

Pro gradu –tutkielma

**Merimetson (*Phalacrocorax carbo* (L.)) ravinto Suomen
rannikkovesissä**

Juhani A. Salmi



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Akvaattiset tieteet

31.10.2011

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Akvaattiset tieteet

SALMI JUHANI, A.: Merimetson (*Phalacrocorax carbo* (L.)) ravinto Suomen rannikkovesissä

Pro gradu: 30 s.

Työn ohjaajat: FT Heikki Auvinen, FT Timo J. Marjomäki

Tarkastajat: FT Tapio Keskinen, FT Timo J. Marjomäki

Lokakuu 2011

Hakusanat: merimetso, *Phalacrocorax carbo* (L.), ravintotutkimus, oksennuspallo, kalankulutus

TIIVISTELMÄ

Merimetsokannan nopea kasvu Suomen rannikkoalueella on herättänyt kysymyksiä sen vaikutuksista kalastuselinkeinoon. Tutkimuksessa selvitettiin merimetson (*Phalacrocorax carbo* (L.)) ravintokohteita ja niiden suhteita sekä arvioitiin kalankulutusta. Merimetson ravintoa analysoitiin oksennuspallojen avulla. Tutkimus käsitti kaikki rannikkoalueet Perämereltä Suomenlahdelle. Koko maan tasolla merkittävimmät merimetson ravintokohteet olivat ahven (*Perca fluviatilis* L.), kiiski (*Gymnocephalus cernuus* (L.)), särki (*Rutilus rutilus* (L.)) ja silakka (*Clupea harengus membras* L.). Nämä lajit muodostivat yhteensä 81 % merimetson ravinnosta massana ja 66 % kappaleina. Merimetson syömistä kaloista taloudellisesti merkittävien lajien (ahven, silakka, kuha (*Sander lucioperca* (L.)) ja siika (*Coregonus lavaretus* (L.))) osuus oli massana 45 % ja kappaleina 27 %. Tutkimuksessa havaittiin, että merimetson ravinnossa oli eri rannikkoalueiden välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Selvin ero alueiden välillä oli, että kiisken, härkäsimpun (*Trigloporus quadricornis* (L.)) ja siian merkitys väheni, kun taas särkikalojen merkitys lisääntyi merimetson ravinnossa siirryttäessä pohjoisesta etelään. Merimetson havaittiin syövän pääasiassa 9–25 cm pituisia kaloja. Ravintokohteen valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat ennen kaikkea kalan koko, esiintymisrunsaus ja pyydystämisen helppous. Arvio merimetson vuonna 2009 koko Suomen rannikkoalueella kuluttamasta kalamäärästä oli 5400 tonnia.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science

Department of Biological and Environmental Science
Aquatic Sciences

SALMI JUHANI, A.: Diet of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo* (L.)) in the Finnish coastal waters

Master of Science Thesis: 30 p.

Supervisors: PhD Heikki Auvinen, PhD Timo J. Marjomäki

Inspectors: PhD Tapio Keskinen, PhD Timo J. Marjomäki

October 2011

Key Words: Great Cormorant, *Phalacrocorax carbo* (L.), diet analysis, pellets, fish consumption

ABSTRACT

The rapid growth of the great cormorant population in the Finnish coastal waters has raised questions about its effects on fisheries. The prey species and their proportion in the diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo* (L.)) were studied and fish consumption was estimated. The diet was analysed with the help of the pellets. The study area included all the Finnish coastal areas from the Bothnian Bay to the Gulf of Finland. At the level of the whole Finnish coastal area the most significant prey species were perch (*Perca fluviatilis* L.), ruff (*Gymnocephalus cernuus* (L.)), roach (*Rutilus rutilus* (L.)) and Baltic herring (*Clupea harengus membras* L.). These species formed altogether 81 % of the diet of the great cormorant as biomass and 66 % by numbers. From all fish eaten by the great cormorant the proportion of economically important fish species (perch, Baltic herring, pike-perch (*Sander lucioperca* (L.)) and whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.))) was 45 % as mass and 27 % by numbers. It was found that in the diet of the great cormorant there was a significant statistical difference between different coastal areas. The most distinct difference between the areas was that the importance of the ruff, the fourhorned sculpin (*Triglopsis quadricornis* (L.)) and the whitefish decreased whereas the importance of the cyprinids increased in the diet of the great cormorant from the north to the south. Results indicate that the great cormorant eats mainly 9–25 cm long fish. Important factors in the choice of the prey species for the great cormorant seem to be the size of the fish, the abundance of prey and the easiness of the catching. The estimate of the fish consumption by the great cormorant in the Finnish coastal waters in 2009 was 5400 tons.

Sisältö

1. JOHDANTO	5
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
3. TULOKSET	9
3.1. Rannikkoalueiden väliset erot	14
3.1.1. Perämeri	16
3.1.2. Merenkurkku	17
3.1.3. Selkämeri	19
3.1.4. Saaristomeri	20
3.1.5. Suomenlahti	21
4. TULOSTEN TARKASTELU	23
Kirjallisuus	27

1. JOHDANTO

Merimetso (*Phalacrocorax carbo* (L.)) on kookas, pitkäkaulainen, tumma vesilintu, joka pyydystää ravintonsa sukeltamalla (Kuva 1). Suomessa pesivät linnut kuuluvat alalajiin *Phalacrocorax carbo sinensis* (Blumenbach) ja läpimuuttajat nimialalajiin *Phalacrocorax carbo carbo* (L.).

Merimetso hävisi Itämeren pesimälinnustosta 1800-luvun lopulla siihen kohdistetun vainon takia (Anonyymi 2010a). Merimetso pesi ensimmäistä kertaa Suomen rannikkovesissä vuonna 1996 kymmenen parin voimin (Rusanen ym. 1998). Näistä kymmenestä parista Suomen pesimäkanta on reilussa kymmenessä vuodessa noussut 16000 pariin vuonna 2009 (Anonyymi 2010a). Merimetsokannan nopea kasvu Suomessa johti vuonna 2005 kannanhoitosuunnitelman laatimiseen (Anonyymi 2005). Kannan kasvun syinä pidetään merimetson rauhoitustilanteen muuttumista Euroopan alueella ja vesistöjen rehevöitymiskehityksestä seurannutta hyvää ravintotilannetta (Anonyymi 2005).

Runsastumisesta on seurannut konflikteja kalastajien ja merimetsojen välille, koska lähes pelkästään kaloja syövä laji merimetson oletetaan vaikuttavan haitallisesti kalastuselinkeinoon (Dekker & De Leeuw 2003, Lehikoinen 2005). Ammattikalastajien näkemyksen mukaan merimetso on ainakin osittainen syy ahven-, kuha- ja siikakantojen vähentymiseen totutuilla pyyntipaikoilla (Salmi ym. 2010). Merimetsolajien vaikutuksesta kalakantoihin on tutkimustuloksia sekä puolesta että vastaan eri puolilla niiden levinneisyysaluetta (Engström 2001, Žydelis ym. 2002, Rudstam ym. 2004, Vetemaa ym. 2010).

Merimetson kannanhoitosuunnitelman tehnyt työryhmä katsoi selvitystä 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 (Anonyymi 2005). Ravintoanalyysin tekeminen on tarpeen, kun pyritään selvittämään edellä mainittuja asioita. Ravintokohteiden ja niiden määrien tuntemus luo perustan merimetson vaikutusten tarkemmalle tutkimukselle.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, mitä kalalajeja ja kuinka paljon niitä merimetso syö. Huomiota kiinnitetään taloudellisesti arvokkaiden kalojen (kuha (*Sander lucioperca* (L.)), ahven (*Perca fluviatilis* L.), siika (*Coregonus lavaretus* (L.)), lohi (*Salmo salar* L.), taimen (*Salmo trutta* L.) ja silakka (*Clupea harengus membras* L.)) ja ns. vähempiarvoisten kalojen määriin ja suhteisiin ravinnossa. Lisäksi pyritään arvioimaan merimetson kalankulutusta Suomen rannikolla. Ravinnonkäyttöä tutkitaan koloniatasolta aina koko maan tasolle. Alueellisen tarkastelun painopiste on rannikkoaluejaossa Perämeri, Merenkurkku, Selkämeri, Saaristomeri ja Suomenlahti. Tulosten pohjalta pyritään myös mahdollisuuksien mukaan selvittämään ajallisia vaihteluja merimetson ravinnonkäytössä.



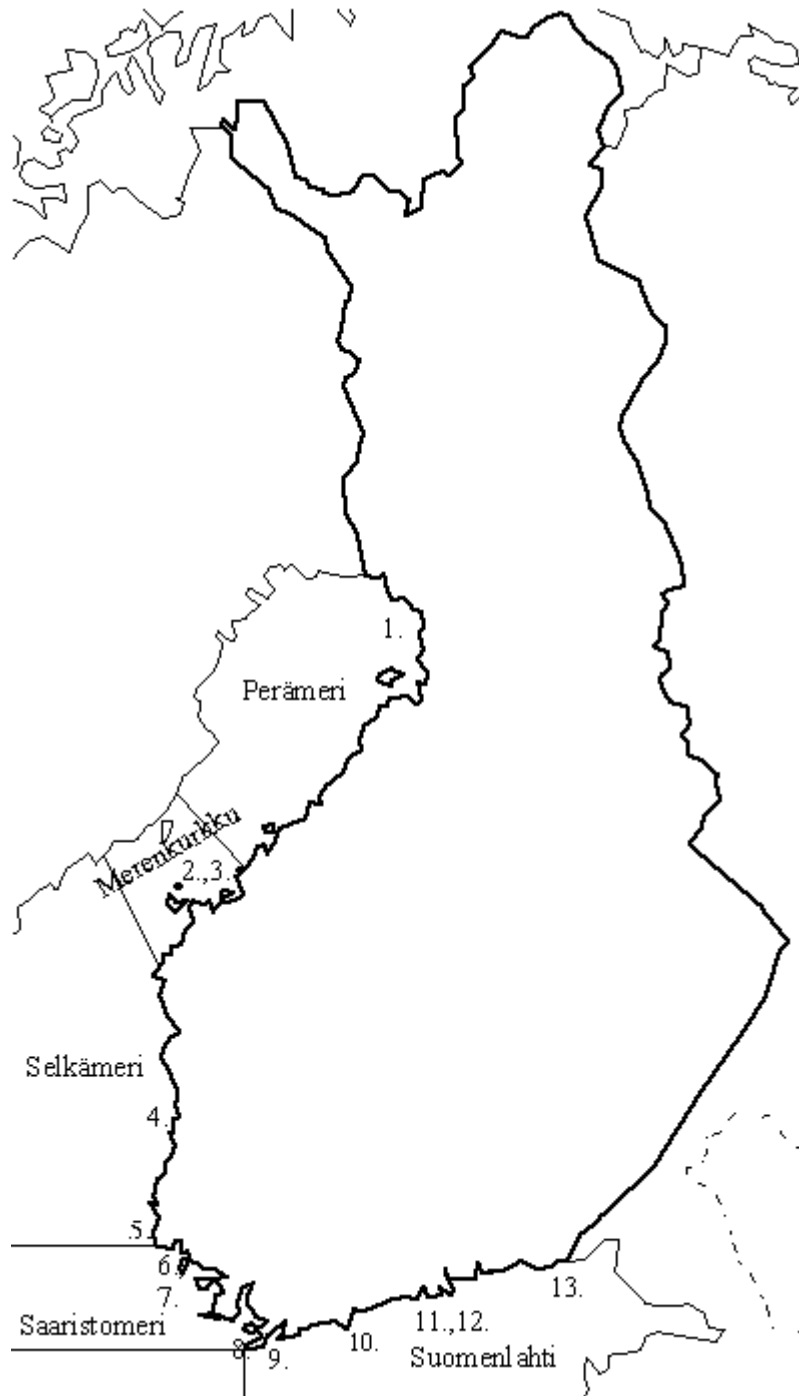
Kuva 1. Aikuinen *sinensis*-alalajin merimetso pesimäluodolla Taivassalossa. Kuva: Juhani A. Salmi.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tämän tutkimuksen ravintoanalyysi perustuu merimetson oksennuspalloihin, joihin on kertynyt syötyjen ravintokohteiden luutumia. Suurin osa näytteistä on kerätty pesimäluodoilta alkukesällä vuosina 2002–2009. Näytteet on kerätty pääosin merimetsomäärien ja kolonioiden kehityksen seurantaan liittyneiden yhdyskuntakäyntien yhteydessä. Näytteiden keruulla on haluttu saada yleiskuva merimetson ravinnosta Suomen rannikolla.

Näytteitä kerättiin yhteensä 393 kappaletta, joista pääosa oli Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) keräämiä oksennuspalloja. Se keräsi näytteitä vuonna 2002 Raaseporissa (entinen Tammisaari) kolmesta koloniasta (Båtgrundet (n=45), Sköldharun ja Lerharun (n=38), vuonna 2003 Iin Krunneilta (n=60), 2008 Uudenkaarlepyyn Fågelgrundetilta (n=11) ja Fjärdsgrundetilta (n=19), Kirkkonummen Gadditilta (n=30), Pernajan Haverörenista (n=30) sekä Luvian Marjakarilta (n=35) ja vuonna 2009 Pernajan Nätiskarvenista (n=30) ja Virolahden Ryslätista (n=32) (Liite 1) (Kuva 2).

