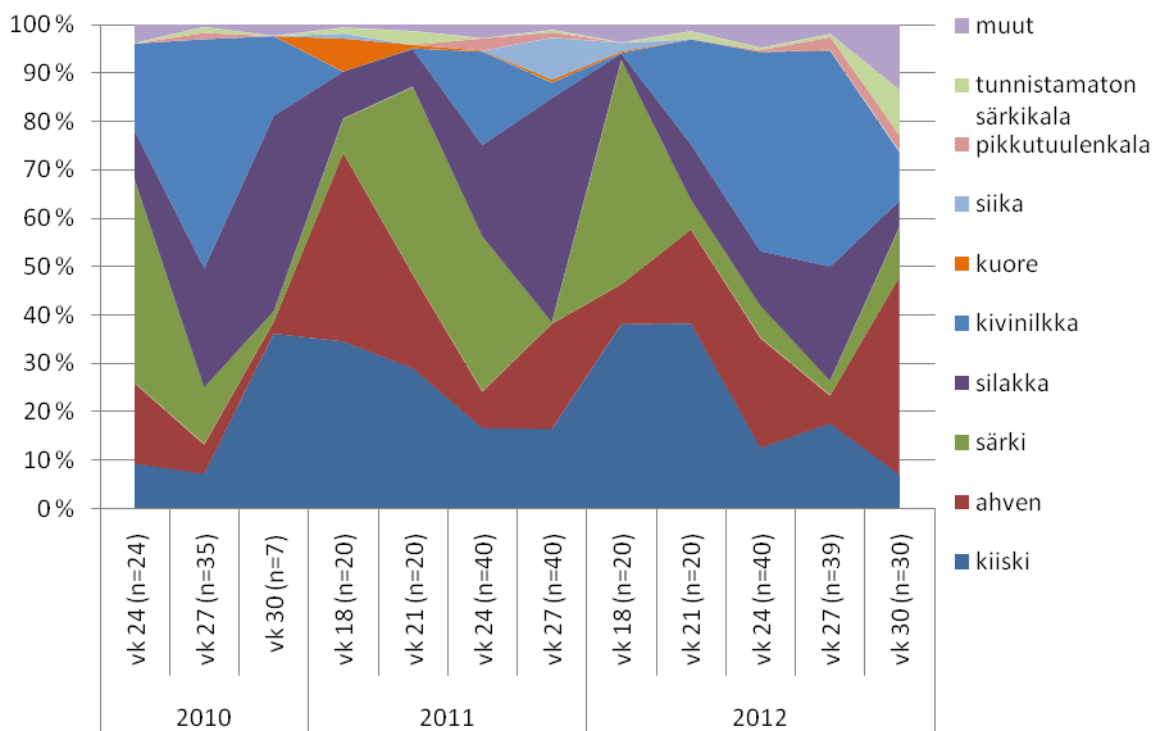
Kuva 22. Merimetson ravinnon ajallinen vaihtelu Äggsjärvin tutkimuskoloniassa 2010–2012 massaosuuksina. Viikkojen 18–30 näytteet ovat pesimäajalta, josta poikasaikaa ovat viikot 24–30. Viikot 33–36 ovat syksyn näytteitä. N on näytemäärä.



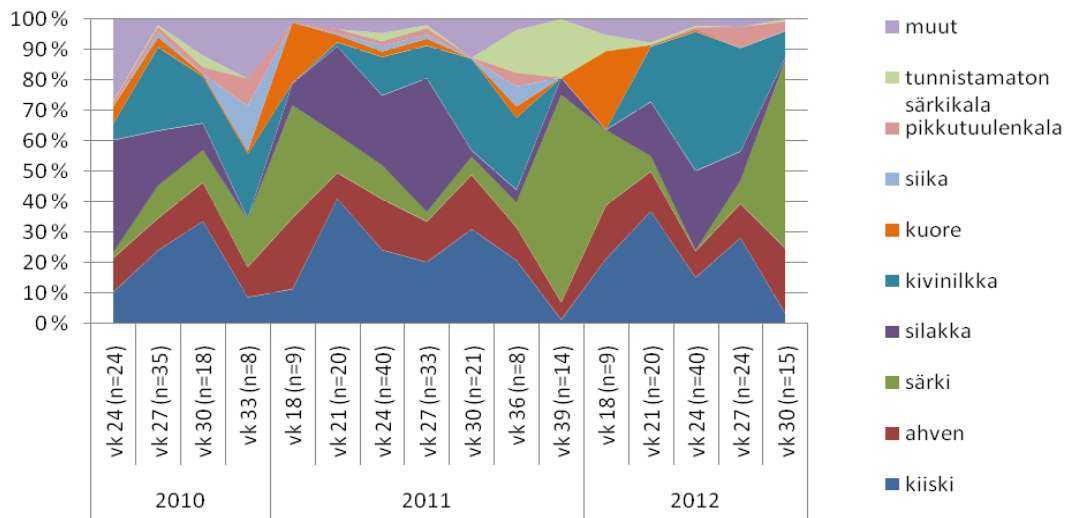
Kuva 23. Merimetson ravinnon ajallinen vaihtelu Kalmahohteen tutkimuskoloniassa 2010–2011 massaosuuksina. Viikkojen 20–30 näytteet ovat pesimäajalta, josta poikasaikaa ovat viikot 24–30. Viikot 33–46 ovat syksyn näytteitä. N on näytemäärä.



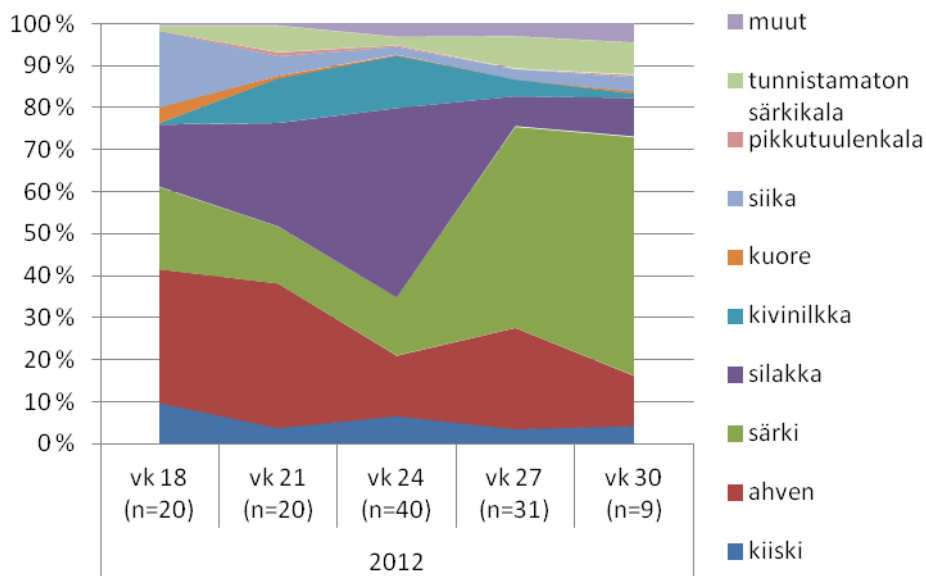
Kuva 24. Merimetson ravinnon ajallinen vaihtelu Klupin tutkimuskoloniassa 2010–2012 massaosuuksina. Viikkojen 18–30 näytteet ovat pesimäajalta, josta poikasaikaa ovat viikot 24–30. Viikot 33–39 ovat syksyn näytteitä. N on näytemäärä.