Saaristomereltä näytteitä on kerännyt Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL). Se puolestaan keräsi näytteitä vuonna 2009 Maskun Aukkoletolta (n=2) ja Taivassalon Kalmanhohteelta (n=60) sekä Uudenkaupungin Pohilaiselta (n=1).



Kuva 2. Merimetson pesimäkoloniat, joilta ravintönäytteet on kerätty ja rannikkoaluejako. Pilkulla erotetut koloniat sijaitsivat niin lähellä toisiaan, että tämän kartan mittakaavassa numeroiden tulisi olla lähes päällekkäin. 1. Ii, Ulkokrunnit; 2. Uusikaarlepyy, Fågelgrund; 3. Uusikaarlepyy, Fjärdsgrundet; 4. Luvia, Marjakari; 5. Uusikaupunki, Pohilainen; 6. Masku, Aukonletto; 7. Taivassalo, Kalmanhohde; 8. Raasepori, Båtgrundet; 9. Raasepori, Lerharun-Sköldharun; 10. Kirkkonummi, Gaddit; 11. Pernaja, Haverören; 12. Pernaja, Nätiskarven ja 13. Virolahti, Ryslät.

Kerätyt oksennuspallot pakattiin yksittäin muovipusseihin ja säilöttiin pakastamalla. Pakastetut näytteet puhdistettiin pesemällä. Tällöin jäänyt oksennuspallo laitettiin 20 denierin polvisukkaan, jossa se sulatettiin haalealla juoksevalla vesijohtovedellä.

Tämän jälkeen näytettä liotettiin vähintään tunti 2 dl:n viilipurkissa, jossa oli vettä ja astianpesuainetta. Oksennusnäytteet puhdistettiin saippuasta ja irtomateriaalista lämpimällä

vedellä kovalla paineella. Näin käsitelty näyte tyhjennettiin polvisukasta voipaperille, jolla sen annettiin kuivua huoneenlämmössä noin vuorokauden ajan. Kuivumisen jälkeen näyte siirrettiin tyhjiin filmipurkkiin odottamaan lajittelua.

Puhdistetusta oksennuspallosta lajiteltiin erikseen lajinmäärittystä varten otoliitit eli kuuloluut, nieluhampaat, jauhinkivet, vannasluut, operculumit eli kiduskannet, suboperculumit ja cleithrumit eli hartian lukkoluut. Kalalajien tunnistuksessa luutumien perusteella käytettiin mitta-asteikollista 8x-suurennoksella varustettua preparointimikroskooppia ja kylmävaloa.

Määrittämissä käytettiin otoliittioppaita (Härkönen 1986, Svetocheva ym. 2007), kalojen luutumaopasta (Čech 2006), arkeologeille suunnattua kalaopasta (Radu 2005), luutumaopasta (Knollseisen 1996) ja nieluhammaskarttaa (Wheeler 1978) sekä kalanluukokoelmia. Määrittäykset perustuvat pääosin otoliitteihin, nieluhampaisiin, operculumeihin ja vannasluuihin. Pareittaisista luista kalojen kappalemäärät laskettiin lajittelemalla luut ensin oikean- ja vasemmanpuoleisiksi. Tämän jälkeen lukumäärä laskettiin siltä puolelta, jolla oli enemmän luuta.

Jokaisesta näytteestä pyrittiin määrittämään ravintokohteet lajeittain niin pitkälle kuin mahdollista. Mikäli tarkka lajinmäärittäminen ei onnistunut, käytettiin heimotasoa ja niiden osalta, jotka oli täysin mahdoton tunnistaa, tyydyttiin tunnistukseen tasoon kala. Tämän tutkimuksen saalislajista luokiteltiin pohjakaloiksi kiiski (*Gymnocephalus cernuus* (L.)), lahna (*Abramis brama* (L.)), pasuri (*Abramis bjoerkna* (L.)), seipi (*Leuciscus leuciscus* (L.)), särki (*Rutilus rutilus* (L.)), härkäsimppu (*Trigloporus quadricornis* (L.)), kivisimppu (*Cottus gobio* L.), kivinilikka (*Zoarces viviparus* L.), made (*Lota lota* (L.)), kampela (*Platichthys flesus* (L.)) ja tokko (*Pomatoschistus* sp.), vapaan veden lajeiksi salakka (*Alburnus alburnus* (L.)), kilohaili (*Sprattus sprattus* (L.)), silakka, kuore (*Osmerus eperlanus* (L.)), lohi ja taimen ja välimuotoisiksi lajeiksi ahven, kuha, hauki (*Esox lucius* L.) ja kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus* L.).

Lajilleen tunnistetuista luista rekonstruointiin kalan pituus ja massa mahdollisuuksien mukaan. Ravintokohteiden rekonstruoinnissa käytettiin vain muotonsa säilyttäneitä luutumia. Pituuden ja massan määrittämisessä käytettiin otoliitteja, joista saatujen tulosten avulla arvioitiin pituudet ja massat käyttämällä Härkösen (1986) esittämiä kaavoja. Särkikalajien pituudet arvioitiin nieluhampaista käyttämällä Čechin (2006) kaavoja ja massojen määrittämiseen käytettiin verkkokoealastuksista saatuja tietoja pituuden ja massan välisestä riippuvuudesta (erikoistutkija Jari Raitaniemi, RKTL, kirjallinen tiedonanto).

Ravintokohteiden koko esitetään tässä tutkimuksessa pääasiassa kokonaispituutena, koska kalayksilön massa vaihtelee niin vuodenajan kuin elinkierronkin mukaan. Tästä seikasta johtuen kalan pituus on luotettavampi mittari arvioitaessa kalan kokoa luutumista.

Ravintokohteita analysoitiin sekä kappalemäärinä että massoina ja niiden osuuksina. Eri habitaateissa elävien kalalajien kappalemääriä merimetson ravinnossa analysoitiin tilastollisesti Kruskal–Wallis-testillä. Saalislajien alueellisia pituuksia testattiin tilastollisesti Kruskal–Wallis-testillä ja parittaiset vertailut tehtiin Mann–Whitney U-testillä. Ravintokoostumuksen alueellisia eroja testattiin Mantel-testillä. Tulosten analysoimisessa käytettiin apuna Excel-tilastointiohjelmaa ja tilastollista analysointiohjelmaa SPSS 12.0 ja PC-ORD 5.0.

Merimetsien kuluttaman kalamäärän arvioiminen perustuu Lilliendahl & Solmundssonin (2006) kuvaamaan menetelmään. Menetelmässä kalankulutus arvioidaan mallilla, jossa kulutus lasketaan lintujen ravintokoostumuksen, alueellisen populaatiokoon,

vuorokausikohtaisen energiankulutuksen ja lintujen säilyvyyden avulla jokaiselle ikäryhmälle erikseen. Kokonaiskulutus saadaan laskemalla eri ikäryhmien kuluttama kalamäärä yhteen halutulta ajanjaksolta ja alueelta. Menetelmää on muokattu siten, että aikuisten lintujen kuolevuus on jatkuvaa läpi vuoden ja vuorokausikohtainen energiankulutus on korvattu vuorokausikohtaisella ravinnonkulutuksella. Lähdetietoina käytettiin kirjallisuudesta löytyviä tietoja ja ravintoanalyysistä saatuja tuloksia (Taulukko 1).

Merimetsokannan koon arvoina on käytetty aikuisten lintujen osalta SYKE:n ilmoittamia vuoden 2009 alueellisia parimääriä tutkimuksen aluejakoon muokattuna (Perämeri 250 paria, Merenkurkku 720 paria, Selkämeri 6061 paria, Saaristomeri 3967 paria ja Suomenlahti 5011 paria) (Anonyymi 2010a), pesimättömien esiaikuisten lintujen määränä on käytetty 40 % aikuisten lintujen määrästä touko–heinäkuussa ja 25 % muuna aikana (tutkija Pekka Rusanen, SYKE, kirjallinen tiedonanto). Poikasmääränä on käytetty 3,05 kuoriutunutta poikasta pesivää paria kohti (Debout ym. 1995). Poikasmäärissä on huomioitu SYKE:n ilmoittamat pesätuhojen aiheuttamat poikastappiot sekä yhdyskunnissa todetut huonot poikastuotot (tutkija Pekka Rusanen, SYKE, kirjallinen tiedonanto). Merimetsojen syksyisistä määristä Suomen rannikolla ei ole tarkkaa kuvaa. Syksyisiin lintumääriin vaikuttaa sekä *sinensis*-alalajin muutto etelään että Jäämereltä Suomen rannikolle muuttavat *carbo*-alalajin linnut. Tässä tutkimuksessa oletetaan lintujen määrän olevan syksyllä samalla tasolla kuin pesimäkaudella, jolloin ei ainakaan aliarvioida lintumääriä. Merimetsan säilyvyyden arvo aikuisilla on 80 % (Lilliendahl & Solmundsson 2006), esiaikuisilla 76 % ja poikasilla 30 % per vuosi (Fiske & Rørvik 1997). Tuloksia käsitellään koko maan tasolla ja rannikkoaluejaon pohjalta.

Taulukko 1. Merimetsoyksilön eri ikävaiheiden vuorokausikohtainen ravinnonkulutuksen arvot ja viitteet tutkimuksiin, joista arvot ovat peräisin. Aikuisten ja esiaikuisten lintujen ravinnonkulutusarvot 400 g/vrk ja 672 g/vrk ovat ympäri vuoden käytettäviä arvoja. Pienin käytetty kokonaisravinnontarvetta on 300 g/vrk pesiville aikuisille linnuille ja 238 g/vrk aikuisille sekä esiaikuisille linnuille pesimäajan ulkopuolella.

	ravinnonkulutus (g/vrk)	viite
aikuiset/esiaikuiset		
SYKE:n käyttämä	400	Engström (1998)
suurin arvioitu kulutus	672	Gremillet ym. (2003)
pesivät linnut	300	Russell (1996)
pesimäajan ulkopuolella	238	Gremillet ym. (1995)
poikaset		
ikä (vrk)		
1–10	4 % aikuisten ravinnonkulutuksesta	Gremillet ym. (1995)
11–40	35 % aikuisten ravinnonkulutuksesta	Gremillet ym. (1995)
41–92	68 % aikuisten ravinnonkulutuksesta	Gremillet ym. (1995)

3. TULOKSET

Merimetsan ravintonäytteistä löytyi yhteensä 22 kalalajia (Taulukko 2). Näistä kalalajeista 50 % oli pohjakaloja, 27 % vapaassa vedessä eläviä kaloja ja näiden luokkien väliltä olevia lajeja oli 23 %. Eri habitaateissa elävien kalalajien yksilömääräisessä

käytössä ravintona ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=3,219$, $df=2$, $p=0,200$).

Koko maan tasolla merkittävimmät merimetson saaliskalat olivat ahven, kiiski, särki ja silakka. Nämä lajit muodostivat yhteensä 81 % merimetson ravinnosta massana (Kuva 3) ja 66 % kappaleina (Kuva 4). Merimetson syömistä kaloista taloudellisesti merkittävien kalalajien (ahven, silakka, kuha ja siika) osuus oli massana 45 % ja kappaleina 27 %. Ahvenen osuus taloudellisesti merkittävistä kaloista oli 68 % massana ja 73 % kappaleina.

Taulukko 2. Merimetson ravinnosta löytyneet kalalajit ja niiden kappalemäärät tutkimusalueittain.

laji	koko aineisto (kpl)	Perämeri (kpl)	Merenkurkku (kpl)	Selkämeri (kpl)	Saaristomeri (kpl)	Suomenlahti (kpl)
ahven	1306	94	129	44	97	942
kiiski	2319	932	383	360	64	580
kuha	30				28	2
lahna	18		2	1	4	11
pasuri	14				3	11
salakka	6		2			4
seipi	1	1				
särki	399	2	23	35	117	222
kilohaili	2					2
silakka	399	32	19	180	7	161
hauki	13	6	2		1	4
kuore	49	10	10	5	3	21
siika	57	52	4	1		
lohi	1	1				
meritaimen	1	1				
härkäsimppu	60	22	28		3	7
kivisimppu	1					1
kivinilkka	213	6	1	34	1	171
kolmipiikki	1181	218	220	110		633
made	13	2				11
kampela	1					1
tokko	18			4		14
särkikala	580	12	31	12	332	193
yhteensä	6682	1391	854	786	660	2991

Merimetson saaliskalojen keskipituudet vaihtelivat 9–25 cm välillä (Taulukko 3). Sen ravintona käyttämien kalalajien pituusjakaumat muodostivat kaksi ryhmää: ensimmäinen ryhmän huippu oli välillä 9–16 cm ja toisen ryhmän välillä 19–24 cm (Kuva 5 ja 6). Saalisajien keskimassat vaihtelivat välillä 8–174 g (Taulukko 4).