Kuva 25. Merimetson ravinnon ajallinen vaihtelu Puskakarın tutkimuskoloniassa 2010–2012 massaosuuksina. Viikkojen 18–30 näytteet ovat pesimäajalta, josta poikasaikaa ovat viikot 24–30. N on näytemäärä.



Kuva 26. Merimetson ravinnon ajallinen vaihtelu Marjagarin tutkimuskoloniassa 2010–2012 massaosuuksina. Viikkojen 18–30 näytteet ovat pesimäajalta, josta poikasaikaa ovat viikot 24–30. Viikot 33–39 ovat syksyn näytteitä. N on näytemäärä.



Kuva 27. Merimetson ravinnon ajallinen vaihtelu Leppäkarin tutkimuskoloniassa 2012 massaosuuksina. Viikkojen 18–30 näytteet ovat pesimäajalta, josta poikasaikaa ovat viikot 24–30. N on näytemäärä.

Taulukko 6. Ahvenen ja kuhan massaosuudet merimetson ravinnossa pesimäaikana ja syksyllä 2010–2011. Pesimäajan ravintönäytteet kerättiin 1.5–31.7. ja syksyn näytteet 1.8–15.11.

| laji | vuosi | jakso | Kalmanhohde | Äggskär | Kluppi |
|-------|-------|------------|-------------|---------|--------|
| | | | massa% | massa% | massa% |
| ahven | 2011 | pesimäaika | 13 | 40 | 34 |
| ahven | 2011 | syksy | 37 | 16 | 57 |
| ahven | 2010 | pesimäaika | 20 | 26 | 27 |
| ahven | 2010 | syksy | 22 | 18 | 33 |
| kuha | 2011 | pesimäaika | 6 | 2 | 0,1 |
| kuha | 2011 | syksy | 14 | 0 | 0 |
| kuha | 2010 | pesimäaika | 13 | 7 | 2 |
| kuha | 2010 | syksy | 6 | 9 | 0 |

4. Vaikuttaako merimetso kalastajien saaliisiin

Merimetsojen kuluttama kalaravinnon määrä (kg) arvioitiin kolonioittain vuosina 2010–2012 kahdella eri menetelmällä (metodi 1-2, Salmi ym. 2015). Kaikissa menetelmissä katsottiin pesimäkauden alkan van huhtikuun alussa ja kestävän heinäkuun loppuun. Elokuun ja marraskuun välisenä aikana merimetsojen arvioitiin kuluttavan noin 25 % pesimäkauden aikaisesta kulutuksesta. Tämä arvio perustuu Merimetsokannan hoitosuunnitelmassa esitettyyn laskelmaan (Ympäristöministeriö 2005).

Ensimmäisessä menetelmässä sovellettiin Vetemaan ym. (2010) arviointitapaa, jossa kasvavan merimetsokannan lintumäärän arvioitiin olevan nelinkertainen pesimämäärään nähden (Engström 2001) ja vuorokausikohtaisena ravinnon määränä käytettiin 300 g.

Toinen menetelmä perustui Ridgwayn (2010) yhteenvetoon merimetsojen ravinnon käytöstä. Siinä suositeltiin käytettäväksi aikuisen merimetson vuorokausikohtaisena ravintomääränä 542 g pesimäkautena ja muulloin 436 g, jota käytettiin myös nuorille linnuille. Aikuisten ja esi aikuisten lintujen määränä käytettiin samoja lukuja kuin 1. menetelmässä. Poikasten määräksi arvioitiin pesää kohti 4 kpl ensimmäisenä kuoriutumisen jälkeisenä viikkona, 3 kpl toisena viikkona, 2 kpl kolmantena ja neljäntenä viikkona. Lentopoikasten määrä pesää kohti Suomen rannikon merimetsoilla on yleensä lähellä kahta (Lehikoinen 2006). Vuorokausikohtainen ravintomäärä poikasta kohti oli 82 g viikolla 1, 202 g viikolla 2, 433 g viikolla 3 ja sen jälkeen 436 g (Ridgway 2010).

Merimetsokolonian kalalajikohtainen ravinnon kulutus (kg) laskettiin kertomalla kokonaiskulutus ko. lajin massaosuudella koko avovesikauden ravintönäytteissä. Jos koloniasta ei ollut ravintönäytteitä, käytettiin arvion perustana lähimmän samanlaisella alueella (sisä-, väli- tai ulkosaaristo) sijaitsevan kolonian ravintokoostumusta. Merimetson syömien ahventen ja kuhien massa-osuudet sisäsaariston kolonioille vuonna 2012 laskettiin vuosien 2010, 2011 ja 2013 (Salmi, julkaisematon) tuloksiin sovitettulla yhtälöllä.

Eri kalalajien kappalemäärä avovesikauden ravinnossa laskettiin jakamalla lajin massa yksilöiden vuosittaisella keskipainolla. Kuhan ja ahvenen eri ikäryhmien osuus ravinnossa laskettiin vuoden 2010 ammattikalastuksesta kerättyjen rysänäytteiden ikä- ja kokojakautumien avulla.

4.1. Merimetsot söivät Saaristomerellä vuosittain noin 700–1000 tonnia kalaa

Merimetsot käyttivät Saaristomeren alueella (ICES tilastoruudut 47, 51 ja 52) vuosina 2010–2012 noin 700–1000 tonnia kalaravintoa vuodessa laskentatavasta riippuen (Taulukko 7). Erikseen arvioitiin kuhien ja ahventen määrä ravinnossa. Vuonna 2010 merimetsojen syömien kuhien massa oli 50–63 tonnia ja kappalemäärä 460 000–570 000, ahventen vastaavasti 168–208 tonnia ja 4–5 miljoonaa kappaletta. Vuosien välillä oli melko suuria eroja, esimerkiksi vuonna 2011 ahventen määrä oli 6–7 miljoonaa kappaletta ja kuhien määrä 170 000–210 000 (Taulukko 8). Heikinheimo (2011) on arvioinut, että vuonna 2009 merimetson saalistamien kuhien määrä alueella oli noin miljoona kappaletta. Vuosien välisiin eroihin vaikuttaa mm. merimetsokolonioitten sijainti ja mahdolliset rajoitustoimet.

Taulukko 7. Merimetsojen Saaristomeren alueella vuosina 2010–2012 kuluttama kalamäärä (kg) kahdella eri menetelmällä arvioituna.

| | Metodi 1, kg | Metodi 2, kg |
|-------|-----------------|-----------------|
| vuosi | | |
| 2010 | 679 000 | 838 000 |
| 2011 | 862 000 | 1 060 000 |
| 2012 | 824 000 | 1 020 000 |

Taulukko 8. Merimetsojen kuluttama ahven- ja kuhamäärä (kpl) Saaristomeren alueella kahdella eri menetelmällä arvioituna.

| | Ahven metodi 1 | Kuha metodi 1 | Ahven metodi 2 | Kuha metodi 2 |
|-------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| vuosi | | | | |
| 2010 | 4 000 000 | 460 000 | 4 950 000 | 570 000 |
| 2011 | 6 200 000 | 168 000 | 7 650 000 | 207 000 |
| 2012 | 5 900 000 | 310 000 | 7 310 000 | 383 000 |

Rysäpyynnin näytteiden pituus- ja ikäjakautumatietojen perusteella arvioitiin, että merimetsojen saalistamat ahvenet ja kuhat olivat pääosin 1–5-vuotiaita, mutta ahvenista viisi prosenttia ja kuhista kaksi prosenttia oli tätä vanhempia.

4.2. Kalastajien saaliin vähennystä arvioitiin laskennallisesti

Vaikutukset kalansaaliiseen voitiin arvioida, kun ravintotutkimusten ja lintumäärien laskennan perusteella saatiin arvioitua miten paljon erikokoisia kuhia ja ahvenia merimetsot ovat vuosittain syöneet. Lähtökohdaksi otettiin tilanne ennen merimetsojen saapumista Saaristomeren alueelle (Salmi ym.

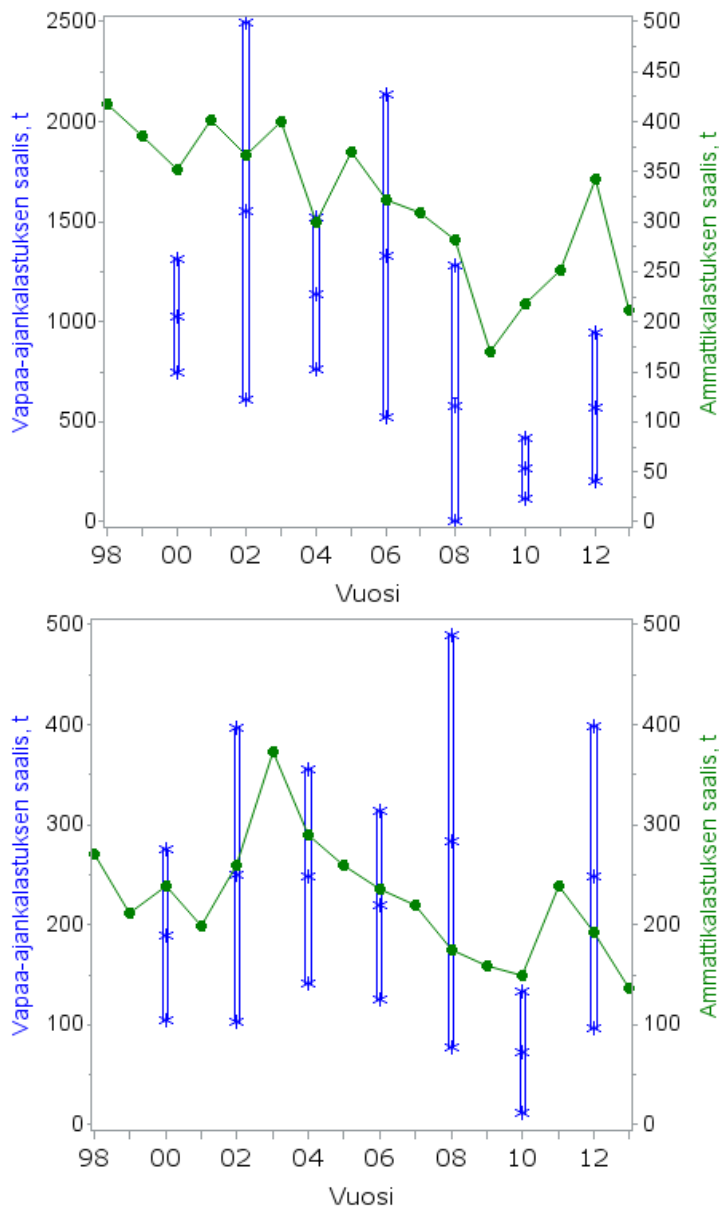
2015). Tuolta ajalta on arvioitu ahventen ja kuhien kuolevuuksia (Setälä ym. 2003, Heikinheimo ym. 2006), joita voitiin käyttää hyväksi laskennassa. Näitä luonnollisen ja kalastuksesta aiheutuvan kuolevuuden arvoja käytettiin laskettaessa kuinka suuren saaliin kalastajat olisivat saaneet merimetsojen poistamista kaloista ennen merimetson saapumista vallinneissa oloissa. Nuorimmille ikäryhmille annettiin kuitenkin suuremmat luonnollisen kuolevuuden arvot kuin em. julkaisuissa (Salmi ym. 2015).

Merimetsojen kuluttama kuha- ja ahvenmäärä vaihtelee vuosittain ja riippuu esimerkiksi kohdelajien sopivankokoisten yksilöiden määrästä, muiden kalalajien määrästä, asutettujen merimetsokolonioitten sijainnista ja lintumäärästä. Saaristomeren alueella vaihtelua on tapahtunut kaikissa näissä tekijöissä ja se on heijastunut kulutettuihin kalamääriin. Merimetsojen saalistamat kuhat ovat pääosin 2–4-vuotiaita. Vuonna 2010 ravinnossa esiintyneet vuosiluokat olivat vuosilta 2008, 2007 ja 2006. Näistä vuosiluokka 2006 oli kesän lämpötilahavaintojen perusteella vahva ja vuosiluokat 2007 ja 2008 olivat heikkoja (Auvinen 2013). Vuonna 2011 saalituksen kohteina olivat vuosiluokat 2007, 2008 ja 2009, jotka kaikki olivat lämpötilatietojen perusteella heikkoja ja vuonna 2012 vastaavasti 2008, 2009 ja 2010, joista 2010 oli lämpötilatietojen perusteella vahva (Auvinen 2013). Merimetsojen vuonna 2010 saalistamat kuhat olisivat mallilaskelman mukaan tuottaneet saalista kalastajille ennen merimetson levittäytymistä vallinneissa oloissa yhteensä 110–140 tonnia pääasiassa seuraavina 4–5 vuonna ja ahvenet vastaavasti 340–420 tonnia. Mallissa arvioitiin myös laskennallisesti luonnollisen kuolevuuden arvojen merkitystä saalistasoon. Luonnollisen kuolevuuden suurentamisella nuorimmissa ikäryhmissä oli vain pieni merkitys (7–14 %) saalistasoon (Salmi ym. 2015).

Alustava ja suuntaa-antava laskelma vaikutuksista voidaan tehdä myös vuosille 2011 ja 2012 vertaamalla kulutettuja ahven- ja kuhamääriä suoraan vuoden 2010 lukuihin. Vuoden 2011 saalistus vähentäisi kalastajien ahvensaalista 580 tonnia ja kuhasaalista 45 tonnia, ja vuoden 2012 saalistus vastaavasti 560 ja 85 tonnia. Keskimäärin merimetsojen saalistus aiheuttaisi vuositasolla noin 500 tonnin ahvensaaliin vähennyksen ja 85 tonnin kuhasaaliin vähennyksen ammatti- ja vapaa-ajankalastuksessa Saaristomerellä verrattaessa tilanteeseen ennen merimetson saapumista.