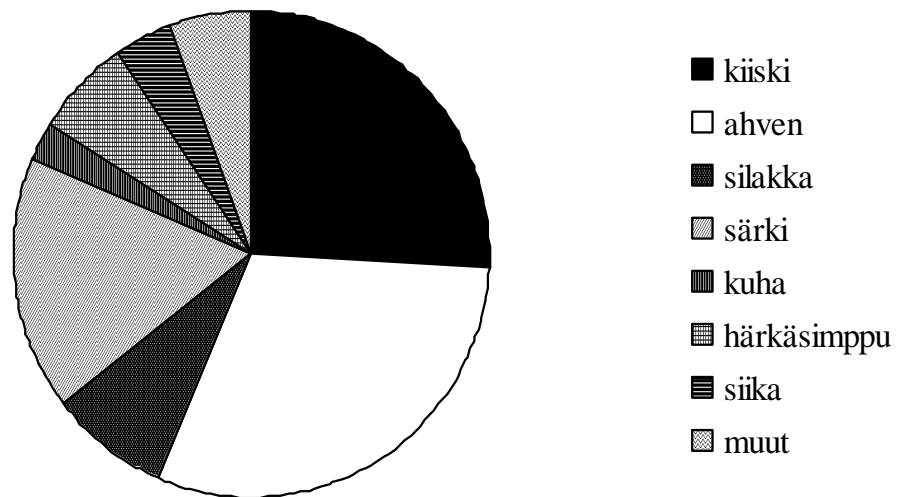
Taulukko 3. Merimetson syömien kalalajien pituuksien keskiarvot, näytemäärät (n), keskihajonta (s.d.) ja kokonaispituuden minimi- ja maksimiarvot (min-max) koko aineistossa. Pituudet on arvioitu ravintönäytteissä olleista luutumista.

laji	n	keskiarvo (cm)	s.d.	min-max (cm)
kiiski	2159	9,2	1,4	5,5-15,7
ahven	749	13,7	4,1	3,4-37,7
silakka	328	14,4	4,1	4,2-31,8
kuore	47	9,3	2,6	4,3-21,2
kivinilkkä	165	17,1	3,3	10,2-33,5
hauki	10	25,9	7,4	16,9-36,9
särki	295	16,4	4,2	7,8-27,4
lahna	13	24,2	5,3	17,9-35,6
pasuri	8	17,9	4,7	10,9-25,8
kuha	15	22,9	6,7	10,6-39,5
härkäsimppu	54	20,7	2,6	15,2-25,6
salakka	3	10,7	3,0	7,8-13,9
kampela	1	17,9		
kilohaili	2	11,2	0,0	11,2
siika	45	21,7	4,0	14,4-31,4
lohi	1	18,5		
meritaimen	1	21,4		

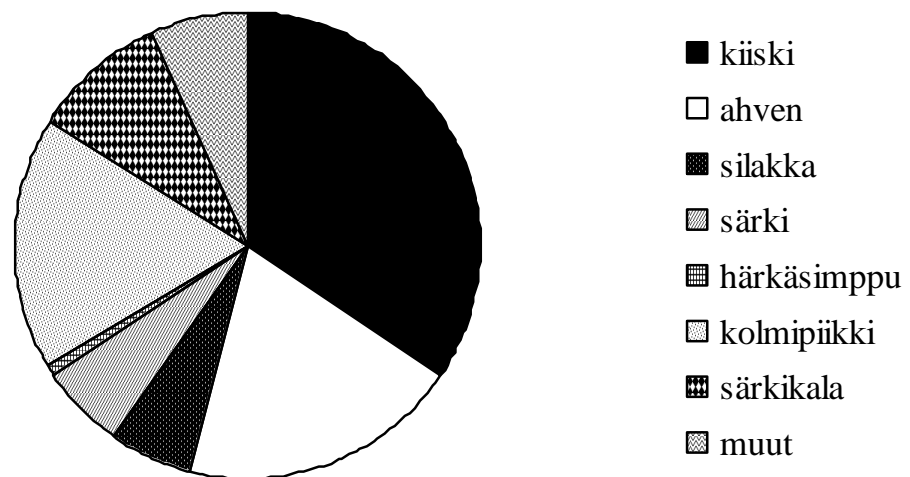
Taulukko 4. Merimetson syömien kalalajien massojen keskiarvot, näytemäärät (n), keskihajonta (s.d.) ja massan minimi- ja maksimiarvot (min-max) koko aineistossa. Massat on arvioitu ravintönäytteissä olleista luutumista.

laji	n	keskiarvo (g)	s.d.	min-max (g)
kiiski	2159	10,8	6,2	0,8-71,6
ahven	749	36,4	43,5	0,9-726,6
silakka	328	22,1	27,6	0,8-294,6
kuore	47	7,8	14,0	0,4-97,0
kivinilkkä	165	22,9	25,9	2,6-271,5
hauki	10	89,1	73,1	21,9-211,3
särki	295	51,9	45,0	3,3-231,0
lahna	13	163,7	127,8	49,6-504,2
kuha	15	150,2	134,8	22,2-571,2
härkäsimppu	54	110,1	48,2	39,4-230,3
kampela	1	81,6		
kilohaili	2	9,7	0,0	9,7
siika	45	77,2	54,8	14,2-260,1
lohi	1	174,4		
meritaimen	1	70,1		

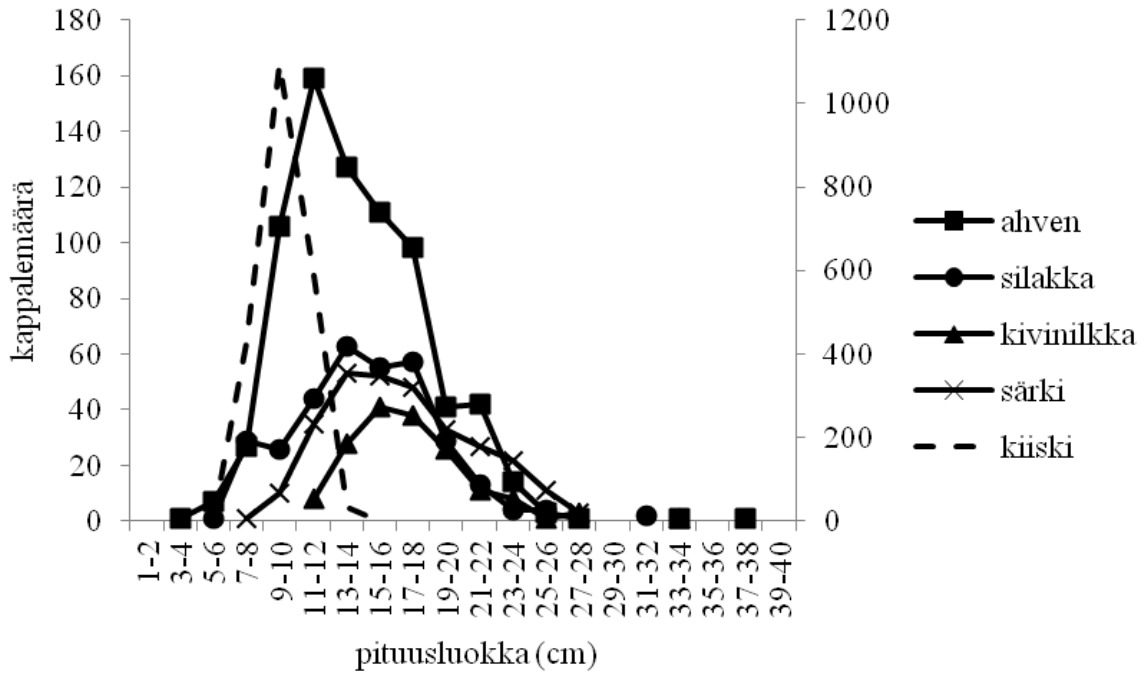
Saalislajeja oksennuspallossa oli 0–8 kpl. Yleisimmin yhdestä näytteestä löytyi kolme saaliskalalajia. Saalisyksilöiden lukumäärä oksennuspallossa vaihteli välillä 0–121. Useimmiten oksennuspallossa oli 6–10 ravintokohdetta per näyte.



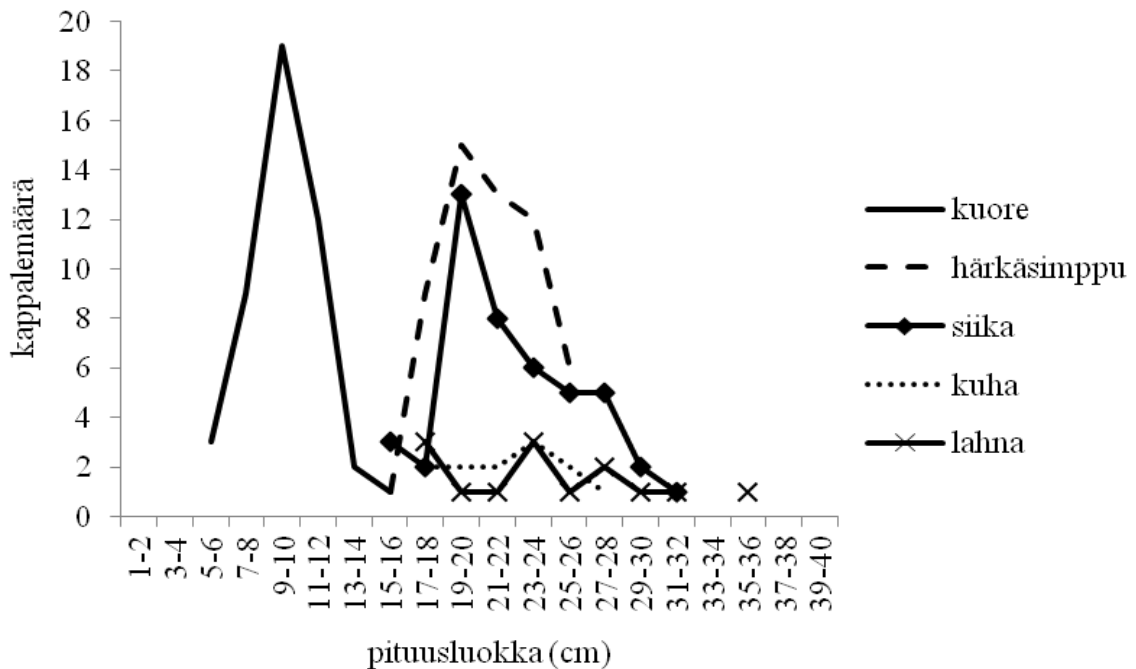
Kuva 3. Merimetson ravintokohteiden arvioitujen kokonaismassojen osuudet koko aineistossa. Kohtaan muut kuuluvat kalalajit ovat lahna, kivinilkka, hauki, kuore, kampela, lohi, meritaimen ja kilohaili.



Kuva 4. Merimetson ravintokohteiden kappalemääräiset osuudet koko aineistossa. Kohtaan muut kuuluvat kalalajit ovat kivinilkka, siika, kuore, kuha, hauki, made, kilohaili, kampela, lohi, meritaimen ja kivisimppu.



Kuva 5. Merimetson ravinnossa runsaina esiintyneiden kalalajien luutumista arvioitujen pituuksien jakaumat pituusluokittain. Kiiskan (katkoviiva) kappalemäärät luetaan oikeanpuoleisesta y-akselista.



Kuva 6. Eräiden merimetson ravintokohteiden luutumista arvioitujen pituuksien jakaumat pituusluokittain.

Koko rannikkoalueen kalankulutusarvio vuoden 2009 lintumäärillä ja 400 g:n vuorokausikohtaisella ravinnontarpeella oli 5400 tonnia koko avovesikaudelta (1.4.–31.10.) ja pesimäkaudelta (1.5.–31.7.) 2800 tonnia (Taulukko 5). Pienimmällä arvioidulla ravinnontarpeella (238 g/vrk pesimäkauden ulkopuolella ja 300 g/vrk pesimäkaudella) avovesikauden ravinnonkulutus oli 3500 tonnia ja pesimäkauden 2000

tonnia. Suurimmalla päivittäisellä kulutuksella (672 g/vrk) avovesikauden saalis oli 9200 tonnia ja pesimäkauden 4700 tonnia kalaa. Merimetson vuotuisesta 5400 tonnin kalankulutuksesta 2400 tonnia oli taloudellisesti arvokkaita kaloja (ahven, silakka, kuha ja siika), joista ahventa oli eniten eli 1300 tonnia (Liite 4).