Kuhasaalis Saaristomeren alueella (ICES tilastoruudut 47, 51 ja 52) vuosina 1998–2012 on vaihdellut noin 225–525 tonnin välillä (ammattikalastus 150–400 t ja vapaa-ajan kalastus 70–300 t) (Kuva 28). Ahvensaalis on vastaavasti vaihdellut 500–2 000 tonnin välillä (ammattikalastus 150–400 t ja vapaa-ajankalastus 250–1600 t) (Kuva 28). Vapaa-ajankalastuksen saalisarviossa 95 %:n luottamusväli on eräinä vuosina hyvin laaja.

Mikäli tarkastellaan vapaa-ajankalastuksen saalisarvion 95 %:n luottamusvälin ylä- ja alarajoja yhdessä ammattikalastuksen saaliin kanssa, ahvenen kokonaissaaliin voidaan todeta vaihdelleen välillä 450 – 3 000 tonnia ja kuhan vastaavasti välillä 170 – 650 tonnia (kuva 28).



Kuva 28. Ahvenen (yllä) ja kuhan (alla) saaliskehitys ammatti- ja vapaa-ajankalastuksessa vuosina 1998–2013 Saaristomerellä (ammattikalastuksessa ICES tilastoruudut 47,51 ja 52 ja vapaa-ajankalastuksen arvio Saaristomeren ja Ahvenanmaan saaliista). Vapaa-ajankalastuksen saalisarvioille on laskettu 95 %:n luottamusväli.

4.3. Merimetson syömien kuhien taloudellinen arvo

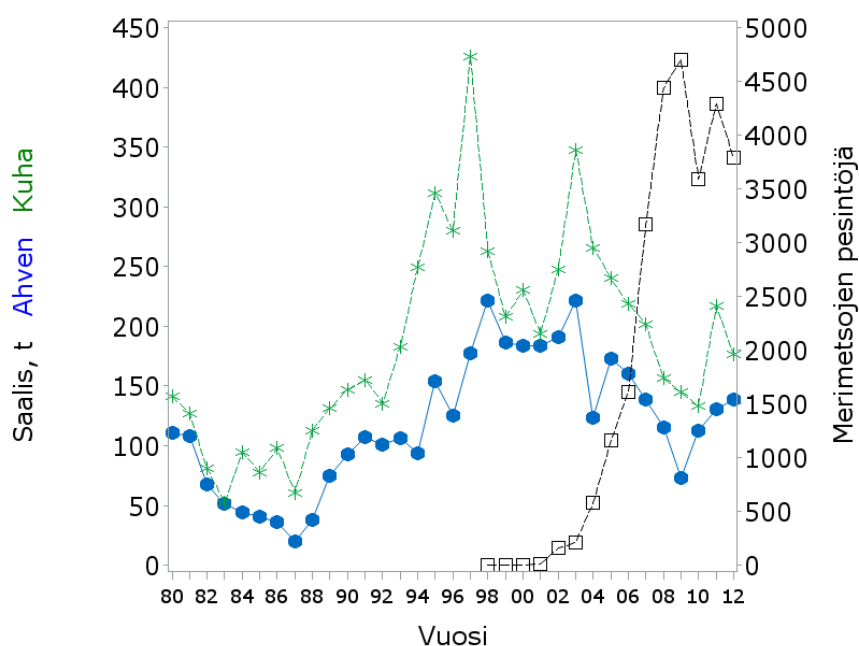
Merimetsojen taloudellista vaikutusta arvioitiin myös laskemalla kuinka monta kesänvanhaa kuhanpoikasta tarvittaisiin, jotta kuhakantaan voitaisiin lisätä merimetsojen siitä vuonna 2010 Saaristomerellä poistama määrä eri-ikäisiä kuhia. Kesänvanhan kuhanpoikasen keskihinnaksi arvioitiin 0,225 euroa. Merimetsojen ravinto koostui useasta kuhan ikäryhmästä. Laskettaessa tarvittavaa poikasmäärää, joka tuottaisi vastaavan eri-ikäisten kuhien määrän, käytettiin luonnollisen kuolevuuden arvoina samoja ikäryhmäkohtaisia kuolevuuksia kuin arvioitaessa merimetsojen saalistuksen aiheuttamaa kalastajien saaliin vähenemää (Salmi ym. 2015). Ikäryhmälle 0+ (istutettavat kuhat) käytettiin kuolevuutena kahta vaihtoehtoa, $M=0,8$ ja $M=1,5$. Istutettaville kuhille on Oulujärvellä arvioitu jopa suurempia kuolevuuksia (Vainikka & Hyvärinen 2012). Istutettavien poikasten kuolevuus on istutuksen jälkeen suuri, koska poikaset eivät luonnonravintolammikoissa ole tottuneet esimerkiksi petoka-

loihin. Laskelma osoitti, että kompensoidakseen vuonna 2010 merimetsojen syömän eri-ikäisten kuhien määrän, tulisi istuttaa, käytetystä luonnollisen kuolevuuden arvoista riippuen, 1,9–4,6 miljoonaa kuhanpoikasta, joiden ostohinta olisi 0,4–1 miljoonaa euroa. Ammattikalastuksen kuhasaaliin arvo vuonna 2010 Saaristomerellä oli kalastajahinnan mukaan laskettuna 0,7 miljoonaa euroa, joten vuoden istutuskulut olisivat samaa suuruusluokkaa saaliin arvon kanssa. Laskelma tehtiin vain merimetsojen kuhaan kohdistuvan saalituksen taloudellisen arvon selvittämiseksi eikä tarkoituksena ole arvioida kuhaistutusten käyttökelpoisuutta nykytilanteessa.

4.4. Kuha ja ahven hyötyvät lämpimistä kesistä

Kuhan ja ahvenen saalis Saaristomerellä 1980-luvulla oli verrattain heikko (Kuva 29). 1990-luvulla kuhan ja ahvenen saalistason nousun on tulkittu riippuneen sekä vuoden 1988 korkeasta lämpötilasta ja siitä johtuneesta vahvan vuosiluokan synnystä että turskan häviämisestä pohjoisilta vesialueilta, mikä puolestaan johtui suolapitoisuuden pienenemisestä Itämeressä. Turska käytti ravinnokseen useita kalalajeja. Toisaalta turskat vaikeuttivat muiden lajien verkkopyyntiä kieputtamalla verkkoja. Myös rehevöityminen lisäsi kuhan ja ahvenen menestymistä. 1990-luvun lopun ja 2000-luvun alun saaliit olivat erityisen hyviä. Saaliit alkoivat pienetä 2000-luvun alkupuolella, osittain hylkeiden aiheuttamien hankaluuksien takia. Hylkeet haittasivat verkkokalastusta siinä määrin, että monilla alueilla etenkin verkkopyynti oli pakko lopettaa.

Kuhan vuosiluokkavoimakkuus riippuu Saaristomeren alueella voimakkaasti heinä-elokuun lämpötiloista (Pekcan-Hekim ym. 2011). Myös ahven hyötyy lämpimistä kesistä (Böhling ym. 1991). Vuosina 2002, 2005 ja 2006 olosuhteet olivat lämpötilan puolesta erityisen hyvät vahvojen kuha- ja ahven vuosiluokkien kehittymiselle ja kuhien kasvukin oli hyvä. Siitä huolimatta näihin vuosiluokkiin perustuva kuhasaalis on jäänyt melko vaatimattomaksi, mitä osoittaa myös kuhasaaliiden heikko taso vuoden 2003 jälkeen (Kuva 29). 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa juuri poikkeuksellisen vahvat vuosiluokat, 1988 ja 1997, nostivat kuhasaaliit ennätyskelliselle tasolle.