Taulukko 5. Merimetson kalankulutusarvio koko tutkimusalueella ja rannikon eri osissa vuoden 2009 lintumäärillä. Aikuisen linnun ravinnonkulutusmerkintä 238 ja 300 (g/vrk) tarkoittaa 238 (g/vrk) pesimäkauden ulkopuolella ja 300 (g/vrk) pesimäkaudella.

alue	aikuisten ravinnonkulutus(g/vrk)	ravinnonkulutus pesimäkauden lopulla(tn)	ravinnonkulutus yhteensä 1.4.–31.10.(tn)
koko Suomi	400	2800	5400
	238 ja 300	2000	3500
	672	4700	9200
Perämeri	400	50	90
	238 ja 300	30	60
	672	80	150
Merenkurkku	400	120	240
	238 ja 300	90	160
	672	210	400
Selkämeri	400	1100	2100
	238 ja 300	750	1300
	672	1800	3500
Saaristomeri	400	680	1300
	238 ja 300	480	880
	672	1100	2300
Suomenlahti	400	870	1700
	238 ja 300	610	1100
	672	1500	2800

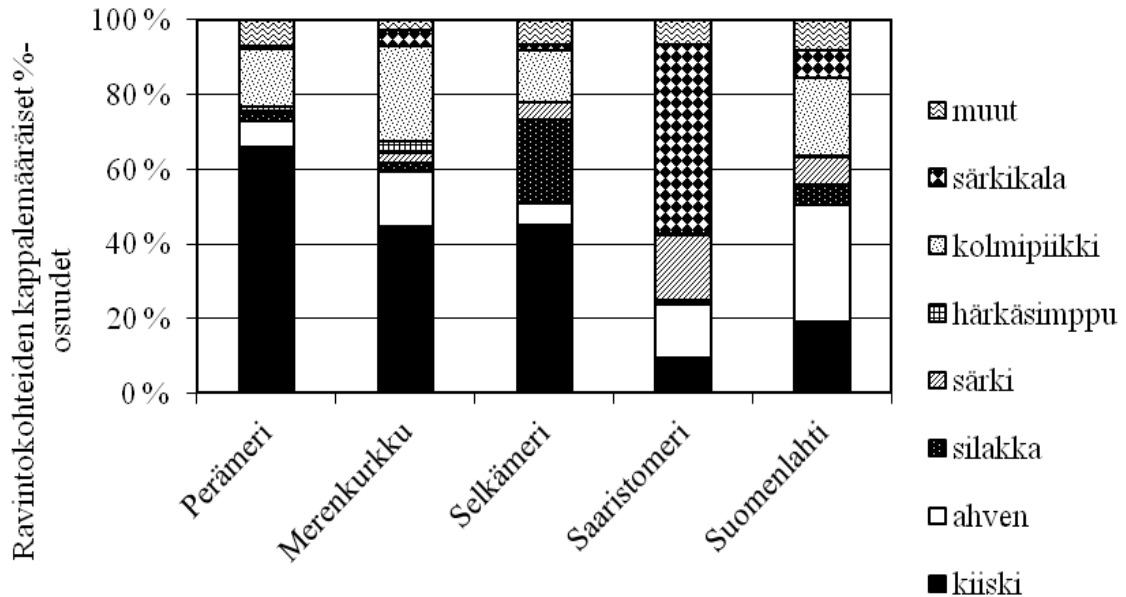
3.1. Rannikkoalueiden väliset erot

Merimetson ravinnossa ilmeni eri rannikkoalueille tunnusomaisia piirteitä (Kuva 7). Kaikilta alueilta löytyviä ravintokohteita olivat ahven, kiiski, särki, silakka, kuore ja kivinilkka. Lajimäärä vaihteli alueittain 11–18 lajin välillä. Kaikilla alueilla kolme massaltaan tärkeintä ravintokohdetta muodostivat vähintään 80 % ravinnosta (Kuva 8).

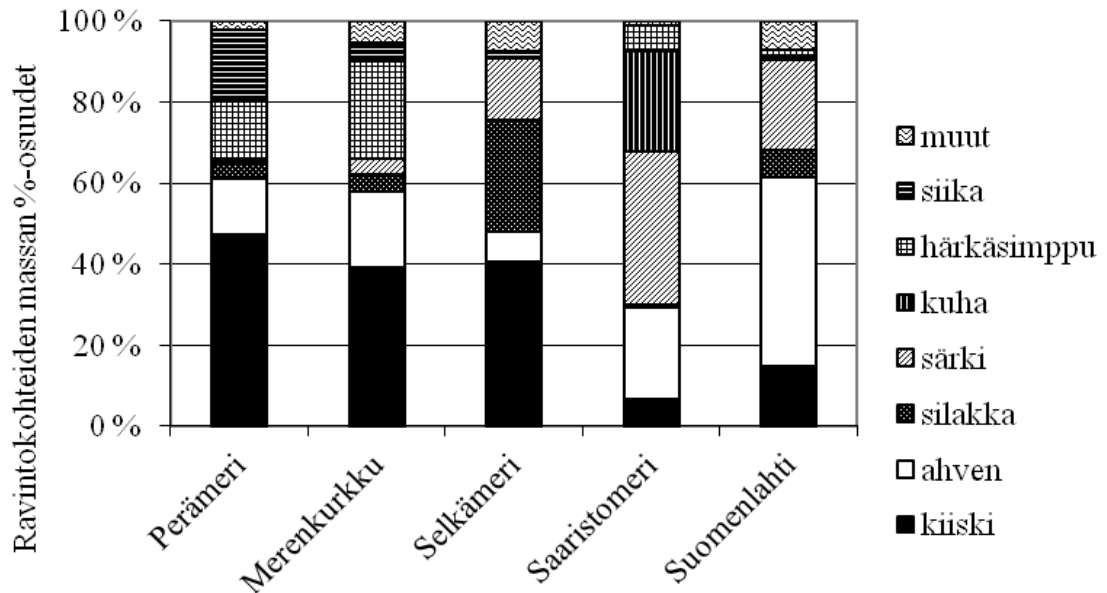
Selvin ero alueiden välillä oli, että kiiskan, härkäsimpun ja siian merkitys väheni kun taas särkikalajien merkitys lisääntyi merimetson ravinnossa siirryttäessä pohjoisesta etelään. Merimetson ravinnossa oli tilastollisesti merkitsevä ero sekä eri rannikkoalueiden (Mantel-testi, $r=0,176$, $p<0,001$) (Kuva 9) että Pohjanlahden, Saaristomeren ja Suomenlahden välillä (Mantel-testi, $r=0,210$, $p<0,001$).

Merimetson syömien kalalajien keskipituuksissa esiintyi vaihtelua rannikkoalueiden välillä (Liite 2). Saaliskalojen pituuksien alueellisessa vertailussa havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja tutkituissa kiiskissä (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=164,5$, $df=4$, $p<0,001$), ahvenissa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=32,7$, $df=4$, $p<0,001$), särjissä (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=21,8$, $df=4$, $p<0,001$), härkäsimpussa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=12,7$, $df=3$, $p=0,005$) ja kivinilkoissa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=8,61$, $df=2$, $p=0,013$). Silakoiden (Kruskal–Wallis-

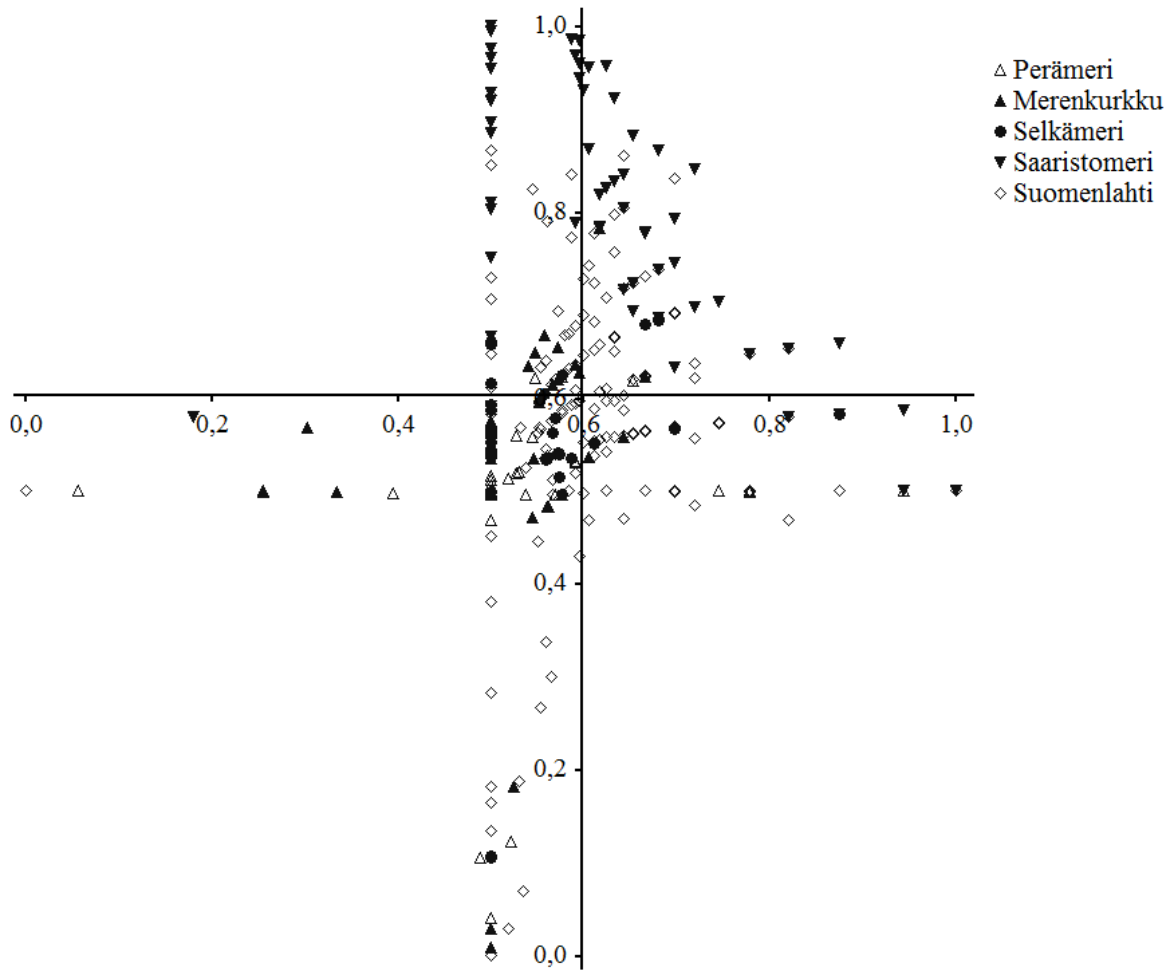
testi, $\chi^2=5,58$, $df=4$, $p=0,233$) ja kuoreiden (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=7,35$, $df=4$, $p=0,118$) pituuksissa ei sen sijaan havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja alueiden välillä. Rannikkoalueiden välillä havaittiin eroja kalojen keskimassoissa (Liite 3).



Kuva 7. Merimetson ravintokohteiden kappalemääräiset prosentiosuudet rannikon eri osissa. Kohtaan muut kuuluvat kalalajit ovat kivinilkka, siika, kuore, kuha, hauki, made, kilohaili, kampela, lohi, meritaimen ja kivisimppu.



Kuva 8. Merimetson ravintokohteiden luutumista arvioitujen massojen prosentiosuudet rannikon eri osissa. Kohtaan muut kuuluvat kalalajit ovat lahna, kivinilkka, hauki, kuore, kampela, lohi, meritaimen ja kilohaili.



Kuva 9. Bray–Curtis-ordinaatioanalyysin avulla esitetty rannikkoalueiden välinen ravintokoostumuksen vaihtelu. Pisteiden arvo 0 tarkoittaa yhteneväisyyttä muiden pisteiden kanssa ja arvo 1 eroavaisuutta muista pisteistä. Analyysissä on käytetty saalislajien kappalemääriä. Mantel-testi ($r=0,176$, $p<0,001$).

3.1.1. Perämeri

Perämeren näytteistä löytyi 14 kalalajia. Kappalemääräisesti tärkeimmät saalislajit olivat järjestyksessä kiiski, kolmipiikki, ahven ja siika. Niiden osuus merimetson ravinnosta oli 92 %. Kokonaismassaltaan tärkeimmät saalislajit olivat kiiski, siika, härkäsimppu ja ahven, joiden osuus ravinnosta oli 93 %.

Merimetson käyttämä ravinto erosi Perämerellä muista alueista siten, että siellä se sisälsi runsaasti kiiskiä ja melko vähän särkikalvoja. Perämerellä käytetty ravinto erosi tilastollisesti merkitsevästi kaikilla muilla rannikkoalueilla käytetystä ravinnosta, mutta lähimpänä samaa se oli Merenkurkun kanssa (Taulukko 6).

Perämeren ravintinäytteistä löytyi 59 % kaikista tutkimuksessa havaituista lohikaloista. Pääosa eli 81 % alueen lohikaloista oli siikoja. Merimetson saalislohteista 43 % oli pohjakaloja ja 29 % vapaan veden kalalajeja. Kaloista 29 % ei kuulunut selkeästi pohjakalojen eikä vapaan veden kalojen luokkaan. Eri habitaateissa elävien kalojen yksilömääriä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=3,384$, $df=2$, $p=0,184$).

Kalankulutusarvio Perämeren alueelta pesimäkauden aikana vuonna 2009 oli 50 tonnia ja koko avovesikaudelta 90 tonnia (Taulukko 5). Merimetson vuotuisesta kalankulutuksesta 35 % oli taloudellisesti arvokkaita kaloja, joista siian osuus oli 50 %.

Perämeren Kruunien pesimäkolonian ravinnosta kerättiin näytteitä kahtena eri ajankohtana eli 8.6.2003 ja 20.6.2003. Tällöin saaduista näytteistä kävi ilmi, että selkeimmät ajankohdasta johtuvat muutokset jälkimmäisellä kerralla olivat ahvenen merkityksen väheneminen ja härkäsimpun 25 % massaosuuden pieneneminen 6 %:n osuudeksi. Samanaikaisesti siian 7 % massaosuus ravinnossa kasvoi 24 %:n osuudeksi.

Kappalemääräisissä osuuksissa ahvenen osuus pieneni 9 prosenttiyksikköä, härkäsimpun osuus pieneni 3 prosenttiyksikköä, mutta siian osuus kasvoi 3 prosenttiyksikköä ensimmäisestä näytteidenkeräyskerrasta.

Tärkeimmät lajit merimetson ravinnossa kokonaismassaltaan 8.6.2003 olivat kiiski, härkäsimppu ja ahven ja 20.6.2003 merkittävimmät lajit olivat kiiski ja siika. Ensimmäisellä keräyskerralla kappalemääräisesti tärkeimmät lajit merimetson ravinnossa olivat kiiski ja ahven, kun jälkimmäisellä kerralla tärkeimmät lajit olivat kiiski ja kolmipiikki.

Taulukko 6. Mantel-testin korrelaatiokertoimet (r) ja p-arvot (p) ravinnonkäytön suhteen eri rannikkoalueiden välillä.

vertailualueet	r	p
Perämeri-Merenkurkku-Selkämeri-Saaristomeri	0,263	<0,001
Perämeri-Merenkurkku-Selkämeri-Suomenlahti	0,171	<0,001
Perämeri-Merenkurkku-Selkämeri	0,101	<0,001
Perämeri-Merenkurkku	0,041	0,031
Perämeri-Selkämeri	0,148	<0,001
Perämeri-Saaristomeri	0,509	<0,001
Perämeri-Suomenlahti	0,218	<0,001
Merenkurkku-Selkämeri	0,111	<0,001
Merenkurkku-Saaristomeri	0,426	<0,001
Merenkurkku-Suomenlahti	0,120	0,001
Selkämeri-Saaristomeri	0,491	<0,001
Selkämeri-Suomenlahti	0,221	<0,001
Saaristomeri-Suomenlahti	0,184	<0,001

3.1.2. Merenkurkku

Merenkurkun ravintinäytteistä löytyi 12 kalalajia. Kappalemääräisesti tärkeimmät lajit olivat kiiski, kolmipiikki ja ahven ja kokonaismassaltaan merkittävimmät saalisajit kiiski, härkäsimppu ja ahven. Kappalemääräisesti tärkeimpien lajien osuus merimetson ravinnosta oli 85 % ja massaltaan tärkeimpien lajien osuus 82 %.

Merenkurkun alueen ominaispiirteitä merimetson ravinnossa oli härkäsimppujen sekä kolmipiikkien runsaus. Härkäsimppu muodosti 24 % ravinnon kokonaismassasta, kun muilla rannikkoalueilla se jäi korkeimmillaankin 15 %:n alapuolelle. Merimetson

ravinnonkäyttö Merenkurkun alueella erosi kaikista muista rannikkoalueista tilastollisesti merkitsevästi (Taulukko 6).

Merimetson saaliskohteista 42 % oli pohjakaloja, 33 % vapaan veden kalalajeja ja 25 % ei selviä pohjakaloja eikä vapaan veden lajeja. Eri habitaateissa elävien kalojen yksilömäärissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa merimetson ravinnossa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=0,498$, $df=2$, $p=0,780$).

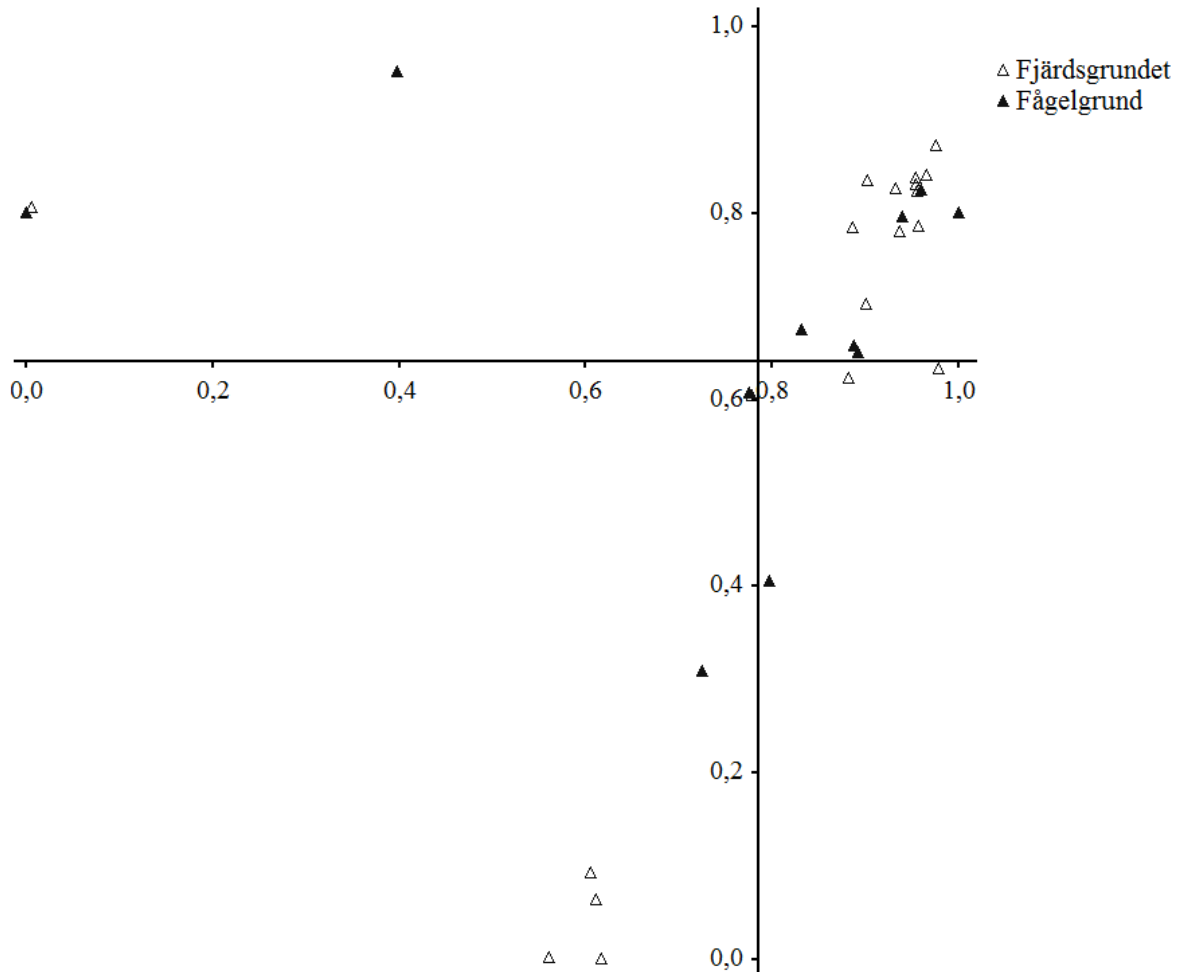
Kalankulutusarvio Merenkurkun alueelta pesimäkauden aikana vuonna 2009 on 120 tonnia ja koko avovesikaudelta 240 tonnia (Taulukko 5). Merimetson vuotuisesta kalankulutuksesta 27 % oli taloudellisesti arvokkaita kaloja, joista ahventa 68 %.

Merenkurkun alueella tutkittiin kahta merimetson pesimäkoloniaa: Fjärdsfrundetia ja Fågelgrundia. Fjärdsgrundetilla kappalemääräisesti tärkeimmät lajit olivat kiiski, ahven ja kolmipiikki. Kokonaismassaltaan huomattavimmat lajit olivat kiiski, härkäsimplu ja ahven. Kappalemääräisesti tärkeimpien lajien osuus merimetson ravinnosta oli 85 % ja kokonaismassaltaan merkittävimpien lajien osuus 84 %.

Fågelgrundin koloniassa kappalemääräisesti tärkeimmät ravintokohteet olivat kolmipiikki, kiiski ja ahven. Kokonaismassaltaan merkittävimmät saalislajit olivat ahven, kiiski ja silakka. Tässä koloniassa kappalemääräisesti tärkeimpien ravintokohteiden prosenttiosuus oli 86 % ja kokonaismassaltaan merkittävimpiä lajeja merimetso oli syönyt 81 %:n verran.

Kun vertailtiin näiden kahden pesimäkolonian ravinnonkäyttöä kappalemääräisesti, suurimmat erot suhteellisissa osuuksissa lajien välillä oli kiiskellä ja kolmipiikillä. Kokonaismassan prosenttiosuuksissa selvimmät erot lajien välillä olivat ahvenella ja härkäsimplulla.

Fjärdsgrundetilla kiisken kappalemääräinen osuus merimetson ravinnossa oli 26 prosenttiyksikköä suurempi kuin Fågelgrundilla. Vastaavasti kolmipiikin osuus Fjärdsgrundetilla oli 30 prosenttiyksikköä pienempi kuin Fågelgrundilla. Kokonaismassasta ahvenen osuus Fågelgrundilla oli 24 % suurempi kuin Fjärdsgrundetilla. Härkäsimplun suhteellinen osuus oli Fågelgrundilla 25 % pienempi kuin Fjärdsgrundetilla. Näissä kahdessa pesimäkoloniassa käytetty kalaravinto ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Mantel-testi, $r=0,074$, $p=0,198$) (Kuva 10). Kalalajeja molempien yhdyskuntien näytteistä löytyi 9 kpl, joista molemmille yhteisiä lajeja oli 7.



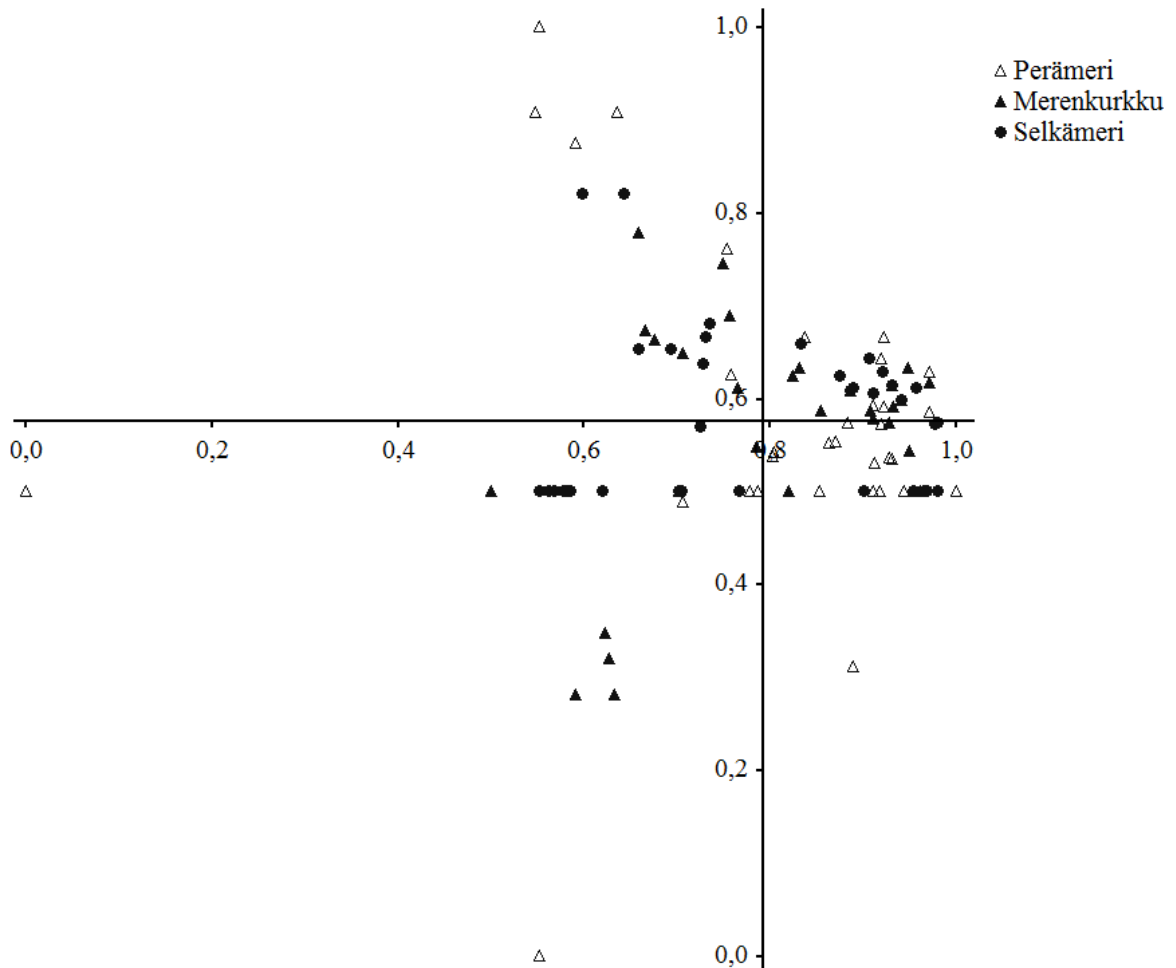
Kuva 10. Bray–Curtis-ordinaatioanalyysin avulla lasketut Uudenkaarlepyyn Fjärdsgrundetin ja Fågelgrundin merimetsokolonioiden väliset erot ravintokoostumuksessa. Pisteiden arvo 0 tarkoittaa yhteneväisyyttä muiden pisteiden kanssa ja arvo 1 eroavaisuutta muista pisteistä. Analyysissa on käytetty saalislajien kappalemääriä. Mantel-testi ($r=0,074$, $p=0,198$).

3.1.3. Selkämeri

Selkämeren ravintönäytteistä löytyi 10 kalalajia. Kappalemääräisesti tärkeimmät lajit merimetson ravinnossa olivat kiiski, silakka ja kolmipiikki. Kokonaismassaltaan tärkeimmät saalislajit olivat kiiski, silakka ja särki. Kappalemääräisesti tärkeimpien lajien osuus merimetson ravinnosta oli 82 % ja massaltaan tärkeimpien lajien osuus 84 %.