Kuva 29. Ammattikalastajien ahven- ja kuhasaalis 36–60 mm verkoilla vuosina 1980–2012 Saaristomerellä (ICES tilastoruudut 47, 51 ja 52) ja merimetsojen pesimäärän kehitys.

4.5. Merimetson kalakantavaikutuksia havaitaan eri puolilla

Itämeren piirissä tehdyissä merimetson ravinnon ja kalakantavaikutusten tutkimuksissa on saatu erilaisia tuloksia. Östman ym. (2012) havaitsivat, että ahvenet olivat vähentyneet (yksikkösaalis pienentynyt) merimetsokolonioitten läheisillä merialueilla. Östman ym. (2013) arvioivat, että merimetsojen saalistus vähentää kalastajien ahvensaalista noin 13–34 %. Hansson (2013) on laskenut, että merimetsot kuluttavat Itämerellä vuosittain noin 60 000 tonnia kalaa. Esimerkiksi Ruotsissa merimetsot kuluttavat 5–8 kertaa kalastajien vuosittain pyydystämän määrän ahvenia. Hansson päätyy arvioissaan siihen, että merimetsoilla on suuri vaikutus ahvenkantoihin ja myös monen muun lajin kantaan.

Vetemaa ym. (2010) havaitsivat, että sekä ahvenen että etenkin särjen yksikkösaaliit koekalastuksessa pienenevät oleellisesti kymmenessä vuodessa sen jälkeen kun Käinanlahden alueelle oli asetunut merimetsoyhdyskunta. Käinanlahti on matalaa vesialuetta ja tärkeä kutualue monille makeanveden kalalajeille. Tanskassa toteutetaan merimetsokantojen säätelyä mm. öljymällä munia vuosittain, koska haitat kalastukselle ovat olleet suuria (Jepsen 2013). Jepsenin mukaan on kuitenkin ilmeistä, että merimetsokantaa säätelee suurelta osin ravintotilanne ja mahdollisesti talven olosuhteet Euroopassa. Kun kanta on nykyisellä tasolla (Tanskassa 30 000 pesivää paria) hän arvioi, että sillä on huomattavia vaikutuksia kalakantoihin.

Skov ym. (2014) havaitsivat, että merimetsot kohdistavat saalistustaan erityisesti ahveneen ja erityisesti kokoluokkaan 24–30 cm. Tämä selvitettiin merkitsemällä PIT-merkeillä särkiä, ahvenia ja lahnoja järvessä, jonka lähistöllä sijaisi merimetsokolonia. Kookkaista ahvenista yli puolet joutui merimetsojen saalistamiksi.

Merimetsot asettui Suomeen ensimmäisen kerran vuonna 1996 Suomenlahden alueelle. Lehikoinen ym. (2011) tarkastelivat merimetsojen ravinnon koostumusta ja pyrkivät havaitsemaan mahdollisia merimetsojen aiheuttamia vaikutuksia ahvensaalisena Tvärminnenlahdella tehdyissä koekalastuksissa. Työssä havaittiin ahvenen ja särjen määrän vähittäinen väheneminen merimetson ravinnossa, mutta ei havaittu yhteyksiä koekalastussaaaliisiin.

Saattaa olla, että merimetson vaikutuksia ahvenkaloihin ei havaita niissä tapauksissa, joissa merimetsokolonioitten ja tutkimusalueitten etäisyys on suuri, alueella ei ole voimakasta kalastuspainetta, muuta ravintoa on runsaasti saatavilla tai käytetyt tutkimusmenetelmät eivät ole tarpeeksi herkkiä havaitsemaan muutoksia kalakannassa (esim. koekalastus).

Merimetsot voivat saalistaa yksin, pienissä ryhmissä tai suurissa parvissa. Erityisesti suurten parvien yhteissaalistuksen yhteydessä on havaittu myös, että mm. lokit voivat hyödyntää merimetsojen kalastusta noukkimalla merimetsojen pintaan ajamia kaloja saaliikseen. Toisaalta tunnetaan myös tapauksia, joissa merikotkat ovat saapuneet tällaiselle yhteissaalistuksen alueelle ja pelästyneet merimetsot ovat oksentaneet saaliskalansa veteen, jolloin ne ovat lokkien ym. lintujen syötävissä.

Merimetsoilla on vaikutusta myös kalojen käyttäytymiseen. Esimerkiksi suuri yhdessä kalastava merimetsoparvi voi vaikuttaa saalistusalueellaan kalojen määrään ja olinpaikkoihin kalastajien kokemusten perusteella pitkän ajan. Lammikko-olosuhteissa käyttäytymisen muutoksia on havaittu koekalastuksissa (Kortan & Adamek 2012). Järvessä tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että se osa särkipopulaatiosta, joka siirtyi merimetsojen saapumisen jälkeen puroihin, selvisi paremmin hengissä kuin järveen jäänyt osa (Skov ym. 2013). Käyttäytymismuutosten johdosta kalastaminen vaikeutuu, kun kalat liikkuvat aikaisemmasta poikkeavalla tavalla. On mahdollista, että merimetsojen kaikkotua alueelta joko luonnollisista syistä tai karkottamalla, kalojen käyttäytyminen palautuu nopeasti ennalleen ja ne ovat jälleen kalastettavissa totutuilla paikoilla.

Merimetsokannan alueellinen kehitys noudattaa usein samanlaista kaavaa: alussa on nopean kasvun jakso, jolloin kasvu voi vuosittain olla useita kymmeniä prosentteja. Useimmiten seuraa tasaantumisjakso ja asteittainen kannan väheneminen (Engström & Wirdheim 2013). Suomessa on joillain alueilla ilmeisesti saavutettu kannan tasaantumisjakso, joskin on vielä epäselvää, miten paljon kannan kehitykseen ovat vaikuttaneet viime vuosien ankarat talvet Euroopassa. Useissa tapauksissa tasaantumisjakson ja sitä seuraavan paikallisen kannan taantuminen on tulkittu johtuvan pääasiassa ravintotilanteesta (esim. Bregnballe ym. 2013). Ravinnon köyhtyminen kolonioitten läheisyydessä, ns. Ashmolen halo, on tunnettu ilmiö ja sen katsotaan rajoittavan kolonioitten kasvua (Ashmole 1963, Gaston ym. 2007). Turun yliopiston prof. Jormalaisen tutkimusryhmän meneillään olevassa ravintoverkkotutkimuksessa havaittiin, että ahven oli vähintään kolmen kilometrin päässä lähimmästä merimetsokoloniasta olevilla kontrollipaikoilla yli kolme kertaa runsaampi kuin kolonioiden lähivesillä, kiiski viisi kertaa runsaampi ja särki lähes kaksi kertaa runsaampi. Vastaavasti pienikokoiset kalalajit olivat kolonioiden lähellä yleisempiä: tutkimuspaikoilla muutenkin runsaslukuisia kolmipiikkejä oli kolonioiden lähellä lähes kaksi kertaa enemmän kuin kontrollipaikoilla, ja myös kymmenpiikki sekä hietatokko näyttivät hyötyvän merimetsokolonian läheisyydestä. Vaikutukset näkyivät myös alemmillä trofiatasoilla (Jormalainen 2013).