Selkämeren alue erottui muista rannikkoalueista suuremmalla silakan osuudella ja vähäisemmällä ahvenen osuudella. Se erosi näistä alueista myös tilastollisesti merkitsevästi (Taulukko 6). Muista rannikkoalueista ravinnonkäytöllisesti lähimpänä Selkämeren alue oli Merenkurkun alue (Kuva 11). Merimetson saaliskohteista 50 % oli pohjakaloja, 20 % vapaan veden kalalajeja ja 30 % ei selviä pohjakaloja eikä pelagisia lajeja. Eri habitaateissa elävien kalojen yksilömäärissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa merimetson ravinnossa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=0,694$, $df=2$, $p=0,707$).

Selkämeren alueella merimetsot kuluttivat kalaa arviolta noin 1100 tonnia pesimäkaudella ja 2100 tonnia koko avovesikaudella (Taulukko 5). Merimetson vuotuisesta kalankulutuksesta 37 % oli taloudellisesti arvokkaita kaloja, joista silakkaa oli 76 %.



Kuva 11. Bray–Curtis-ordinaatioanalyysin avulla lasketut Pohjanlahden eri osien välinen ravintokoostumuksen vaihtelu. Pisteiden arvo 0 tarkoittaa yhteneväisyyttä muiden pisteiden kanssa ja arvo 1 eroavaisuutta muista pisteistä. Analyysissä on käytetty saalislajien kappalemääriä. Mantel-testi ($r=0,101$, $p<0,001$).

3.1.4. Saaristomeren

Saaristomeren näytteistä löytyi 11 kalalajia. Kappalemääräisesti merkittävimmät saalislajit olivat särki, ahven ja kiiski. Kokonaismassaltaan tärkeimmät ravintokohteet merimetsolle olivat särki, kuha ja kiiski. Kappalemääräisesti merkittävimpien lajien osuus ravinnosta oli 41 % ja massaltaan tärkeimpien lajien osuus oli 85 %.

Saaristomeren erottui muista alueista särkikalavaltaisuudellaan, kuhan merkittävällä esiintymisellä ja kolmipiikin puuttumisella. Saaristomerellä särkikalat muodostivat 68 % merimetsan ravinnosta. Alueen ravintonäytteistä löytyneiden kuhien kokonaismassan osuus oli 91 % kaikista tutkimuksessa havaituista kuhista. Saaristomerellä käytetty ravinto erosi tilastollisesti merkitsevästi kaikilla muilla rannikkoalueilla käytetystä ravinnosta (Taulukko 6). Merimetsan saalislohteista 55 % oli pohjakaloja, 18 % vapaan veden kalalajeja ja 27 % lajeista ei kuulunut pohjakalojen eikä vapaan veden kalojen luokkaan. Eri habitaateissa elävien kalojen yksilömäärissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa merimetsan ravinnossa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=0,120$, $df=2$, $p=0,942$).

Kalankulutusarvio Saaristomeren alueella pesimäkauden aikana vuonna 2009 oli 680 tonnia ja koko avovesikaudelta 1300 tonnia (Taulukko 5). Merimetsan vuotuisesta kalankulutuksesta 48 % oli taloudellisesti arvokkaita kaloja, joista kuhaa oli 51 %.

Tärkeimmät lajit kokonaisuusmassaltaan 29.6.2009 kerätyissä näytteissä olivat kuha ja särki 86 %:n osuudella ravinnosta ja 22.10.2009 saaduista merkittävimmät lajit olivat särki, ahven ja kuha 85 %:n ravinto-osuudella. Kappalemääräisesti tärkeimmät ravintokohteet 29.6.2009 kerätyissä näytteissä olivat särkikalat, ahven ja kiiski, kun vastaavasti 22.10.2009 saaduissa näytteissä merimetson ravinnon tärkeimmät kohteet olivat särkikalat ja ahven.

3.1.5. Suomenlahti

Suomenlahden näytteistä löytyi 17 kalalajia. Merkittävimmät saalislajit kappalemääräisesti olivat ahven, kolmipiikki ja kiiski. Kokonaisuusmassaltaan tärkeimmät ravintokohteet olivat ahven, särki ja kiiski. Kappalemääräisesti merkittävimpien lajien osuus ravinnosta oli 72 % ja massaltaan tärkeimpien lajien osuus 84 %.

Suomenlahden osalta huomiota kiinnitti ahvenen merkittävä runsaus: siellä 46 % merimetson syömästä ravintomassasta oli ahventa. Merimetson ravinnonkäytössä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero Suomenlahden ja muiden rannikkoalueiden välillä (Taulukko 6). Merimetson saaliskohteista 56 % oli pohjakaloja, 22 % vapaan veden kalalajeja ja 22 % ei selviä pohjakaloja eikä pelagisia lajeja. Eri habitaateissa elävien kalojen lajimäärissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa merimetson ravinnossa (Kruskal–Wallis-testi, $\chi^2=0,474$, $df=2$, $p=0,789$).

Suomenlahden alueelta kalankulutusarvio vuonna 2009 oli 870 tonnia pesimäkaudelta ja 1700 tonnia koko avovesikaudelta (Taulukko 5). Merimetson vuotuisesta kalankulutuksesta 54 % oli taloudellisesti arvokkaita kaloja, joista ahventa oli 86 %.

Itäiseltä Suomenlahdelta merimetson ravinnosta löytyi 12 saalislajia ja läntiseltä Suomenlahdelta 13 lajia. Itäisellä Suomenlahdella kappalemääräisesti tärkeimmät ravintokohteet olivat kolmipiikki, ahven ja kiiski. Läntisen Suomenlahden kappalemääräisesti merkittävimmät ravintokohteet olivat ahven, kiiski ja kivinilka. Kappalemääräisesti merkittävimpien lajien osuus ravinnosta itäisellä Suomenlahdella oli 73 % ja läntisellä 79 %. Molemmilla alueilla kokonaisuusmassaltaan tärkeimmät saalislajit olivat ahven, särki ja kiiski. Näiden lajien osuus ravinnosta itäisellä Suomenlahdella oli 77 % ja läntisellä 81 %. Merimetson itäisellä Suomenlahdella käyttämä ravinto erosi tilastollisesti merkitsevästi läntisellä Suomenlahdella käytetystä ravinnosta (Mantel-testi, $r=-0,080$, $p=0,012$).

Suomenlahdella merimetson ravinnossa merkittävimpinä esiintyneiden lajien keskipituudet olivat länsiosassa 0,9–4,1 cm suurempia kuin itäosassa. Tärkeimpien saalislajien pituuksissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä pituusero itäisen ja läntisen Suomenlahden välillä (Mann–Whitney U-testi: kiiski, $U=16883,5$, $p<0,001$, ahven, $U=26577,0$, $p<0,001$, särki, $U=1253,5$, $p<0,001$ ja kivinilka, $U=1581,5$, $p<0,001$). Lajikohtaiset keskimassat olivat 4,6–46,6 g suurempia läntisellä kuin itäisellä Suomenlahdella.

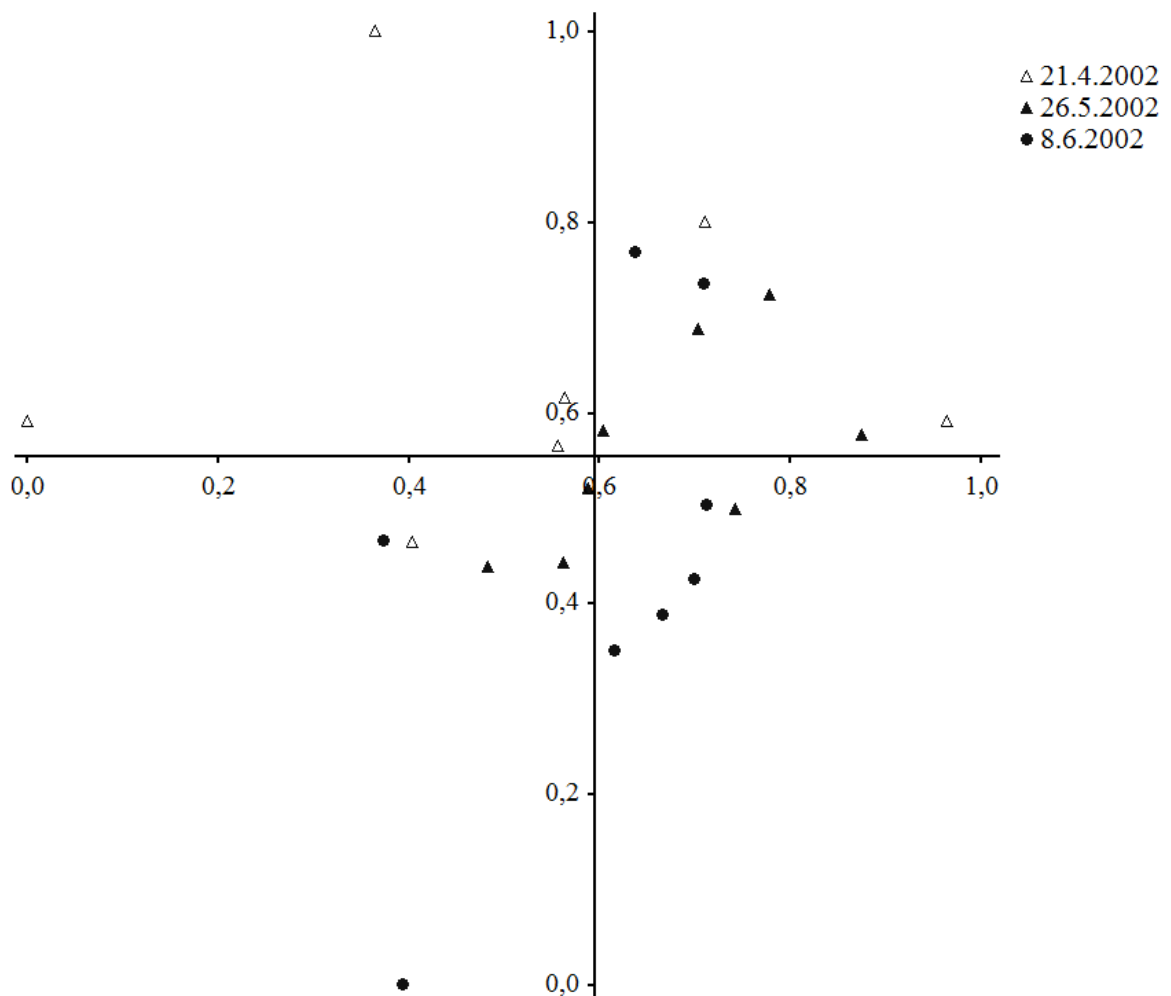
Taloudellisesti arvokkaiden kalalajien osuus itäisellä Suomenlahdella oli 47 % kokonaisuusmassasta, joista ahventa 81 %. Vastaavasti läntisellä Suomenlahdella taloudellisesti arvokkaiden kalalajien osuus kokonaisuusmassasta oli 55 %, joista ahventa oli 90 %.

Raaseporin Båtgrundetin merimetsokolonian kappalemääräisesti merkittävimmät saaliskalalajit olivat huhtikuussa kiiski ja ahven 85 %:n osuudella, toukokuussa ahven, kiiski ja kivinilka 95 %:n ja kesäkuussa ahven ja kivinilka 72 %:n osuudella.

Kokonaismassaltaan tärkeimmät ravintokohteet olivat huhtikuussa ahven, kiiski ja särki 95 %:n, toukokuussa ahven ja kivinilikka 75 %:n ja kesäkuussa ahven, särki ja kivinilikka 86 %:n osuudella.

Selvimmät ajalliset muutokset Båtgrundetin kolonian ravintokohteissa huhtikuun ja kesäkuun välisenä aikana kerättyjen näytteiden välillä olivat: kiisken kokonaismassaosuuden väheneminen 24 %:sta 5 %:iin, kivinilkan massaosuuden kasvu 2 %:sta 23 %:iin ja silakan 1 %:n massaosuuden kasvaminen 7 %:n osuudeksi.

Kappalemääräisissä osuuksissa kiisken osuus pieneni 44 %:sta 7 %:iin ja kivinilikka kasvatti osuutensa 4 %:sta 22 %:iin. Huhtikuussa syöty ravinto erosi tilastollisesti merkitsevästi sekä toukokuussa (Mantel-testi, $r=0,186$, $p=0,008$) että kesäkuussa (Mantel-testi, $r=0,179$, $p=0,009$) syödystä ravinnosta (Kuva 12). Toukokuun ja kesäkuun ravintönäytteet eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Mantel-testi, $r=0,039$, $p=0,505$).



Kuva 12. Bray–Curtis-ordinaatioanalyysin avulla laskettu ravinnon ajallinen vaihtelu Raaseporin Båtgrundetin merimetsokoloniassa pesimäaikana. Pisteiden arvo 0 tarkoittaa yhteneväisyyttä muiden pisteiden kanssa ja arvo 1 eroavaisuutta muista pisteistä. Analyysissa on käytetty saalislajien kappalemääriä. Mantel-testi (huhti-toukokuu $r=0,186$, $p=0,008$, huhti-kesäkuu $r=0,179$, $p=0,009$, touko-kesäkuu $r=0,039$, $p=0,505$).

Lerharun–Sköldharun-kolonioiden näytesarjassa tärkein ravintokohde kokonaismassaltaan läpi koko ajanjakson oli ahven, jonka osuus vaihteli välillä 44–61 %.

Muita merkittäviä lajeja kokonaisuutensa olivat särki, jonka osuus vaihteli toukokuusta eteenpäin välillä 26–31 % ja kiiski, jonka osuus vaihteli välillä 6–16 %.

Kappalemääräisesti tärkeimmät lajit olivat myös ahven, kiiski ja särki, jotka muodostivat ajankohdasta riippuen 71–87 % osuuden. Ainoastaan toukokuun lopulla kivinilkan 12 %:n osuus riitti kiilaamaan kolmen merkittävimmän kalalajin joukkoon. Merimetson syövä ravinto Lerharun–Sköldharun-pesimäluodoilla erosi tilastollisesti merkittävästi saman kunnan alueella sijaitsevan Båtgrundetin kolonian käyttämästä ravinnosta (Mantel-testi, $r=0,065$, $p=0,030$).

Selkeimmät muutokset kyseisellä ajanjaksolla olivat särjen merkityksen kasvu kokonaisuutensa osalta 26 %:sta 31 %:iin. Särjen kappalemääräinen osuus kasvoi 4 %:sta 16 %:iin. Kiiskan kappalemääräinen osuus laski tarkastelujakson kolmena ensimmäisenä havaintokertana 22 prosenttiyksikköä, mutta samanaikaisesti kokonaisuutensa osuus kasvoi 6 prosenttiyksikköä.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tämän tutkimuksen ravintoanalyysitulokset vastaavat aiempia havaintoja merimetson laaja-alaisesta saalislajikirjosta (Leopold ym. 1998, Santoul ym. 2004, Lehikoinen 2005, Liordos & Goutner 2008). Aiemmissä tutkimuksissa on merimetson ravinnosta löydetty 10–59 ravintokohdetta riippuen tutkimusalueen sijainnista ja tutkimuksen laajuudesta (Engström 2001, Lunneryd & Alexandersson 2005). Tässä työssä havaitut 22 kalalajia edustavat tyypillistä muissa tutkimuksissa todettua ravintokohteiden määrää.

Eri puolilla Eurooppaa tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että suuresta ravintokohteiden lajimäärästä huolimatta suurin osa ravinnosta koostuu 3–10 lajista (esim. Engström 2001, Lehikoinen 2005, Lunneryd & Alexandersson 2005, Čech ym. 2008). Koko Suomen rannikon osalta pääosa merimetson ravinnosta muodostui neljästä saalislajista. Ravinnon pääosan muodostuminen 3–4 lajista havaittiin jokaisella tarkastelutasolla, mutta syödyt kalalajit vaihtelivat siirryttäessä koko rannikon tarkastelusta yksittäisen ravintonäytteen tarkasteluun.

Merimetso ei ole lajispesifinen saalistaja (Gremillet ym. 1996), mutta kuitenkin vain pieni osa saalislajeista muodostaa pääosan ravinnosta eri puolilla sen elinpiiriä (Liordos & Goutner 2007). Suosituin selitys tälle ilmiölle on, että merimetso keskittyy syömään alueella runsaina esiintyviä kalalajeja. Muita mahdollisia syitä voisi olla esimerkiksi se, että yhdyskunnissa esiintyvällä pesimäpaikkahierarkialla (Wittenberger & Hunt 1985, Lehikoinen 2006) olisi vaikutusta lintujen käyttämiin syönnösalueisiin, mikä johtaisi runsaaseen lajimäärään ja näiden alueiden tärkeimmät ravintokohteet muodostaisivat muutaman runsaampana esiintyvän lajin ryhmän. Toisaalta merimetsoyksilöiden välillä saattaisi olla erilaisia mieltymyksiä ravinnon suhteen, jolloin kerätessä ravintonäytteitä kolonia- tai parvikohtaisesti löydetään laaja kirjo kalalajeja, joista tietyt lajit olisivat useampien yksilöiden suosiossa. Lisäksi eri kalalajien mahdolliset käyttäytymiserot merimetson uhatessa voivat tehdä toisista lajeista helpompia saaliskohteita merimetsolle. Todennäköisesti muutamien kalalajien paikallinen runsaus ravinnossa selittyy alueen yleisimpien lajien, syönnösalueiden ja yksilöllisten mieltymysten yhteisvaikutuksella.

Merimetsojen tiedetään kalastavan sekä yksin että parvissa (Van Eerden & Voslamber 1995). Parvissa kalastamista esiintyy useimmiten matalissa sameissa vesissä, joissa pyydystäminen tapahtuu vapaassa vedessä. Yksin saalistetaan yleensä pohjan tuntumassa (Dirksen ym. 1995, Gremillet ym. 1996). Pääosa kalastuksesta tapahtuu

kuitenkin yksin, minkä seurauksena huomattava osa ravinnosta koostuu pohjassa tai pohjan tuntumassa oleilevista lajeista (Orta 1992).

Merimetsoyksilö voi tilanteen vaatiessa vaihtaa kalastustapaa joustavasti, jolloin ravinnosta löytyy sekä pohjakaloja että pelagisia kaloja (Gremillet ym. 1996). Tässä tutkimuksessa havaituista saalislajeista noin puolet oli pohjakaloja ja kolmannes vapaan veden kalalajeja. Pohjakalojen ja vapaan veden kalojen suhde on samansuuntainen Gremilletin ym. (1996) Ranskassa tekemien havaintojen kanssa.

Rannikkoalueita vertailtaessa pohjakalojen suhteellinen osuus kalalajeista kasvaa noin 10 %:lla siirryttäessä pohjoisesta etelään. Ero ei ole kuitenkaan tarpeeksi merkittävä, jotta voisi olettaa merimetsojen käyttävän ryhmäkalastustapaa useammin pohjoisessa kuin etelässä. Pelkkien lajiosuuksien perusteella ei voi todeta mahdollisia saalistuskäyttäytymiseroja, vaan myös ravinnoksi käytetyissä kalamäärissä pitäisi olla tilastollisesti merkitsevä ero, jotta olisi edes teoreettisesti mahdollista olettaa eroja myös saalistuskäyttäytymisessä. Pohja- ja vapaanvedenkalojen kappalemääräisissä osuuksissa ei ole havaittavissa samanlaista pohjois-eteläsuuntaista kehitystä. Itse asiassa Selkämerellä vapaan veden kaloja oli syöty eniten eli runsaat 40 %, kun muilla alueilla vapaan veden kaloja oli alle 20 % ravinnosta.

Aiempien tutkimusten perusteella merimetso suosii ravintokohteinaan 5–30 cm:n pituisia kaloja (Lunneryd & Alexandersson 2005, Liordos & Goutner 2007, Cech ym. 2008). Tässä tutkimuksessa havaittiin merimetsan käyttävän pääasiassa 9–25 cm:n pituisia saaliskaloja, mikä sopii hyvin aiempiin tutkimustuloksiin. Saaliskalalajien pituusjakaumista muodostuvat kaksi ryhmää selittää ravintona käytettyjen lajien suuri määrä. Ensimmäisen ryhmän muodostavat lajit, joiden yksilöt harvemmin kasvavat tarpeeksi pitkiksi kuulukseen toiseen ryhmään tai kyseisen lajin nuoria ikäryhmiä esiintyy runsaasti rannikkovesissä. Toinen ryhmä muodostuu lajeista, joiden vanhempien ikäryhmien yksilöt ovat liian suuria merimetsolle nieltäväksi, mutta se hyödyntää lajien nuorempia ikäryhmiä.

Saaliskalojen pituuksien alueellisessa vertailussa havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja tutkituissa kiiskissä, ahvenissa, särjissä, härkäsimpuissa ja kivinilkoissa. Tilastollisesti merkitsevää pituuserosta huolimatta havaitun eron biologista merkitystä merimetsan ja saalislajin kannalta voidaan pitää pienenä, koska keskipituudet erosivat lajista riippuen 2–6 cm alueiden välillä.

Tutkimusaikana taloudellisesti arvokkaiden kalojen (ahven, kuha, silakka ja siika) osuus massana merimetsan ravinnosta tutkimusaikana koko rannikkoalueella oli vajaat puolet. Rannikkoalueittain taloudellisesti arvokkaita kaloja oli paikasta riippuen vähintään neljännes tai jopa puolet ravinnosta. Tulos poikkesi jonkin verran useimmista Euroopassa tehdyistä tutkimuksista, joissa taloudellisesti merkittävien kalojen osuudet on katsottu vähäisiksi tarkoittaen korkeintaan neljänneksen osuutta ravinnosta (Lehikoinen 2005, Lilliendahl & Solmundsson 2006, Liordos & Goutner 2007). Engström (2001) havaitsi Ruotsin järvillä tekemissään tutkimuksissa samansuuruisia taloudellisesti arvokkaiden kalojen osuuksia merimetsan ravinnossa kuin tässäkin tutkimuksessa havaittiin. Siellä ahvenen osuus taloudellisesti arvokkaista kalalajeista oli merkittävin. Eri osissa Eurooppaa taloudellisesti arvokkaat kalalajit ja lajimäärät vaihtelevat, mikä saattaa selittää tulosten erilaisuutta.

Kaikilla tutkimusalueilla vähintään puolet arvokalojen osuudesta koostui yhdestä kalalajista. Dominoiva arvokalalaji vaihteli alueittain siten, että kaikki neljä lajia olivat edustettuna vähintään yhdellä tutkimusalueella merkittävimpänä arvokalalajina. Koko maan tasolla yleisin merimetsan syövä ammattikalastuksen kohteena oleva laji oli ahven.

Tulos oli odotettu johtuen ahvenen laajasta levinneisyysalueesta ja sen runsaudesta Suomen rannikkovesissä (Koli 1998).

Merimetson vuotuinen 5400 tonnin kalankulutus on n. 50 % pienempi kuin ammattikalastajien merialueen kokonaissaalis vuonna 2009 ilman silakan ja kilohailin troolisaaliita (Anonyymi 2010c) ja n. 40 % pienempi kuin vapaa-ajankalastajien kokonaissaalis mereltä vuonna 2009 (Anonyymi 2010b). Alueellisesti tarkasteltuna merimetson vuotuinen ravinnon kulutus on Saaristomerellä noin 40 %, Selkämeren ja Merenkurkun yhdistetyllä alueella noin 50 % ja Perämerellä noin 10 % ammattikalastuksen saaliista (Anonyymi 2010c). Suomenlahden alueella vuotuinen ravinnon kulutus on lähes kolminkertainen ammattikalastuksen saaliiseen verrattuna.

Tarkasteltaessa merimetson kuluttamien taloudellisesti arvokkaiden kalojen kilomäärää huomataan, että ainoastaan ahvenen osalta se on ammattikalastajien saalista suuremmalla tasolla eli noin kaksinkertainen. Vapaa-ajankalastajien ahvensaalis on kaksinkertainen merimetsojen saaliiseen verrattuna. Merimetson kuhasaalis on samansuuruinen ammattikalastajien kanssa ja 40 %:a vapaa-ajankalastajien saalista pienempi. Lisäksi ammatti- ja vapaa-ajankalastajien siikasaaliit ovat yli kymmenkertaiset verrattuna merimetson saaliiseen.

Muualla tehdyissä tutkimuksissa ei ole havaittu merimetson aiheuttavan uhkaa koko kalastuselinkeinolle (Keller 1995, Engström 2001, Liordos & Goutner 2007). Yksittäisten kalastuksen kohteena olevien saalislajien kantojen pienenemiseen merimetsolla on sen sijaan havaittu olleen vaikutusta (Leopold ym. 1998, Rudstam ym. 2004, Fielder 2008, Jepsen ym. 2010, Vetemaa ym. 2010). Merimetson syömät taloudellisesti arvokkaat kalat eivät useimmiten ole vielä rekrytoituneet ammattikalastuksen kohteiksi. Ammattikalastuksen näkökulmasta merimetso syö kaloja, jotka olisivat voineet tulevaisuudessa kasvaa pyydystettävän kokoisiksi ja näin lisätä kalansaaliita. Tämän takia merimetson kuluttama kalamäärä ei anna täyttä kuvaa sen vaikutuksista ammattikalastuksen saaliisiin.

Tutkimuksessa havaittiin selviä aluekohtaisia eroja merimetson ravinnonkäytössä. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu myös muista tutkimuksista, joissa on tutkittu merimetson ravintoa useammasta koloniasta laajan yhtenäisen vesistöalueen sisällä (Lilliendahl & Solmundsson 2006, Liordos & Goutner 2007). Alueiden välisiä eroja selittävät kooltaan laajat rannikkoalueet ja rannikon pituus sekä pesimäluotojen sijoittuminen niin sisä- kuin ulkosaaristoon. Näiden tekijöiden vuoksi kolonioiden käyttämien ruokailualueiden kalayhteisön rakenne poikkeaa laji- ja määräsuhteiltaan riittävästi (Ådjers ym. 2006), jotta se näkyy erilaisena saaliskoostumuksena merimetson ravinnossa. Erot näytteidenkeruujankohdassa saattavat myös osaltaan selittää alueiden välisiä eroja.