Kaikkialla maailmassa vallitsee hyvinkin ristiriitaisia käsityksiä ja esitetään myös ristiriitaisia tutkimustuloksia, jopa samoista aineistoista, merimetsojen vaikutuksista kalakantoihin (Ridgway & Fielder 2013). Merimetson runsastumisen alkuvaiheessa, joka tapahtui sekä Euroopassa että Amerikan mantereella hieman eri aikaan, todettiin monessa tutkimuksessa, että vaikutuksia kalakantoihin ei juuri ollut. Viime aikoina kuitenkin on yhä useammassa tutkimuksessa saatu viitteitä merimetsojen vaikutuksista (Ridgway & Fielder 2013) erityisesti ahveniin ja kuhiin (esim. Östman ym. 2013, Skov ym. 2014) ja yhä useammassa tapauksessa myös viranomaiset ovat toteuttaneet merimetsokannan rajoitustoimia kalakantojen vahvistamiseksi niin Euroopassa kuin Amerikan mantereellakin (Ridgway & Fielder 2013, Bregnballe ym. 2013). Kannan rajoitustoimet ovat tuottaneet haluttuja tuloksia, esimerkiksi Huronjärvessä heikentyneet kelta-ahvenkannat ovat voimistuneet (Fielder 2010b, Dorr ym. 2012) ja myös Oneidajärvessä on tapahtunut suotuisia muutoksia ahvenkalakannoissa (DeBruyne ym. 2012). Kannan rajoitustoimet eivät kuitenkaan aina onnistu; esimerkiksi Tanskassa merimetson munien öljyämällä on saatu aikaan paikallisten kantojen pienemistä, mutta muista kolonioista saapuva lintumäärä on voinut korvata vähennyksen (Bregnballe 2008).

5. Tutkittavaa riittää

Selvitettäessä merimetson vaikutusta taloudellisesti arvokkaiden ahvenen ja kuhan kantoihin olisi suorien vaikutusten arvioinnin lisäksi selvitettävä epäsuorat vaikutukset ravintokilpailun ja esim. pienpoikasiin kohdistuvan predaation muutosten kautta. Doucette ym. (2011) havaitsivat ravintoverkkotutkimuksissaan, että merimetson ja petokalojen välillä esiintyy ravintokilpailua. Vaikutukset voivat olla merkittäviä, mikäli ravintoverkko on kapea ja ekolokerot päällekkäisiä.

Toistaiseksi on tutkittu melko vähän merimetsojen vaikutuksia ravintoketjuihin. On esitetty, että merimetsoilla voisi olla vaikutusta esimerkiksi piikkikalojen runsastumiseen, koska merimetsojen saalistus kohdistuu ainakin kolonioitten alkuvaiheessa mieluummin ahveniin kuin pienikokoisiin piikkikaloihin. Esimerkiksi Ruotsin rannikon Kalmarsundin kolonioissa havaittiin, että ravinnossa oli alkuvaiheessa noin 40 % ahvenia, mutta viime vuosina pääasiallisin ravintokala on kolmipiikki (Boström ym. 2012a). Mikä vaikutus ravintoketjussa tapahtuvilla muutoksilla on kalayhteisön kehittymiseen on

heikosti tunnettua. Voidaan ajatella, että runsastunut kolmipiikikanta käyttää runsaasti planktonravintoa ja syö tehokkaasti myös petokalojen mätiä ja pikkupoikasia, jolloin sillä voisi olla vaikutusta esimerkiksi ahvenen tai hauen rekrytointiin. On havaittu, että alueilla, joissa on runsaasti kolmipiikkiä, muiden kalalajien poikasmäärä on pieni (Andersson ym. 2000).

Kivinilikka on yksi merimetson suosimista lajeista. Se on myös tärkeä ahvenen ravintokohde. Mahdollisen kilpailusuhteen ja sen vaikutusten selvittäminen edellyttäisi melko laajaa molempien lajien ravinnon kulutuksen tutkimusta.

Ravintotutkimukset ovat osoittaneet, että merimetsojen ravinto on erilaista eri alueilla ja eri aikoina. Tämän vuoksi paikalliset ja riittävän pitkäaikaiset tutkimukset ravinnon koostumuksesta ovat välttämättömiä, mikäli halutaan arvioida merimetsojen vaikutuksia kalastajien saaliisiin. Vähimmäisvaatimuksena näytteenoton kestosta voidaan pitää koko pesimäkauden jatkuvaa näytteenottoa oksennuspalloista ja tuoreoksennuksesta. Ravintoa pitäisi myös tutkia useamman vuoden ajalta, sillä vuosien väliset erot voivat olla suuria. Merimetson vaikutus ravintoverkkoon ja mahdolliset vaikutukset vieraslajien, kuten mustatäplätokon ja liejutaskuravun kantojen säätelyssä, tulisi selvittää.

Kolonioissa pesivien lintujen määrän laskenta on hyvä pohja kun arvioidaan merimetsojen kulutamaa kalamäärää. Pesimäajan jälkeen tapahtuvan kulutuksen arvioimiseksi tarvittaisiin nykyistä paremmat tiedot merimetsojen määrästä ja liikkumisesta rannikolla. Erityisesti Selkämeren alueella suuriakin merimetsoparvia liikkuu syksyisin, mutta tarkempaa tietoa niiden lukumäärästä ei ole.

Kalojen merkitseminen ruumiinonteloon asetettavilla PIT-merkeillä voi tarjota uuden menetelmän merimetson eri kalalajeihin ja kokoluokkiin kohdistuvien vaikutusten selvittämiseksi (Skov ym. 2014). PIT-merkkien käyttö olisi mahdollista myös Suomen rannikkoalueilla.

Kalakantojen vaihteluihin vaikuttavat yht'aikaisesti useat biologiset ja fysikaaliset tekijät. Tässä selvityksessä ei ole pyritty arvioimaan eri tekijöiden vaikutuksia kalakantojen vaihteluun tai vertaamaan niitä merimetson vaikutuksiin. Loppupäätelmänä voidaan kuitenkin arvioida, että merimetso aiheuttaa osan kalansaaliissa havaituista muutoksista.

Viitteet

- Andersson, J., Dahl, J., Johansson, A., Karås, P., Nilsson, J. Sandström, A. & Svensson, A. 2000. Utslagen fiskerikrytering och sviktande fiskbestånd i Kalma läns kustvatten. *Fiskeriverket rapport 5*. 2000.
- Auvinen, H. 2013. Kuha. Teoksessa: Raitaniemi, J. & Manninen, K. (toim.) Kalakantojen tila vuonna 2012 sekä ennuste vuosille 2013 ja 2014. *RKTL:n Työraportteja 17/2013*. 77 s.
- Ashmole, N.P. 1963. The regulation of numbers of tropical oceanic birds. *Ibis* 103: 458–473.
- Boström, M.K., Östman, Ö., Bergenius, M.A.J. & Lunneryd, S.G. 2012a. Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. *ICES Journal of Marine Sciences* 69(2): 175–183.
- Boström, M.K., Lunneryd, S-G., Ståhlberg, H., Karlsson, L. & Ragnarsson, B. 2012b. Diet of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) at two areas at Lövestabukten, South Bothnian Sea, Sweden, based on otolith size-correction factors. *Ornis Fennica* 89: 157–169.
- Bregnballe, T 2008. Ollering af skarvernes aeg. Teoksessa: Bregnballe, T. & Grooss, J.I. (eds.): Skarver og fisk in Ringkobing og Nissum Fjorde. En undersogelse af skarvers praedation og effecter af skarvregulering 2002–2007. *Danmarks Miljoundersogelser, Aarhus Unisversitet. – Faglig rapport fra DMU nr. 680: 49 – 57*.
- Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S., Paquet, J-Y. & van Eerden, M.R. (eds.) 2013. National reports from the 2012 breeding census of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in parts of the Western Palearctic. IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. *Technical Report from DCE –Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University*. No. 22.

- Böhling, P., Hudd, R., Lehtonen, H., Karås, P., Neuman, E. & Thoresson, G. 1991. Variations in year-class strength of different perch (*Perca fluviatilis*) populations in the Baltic sea with special reference to temperature and pollution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 1181–1187.
- DeBruyne, R.L., Rudstam, L.G., Coleman, J., VanDeValk, A.J., Richmond, M. & DeVault, T.L. 2012. Results from a whole lake experiment: responses of Walleye and Yellow Perch populations to Cormorant management on Oneida Lake, NY. American Fisheries Society 142. vuosikokous, St Paul, Minneapolis. Esitelmä. <https://afs.confex.com/afs/2012/webprogram/Paper10129.html>.
- Carss, D.N., Bevan, R.M., Bonetti, A., Cherubini, G., Davies, J., Doherty, D., El Hili, A., Feltham, M.J., Grade, N., Granadeiro, J.P., Grémillet, D., Gromadzka, J., Harari, Y.N.R.A., Holden, T., Keller, T., Lariccia, G., Mantovani, R., McCarthy, T.K., Mellin, M., Menke, T., Mirowska-Ibrón, I., Muller, W., Musil, P., Nazirides, T., Suter, W., Trauttmansdorff, J.F.G., Volponi, S. & Wilson, B. 1997. Techniques for assessing Cormorant diet and food intake: towards a consensus view. *Supplemento alle RicerchediBiologiadiella Selvaggina XXVI*: 197–230.
- Čech, M. 2006. *Keys of fish head identification bones*. Biology Centre AS CR, České Budějovice, 35 s.
- Čech, M., Čech, P., Kubečka, J., Prachalová, M. & Draščík, V. 2008. Size selectivity in summer and winter diets of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*): Does it reflect season-dependent difference in foraging efficiency? *Waterbirds* 31: 438–447.
- Diana, J.S. 2010. Should cormorants be controlled to enhance Yellow Perch in Les Cheneaux Islands? A comment on Fielder (2008). *Journal of Great Lakes Research* 36: 190–194.
- Dorr, B.S., Hanisch, S.L., Buttcho, P.H. & Fielder, D.G. 2012. Management of double-crested cormorants to improve sport fisheries in Michigan: three case studies. *Human-Wildlife interactions* 6: 155–168.
- Doucette, J. L., Wissel, B. & Somers, C. M. 2011. Cormorant–fisheries conflicts: Stable isotopes reveal a consistent niche for avian piscivores in diverse food webs. *Ecological Applications* 21:2987–3001.
- Engström, H. 2001. Effects of great cormorant predation on fish populations and fishery. *Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the faculty of science and technology* 670: 1–39.
- Engström, H. & Wirdheim, A. 2013: Status of the breeding population of Great Cormorants in Sweden in 2012. – In: Bregnballe, T., Lynch, J., Parz-Gollner, R., Marion, L., Volponi, S., Paquet, J-Y. & van Eerden, M.R. (eds.) 2013. National reports from the 2012 breeding census of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in parts of the Western Palearctic. IUCN-Wetlands International Cormorant Research Group Report. Technical Report from DCE –Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University. No. 22: 94–100.
- Eschbaum, R., Veber, T., Vetemaa, M. & Saat, T. 2003: Do Cormorants and fishermen compete for fish resources in the Väinameri (Eastern Baltic) area? In: Cowx, G., Eschbaum, R., Veber, T., Vetemaa, M. & Saat, T. (eds.), *Interactions between fish and birds: Implications for management*. Blackwell Publishing Ltd., pp. 72–83.
- Gaston, A.J., Ydenberg, R.C. & Smith, G.E.J. 2007. Ashmole’s halo and population regulation in seabirds. *Marine Ornithology* 35: 119–126.
- Gremillet, D., Argentin, G., Schulte, B. & Culik, B.M. 1996. Flexible foraging techniques in breeding cormorants *Phalacrocorax carbo* and shags *Phalacrocorax aristotelis*: benthic or pelagic feeding? *Ibis* 140: 113–119.
- Fielder, D.G. 2010a. A response to Diana commentary. *Journal of Great Lakes Research* 36: 185–190.
- Fielder, D.G. 2010b. Response of Yellow perch in the Les Cheneaux Islands, Lake Huron to declining numbers of Double-Crested Cormorants stemming from control activities. *Journal of Great Lakes Research* 36: 207–214.
- Hansson, S. 2013. Skarven tar fem-åtta ganger så mycket abborre som människan. In: Krögerström, L. & Andersson, H.C. (eds.) 2013. Säl, skarv och fiske - Om sälars och skarvars inverkan på fiskbestånden i Östersjön. *Kungliga skogs- och lantbruksakademiens Tidskrift* 152: 13.
- Heikinheimo, O., Setälä, J., Saarni, K. & Raitaniemi, J. 2006. Impacts of mesh-size regulation of gillnets on the pikeperch fisheries in the Archipelago Sea, Finland. *Fisheries Research* 77: 192–199.
- Heikinheimo, O. 2011. Estimating the effects predation by cormorants on the pikeperch stock in the Archipelago Sea, Finland. Esitelmä. http://meeting.helcom.fi/c/document_library/get_file?p_l_id=16324&folderId=1348246&name=DLFE-44172.pdf.
- Härkönen, T. 1986. Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic. Danbiu Aps, Hellerup, 256 p.
- Jepsen, N., Klenke, R., Sonnesen, P. & Bregnballe, T. 2010. The use of coded wire tags to estimate cormorant predation on fish stocks in estuary. *Marine Freshwater Research* 61: 320–329.

- Jepsen, N. 2013. Från begränsat problem till hot mot den biologiska mångfalden. In: Krögerström, L. & Andersson, H.C. (eds.) 2013. Säl, skarv och fiske - Om sälars och skarvars inverkan på fiskbestånden i Östersjön. Kungliga skogs- och lantbruksakademiens Tidskrift 152: 15.
- Johnson, J.H., Ross, R.M., McCullough, R.D. & Mathers, A. 2010. A comparative analysis of double-crested cormorant diets from stomachs and pellets from two Lake Ontario colonies. *Journal of Freshwater Ecology* 25: 669–672.
- Jormalainen, V. 2013. Merimetson vedenalaisvaikutukset: kalastaja, päästölähde ja vedenpuhdistamo. Esitelmä. Kalataloushallinnon, neuvonnan ja tutkimuksen koulutuspäivä 21.11.2013. Turku.
- Keller, T. 1995. Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, Southern Germany. *Ardea* 83: 185–192.
- Knollseisen, M. 1996. Fischbestimmungsatlas als Grundlage für nahrungsökologische Untersuchungen. *BOKU-Berichte*, Wien, 81 p.
- Kortan, J. & Adámek, Z. 2012. Behavioural response of carp (*Cyprinus carpio*, L.) pond stock upon occurrence of hunting great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) flocks. *Aquaculture International* 19:121–129.
- Lehikoinen, A. 2005. Prey-switching and diet of the great cormorant during the breeding season in the Gulf of Finland. *Waterbirds* 28: 511–515.
- Lehikoinen, A. 2006. Cormorants in the Finnish archipelago. *Ornis Fennica* 83: 34–46.
- Lehikoinen, A., Heikinheimo, O. & Lappalainen, A. 2011. Temporal changes in the diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) on the southern coast of Finland – comparison with available fish data. *Boreal Environmental Research* 16 (suppl. B): 61–70.
- Lilliendahl, K. & Solmundsson, J. 2006. Feeding ecology of sympatric European shags *Phalacrocorax aristotelis* and great cormorants *Phalacrocorax carbo* in Iceland. *Marine Biology* 149: 979–990.
- Liordos, V. & Goutner, V. 2007. Spatial patterns of winter diet of the great cormorant in coastal wetlands of Greece. *Waterbirds* 30: 103–111.
- Lunneryd, S.-G. & Alexandersson, K. 2005. Födoanalyser av storskarv, *Phalacrocorax carbo* i Kattegatt – Skagerrak. *Finfo* 2005:11: 1–21.
- Mustamäki, N., Bergström, U., Ådjers, K., Sevastik, A. & Mattila, J., 2013. Pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in decline: High mortality of three populations in the Northern Baltic Sea. *AMBIO* 42, doi: 10.1007/s13280-013-0429-z.
- Pekcan-Hekim, Z., Urho, L., Auvinen, H., Heikinheimo, O., Lappalainen, J., Raitaniemi, J. & Söderkultalahti, P. 2011. Climate warming and pikeperch year-class catches in the Baltic Sea. *AMBIO* 40: 447–456.
- Radu, V. 2005. Atlas for the identification of bony fish bones from archaeological sites. Contrast, Bucuresti, 77 p.
- Ridgway, M.S. & Fielder, D.G. 2013. Double-Crested Cormorants in the Laurentian Great Lakes: Issues and Ecosystems. In: W. W. Taylor, A. J. Lynch & N. J. Leonard (eds.) Great Lakes Fisheries Policy & Management. A Binational Perspective. Michigan State University Press. East Lansing. ss. 733–766.
- 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.
- Rudstam, L.G., VanDeValk, A.J., Adams, C.M., Coleman, J.T.H., Forney, J.L. & Richmond, M.E. 2004. Cormorant predation and the population dynamics of walleye and yellow perch in Oneida lake. *Ecological Applications* 14: 149–163.
- Rusanen, P., Mikkola-Roos, M. & Asanti, T. 1998. Merimetso *Phalacrocorax carbo* – Musta viikinki. Merimetson kannan kehitys ja siihen vaikuttavat tekijät Itämeren piirissä ja Euroopassa. *Suomen ympäristö, luonto ja luonnonvarat* 182: 1–69.
- Salmi, J., Salmi, P. & Moilanen, P. 2010. Ammattikalastus ja merimetso: merestä elantoaan hankkivien näemyksiä. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä* 1/2010: 1–18.
- Salmi, J.A., Auvinen, H., Raitaniemi, J., Kurkilahti, M., Lilja, J. & Maikola, R. 2015. Perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Sander lucioperca*) in the diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and effects on catches in the Archipelago Sea, Southwest coast of Finland. *Fisheries Research* 164: 26–34, doi:10.1016/j.fishres.2014.10.011.
- Santoul, F., Hougas, J.-B., Green, A.J. & Mastrotillo, S. 2004. Diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Malause (South-West France). *Archiv für Hydrobiologie* 160: 281–287.
- Skov, C., Chapman, B.B., Baktoft, H., Brodersen, J., Brönmark, C., Hansson, L.-A., Hulthen, K. & Nilsson, P.A. 2013. Migration confers survival benefits against avian predators for partially migratory freshwater fish. *Biology Letters* 9(2).

- Skov, C., Jepsen, N., Baktoft, H., Jansen, T., Pedersen, S. & Koed, A., 2014. Cormorant predation on PIT-tagged lake fish. *Journal of Limnology* 73, 177–186.
- Seefelt, N.E. & Gillingham, J.C. 2006. A comparison of three methods to investigate the diet of breeding double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*) in the Beaver Archipelago, northern Lake Michigan. *Hydrobiologia* 567: 57–67.
- Setälä, J., Heikinheimo, O., Saarni, K. & Raitaniemi, J. 2003. Verkon solmuvälin suurentamisen vaikutus Saaris-tomerän ammattikalastuksen kuha- ja ahvensaaliin arvoon. *Kala- ja riistaraportteja* 297: 1–36.
- Suter, W. & Morel, P. 1996. Pellet analysis in the assessment of great cormorant *Phalacrocorax carbo* diet: Reducing biases from otolith wear when reconstructing fish length. *Waterbirds* 19: 280–284.
- Svetocheva, O., Stasenkova, N. & Fooks G. 2007. *Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea*. PINRO, Murmansk, 47 p.
- SYKE 2014. Merimetsöseuranta. Suomen ympäristökeskus. http://www.syke.fi/fi-FI/SYKE_Info/Viestintaaineistot/Tiedotteet/Merimetsokanta_yliitti_20_000_pesivaa_par%2830677%29
Hakupäivä 14.10.2014
- Vainikka, A. & Hyvärinen, P. 2012. Ecologically and evolutionarily sustainable fishing of pikeperch *Sander lucioperca*: Lake Oulujärvi as an example. *Fisheries Research* 113: 8–20.
- Veldkamp, R. 1995. The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by cormorants *Phalacrocorax carbo*. *Ardea* 83: 135–138.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saks, L., Verliin, A., Jürgens, K., Kesler, M., Hubel, K., Hannesson, R. & Saat, T. 2010. Changes in fish stocks in an Estonian estuary: overfishing by cormorants? *ICES Journal of Marine Science* 67: 1–8.
- Wheeler, A. 1978. *Key to the Fishes of Northern Europe*. Frederick Warne Ltd, London, 379 p.
- Zijlstra, M. & Van Eerden, M. R. 1995. Pellet production and the use of otoliths in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: trials with captive birds. *Ardea* 83: 123–131.
- Ympäristöministeriö 2005. Merimetson kannanhoitosuunnitelma. Ympäristöministeriö. *Ympäristöministeriön moniste* 160: 1–40.
- Östman, Ö., Bergenius, M., Boström, M. K. & Lunneryd, S-V. 2012. Do cormorant colonies affect local fish communities in the Baltic Sea? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 1047–1055.
- Östman, Ö., Boström, M. K., Bergström, U., Anderson, J. & Lunneryd, S-V. 2013. Estimating competition between wildlife and humans—A case of cormorants and coastal fisheries in the Baltic Sea. *PLoS ONE* 8(12): e83763. doi: 10.1371/journal.pone.0083763.