Kolmen tärkeimmän saalislajin osuus kunkin alueen ravinnossa oli merkittävä. Näistä kolmesta lajista yleensä yksi laji oli eri tai sen osuus ravinnossa poikkesi huomattavasti muihin alueisiin verrattuna luoden alueelle tyypillisen ominaispiirteen. Taloudellisesti arvokkaiden kalalajien osuus vaihteli rannikkoalueittain. Suurimmat siika-, kuha- ja ahvenosuudet ravintinäytteistä löytyivät Perämereltä, Saaristomereltä ja Suomenlahdelta. Näillä alueilla kyseisten kalalajien osuus merimetson ravinnosta koetaan kalastajien keskuudessa uhaksi elinkeinonharjoittamiselle (Salmi ym. 2010).

Samalla rannikkoalueella sijaitsevien kolonioiden välillä havaittiin sekä samankaltaisuuksia että tilastollisesti merkitseviä eroja merimetson ravintokoostumuksessa. Selitys tähän vaihteluun saattaa olla kolonioiden välinen etäisyys toisistaan. Vielä etäisyyttäkin merkittävämpi tekijä erojen syntymisessä voi olla kolonioiden sijoittuminen eri saaristovyöhykkeisiin.

Tutkimuksessa havaittiin lisäksi koloniakohtaista ajallista vaihtelua merimetson ravinnonkäytössä. Muun muassa Keller (1995) ja Lehikoinen (2005) ovat myös havainneet ajallisen vaihtelun merimetson ravinnossa niin pesimäpaikoilla kuin talvehtimisalueilla. Tässä työssä havaittu pesimäaikainen ajallinen vaihtelu selittyy pesinnän ja poikasten kehityksen eri vaiheilla. Lehikoinen (2005) on havainnut, että poikasten ollessa pieniä emot saalistivat pienempiä ja solakoita kalalajeja ja poikasten kasvaessa siirryttiin kookkaampiin ja vaikeammin nieltäviin lajeihin. Tässä tutkimuksessa havaittiin solakoiden kalalajien, etupäässä kivinilkan, osuuden kasvaneen merimetson ravinnossa poikasaikana. Koloniakohtaisesta ajallisesta vaihtelusta kertyneen aineiston pienuudesta johtuen saalislajien koon muutosta poikasten kehityksen eri vaiheissa ei pystytty tilastollisesti todentamaan.

Merimetsosta kalastukselle aiheutuvan haitan arviointi sekä toimenpidesuunnitelmat, joilla pyritään liennyttämään merimetsokannan ja kalastuselinkeinon välistä ristiriitaa tarvitsevat tuekseen kattavat tiedot merimetson ravinnosta toimenpidealueella. Päätöksenteossa käytettävien ravintotulosten tulisi perustua toimenpidealueelta kerättyihin näytteisiin, koska, kuten tämänkin tutkimuksen tulokset osoittavat, merimetson ravinnossa on huomattavaa paikallista vaihtelua, minkä vuoksi yhdellä alueella todettu haitta ei välttämättä ole yleistettävissä koskemaan muita alueita.

Kun käytetään muualta saatuja tuloksia merimetson vaikutusten arviointiin, tulee kiinnittää erityisesti huomiota siihen, että tulokset on saatu alueelta, joka on kalastoltaan ja fysikaalisilta ominaisuuksiltaan mahdollisimman samankaltainen kohdealueen kanssa.

Ravintoanalyysin tulee Suomen oloissa käsittää ajallisesti vähintään koko pesimäkausi, jos tarkoituksena on arvioida merimetson lajikohtaista kalankulutusta ja sen vaikutusta kalastajien saaliiseen. Ajallisesti suppeisiin yhden tai kahden näyte-erän perusteella yleistettyihin tuloksiin sisältyy huomattava riski vaikutusten yli- ja aliarvioimisesta, koska ravinto vaihtelee linnun elinkierron mukana. Vaikutusten arvioinnissa tulisi myös mahdollisuuksien mukaan kiinnittää huomiota mahdollisiin ravintoverkkovaikutuksiin.

Merimetson ravintotutkimuksia on tehty pääosin kolmella menetelmällä: oksennuspalloista, oksennuttamalla tai tutkimalla tapettujen lintujen vatsoja (Seefelt & Gillingham 2006). Lisäksi on käytetty suoriin havaintoihin pohjautuvia menetelmiä, kuten videokuvausta, havainnointia kiikareilla tai muulla optiikalla (Carss ym. 1997, Gremillet ym. 2005).

Seefelt & Gillingham (2006) havaitsivat, että eri menetelmät 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. Kvantitatiivisia määriä tutkittaessa oksennuspalloista saatuja tietoja tulisi käyttää lähinnä täydentävänä informaationa.

Oksennuspallojen tarkastelu on ollut suosituin tapa tutkia merimetson ravintokohteita (Carss ym. 1997). Oksennuspallojen käyttöä selittävät niiden monet hyvät puolet ja runsaasta käytöstä saatu tieto niiden heikkouksista (Suter & Morel 1996, Carss ym. 1997, Johnson ym. 2010). Oksennuspalloon kertyy saalislajien luutumia keskimäärin noin vuorokauden ajalta (Zijlstra & Van Eerden 1995). Oksennuttamalla tai tapettujen lintujen vatsoista saadut näytteet sisältävät yleensä vain osan päivän kokonaisravinnosta (Carss ym. 1997).

Oksennuspalloihin perustuvassa ravintoanalyysissä on epävarmuuksia, jotka vaikeuttavat tulosten tulkintaa. Tärkeimmät epävarmuutta aiheuttavat tekijät ovat tiedon

puute luutumien häviämisenopeudesta vatsalaukusta ja luutumien kuluminen sekä vaikeus erotella merimetson ravinto ja sen syömän petokalan ravinto toisistaan. Merimetson syömän petokalan ravinto saattaa näkyä tuloksissa, jos petokalan vatsassa on luutumia, jotka eivät ole ehtineet kulu tarpeeksi ennen joutumista merimetson ruuansulatusprosessiin ja siten mahdollisesti päätyvät muotonsa säilyttäneinä oksennuspalloon. Näiden epävarmuuksien takia iso-otoliittiset ahvenkalat ja nieluhampaista tunnistettavat särkikalat saattavat olla yliedustettuina verrattuna pieniotoliittisiin ja heikkoluisiin kaloihin, esim. silakka ja kivinilkka. Luutumien kulumisesta johtuva virhe kalan koon arvioinnissa on vältettävissä käyttämällä ehjiä, muotonsa säilyttäneitä luutumia arvioinnissa (Suter & Morel 1996).

Arvioitaessa merimetsojen kalankulutusta pelkkä tieto merimetson käyttämästä ravinnosta ei riitä. Tarvitaan myös tietoa siitä, kuinka paljon energiaa lintu kuluttaa minäkin ajanjaksona. Useissa tutkimuksissa päivittäinen ravinnontarve on laskettu suoraan oksennuspalloista tai vatsanäytteistä saaduista tuloksista, mistä seuraa huomattavaa harhaa käytetyn ravinnon kokonaismäärään (Gremillet ym. 1995). Merimetsojen päivittäisen ravinnontarpeen tutkimuksissa on pääosin käytetty menetelmänä jotakin näistä kolmesta: aika-energiabudjetti, kaksoismerkitty vesi (double-label water) tai vatsansisäinen lämpötilamittari (Carss ym. 1997).

Tutkimuksessa käytetty aika-energiabudjetti mahdollistaa koko tutkittavan merimetsopopulaation ravinnontarpeen laskemisen halutulta ajanjaksolta, esimerkiksi pesintäajalta tai koko vuoden osalta (Gremillet ym. 1995, 2003). Aika-energiabudjetin suurimpana etuna on mahdollisuus helposti sovittaa erilaisia parametrin arvoja, joilla pystytään kuvaamaan saman lajin erilaisia elinolosuhteita (Gremillet ym. 2003). Menetelmän heikkoutena on, että yhtäällä laskettu energian kulutusarvo ei välttämättä sovellu sellaisenaan käytettäväksi muualla. Tästä johtuvaa epävarmuutta voidaan vähentää tekemällä kalankulutuskalaukset myös arvioituilla ravinnonkulutuksen minimi- ja maksimimäärillä.

Näytteiden epätasainen jakautuminen ajallisesti ja paikallisesti aiheuttaa tuloksiin epävarmuutta, joka on otettava huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Mitä tarkempaan ajalliseen ja paikalliseen analyysiin mennään, sitä suuremmiksi epävarmuudet kasvavat. Ravinnon massaosuuksia tarkasteltaessa on huomioitava, että lajitasoa karkeammin tunnistettujen ravintokohteiden massat eivät näy massaosuuksissa, mikä tietyiltä osin aiheuttaa epävarmuutta tuloksiin.

Aiheen jatkotutkimuksia kannattaisi suunnata ravinnon ajallisen ja paikallisen vaihtelun tarkempaan selvittämiseen sekä niiden muuttujien löytämiseen, jotka mahdollistavat ravinnon valinnan luotettavan mallintamisen ilman näytteiden keräämistä jokaisesta koloniasta. Merimetson vaikutusta kalastuselinkeinoon tulisi tutkia entistä tarkemmin. Pidemmällä aikavälillä olisi myös syytä selvittää, millaisia muutoksia merimetsa aiheuttaa ravintoverkossa.

KIRJALLISUUS

Anonyymi 2005. Merimetson kannanhoitosuunnitelma. Ympäristöministeriö. *Ympäristöministeriön moniste* 160: 1-40.

Anonyymi 2010a. *Merimetsa seuranta. Suomen ympäristökeskus.* <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=226800&lan=fi&clan=fi#a4>. Hakupäivä 21.9.2010.

- Anonyymi 2010b. *Kalastus, kokonaissaalis Suomessa vuonna 2009, 1000kg*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. <http://www.rktl.fi/tilastot/kalastustilastot/>. Hakupäivä 14.9.2010.
- Anonyymi 2010c. Ammattikalastus merellä 2009. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. *Tilastoja 1/2010*.
- Carss D.N. & The Diet Assessment and Food Intake Working Group 1997. Techniques for assessing Cormorant diet and food intake: towards a consensus view. *Supplementi di Ricerche Biologia Selvaggina XXVI* (1997): 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. & Draštík 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.
- Dekker W. & De Leeuw J.J. 2003. Bird-fisheries interactions: the complexity of managing a system of predators and preys. Teoksessa: Cowx I. G. (toim.), *Interactions between fish and birds: Implications for management*, Blackwell, Oxford, 3-13.
- Debout G., Røv N. & Sellers R.M. 1995. Status and population development of cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* breeding on the Atlantic coast of Europe. *Ardea* 83: 47-59.
- Dirksen S., Boudewijn T.J., Noordhuis R. & Marteijs 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.
- Engström H. 1998. Mellanskarvens ekologi och effekter på fisk och fiske. *Fiskeriverket rapport 1:1998*: 5-29.
- 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.
- Fielder D.G. 2008. Examination of factors contributing to the decline of the yellow perch population and fishery in Les Cheneaux islands, Lake Huron, with emphasis on the role of double-crested cormorants. *J. Great Lakes Res.* 34: 506-523.
- Fiske E. & Røv N. 1997. Survival rates of great cormorant (*Phalacrocorax carbo carbo*) from ring-recovery data. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* 26: 159-162.
- Gremillet D., Schmid D. & Culik B. 1995. Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Mar. Eco- Prog. Ser.* 21: 1-9.
- Gremillet D., Argetin 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.
- Gremillet D., Wright G., Lauper A., Carss D.N. & Wanless S. 2003. Modelling the daily food requirements of wintering great cormorants: A bioenergetics tool for wildlife management. *J. Appl. Ecol.* 40: 266-277.
- Gremillet D., Enstipp M.R., Boudiffa M. & Liu H. 2005. Do cormorants injure fish without eating them? An underwater video study. *Mar. Biol.* 148: 1081-1087.
- Härkönen T. 1986. *Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Danbiu Aps, Hellerup, 256 s.
- Jepsen N., Klenke R., Sonnesen P. & Bregnballe T. 2010. The use of coded wire tags to estimate cormorant predation on fish stocks in estuary. *Mar. Freshwater Res.* 61: 320-329.

- 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. *J. Freshw. Ecol.* 25: 669-672.
- 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 s.
- Koli L. 1998. *Suomen kalat*. WSOY, Porvoo, 357 s.
- 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.
- Leopold M.F., van Damme C.J.G. & van der Veer H.W. 1998. Diet of cormorants and the impact of cormorants predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *J. Sea Res.* 40: 93-107.
- Lilliendahl K. & Solmundsson J. 2006. Feeding ecology of sympatric European shags *Phalacrocorax aristotelis* and great cormorants *Phalacrocorax carbo* in Iceland. *Mar. Biol.* 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.
- Liordos V. & Goutner V. 2008. Habitat and Temporal variation in diet of great cormorant nestlings in Greek colonies. *Waterbirds* 31: 424-437.
- Lunneryd S.-G. & Alexandersson K. 2005. Födoanalyser av storskarv, *Phalacrocorax carbo* i Kattegatt – Skagerrak. *Finfo 2005:11*: 1-21.
- Orta J. 1992. Phalacrocoracidae (cormorants). Teoksessa: del Hoyo J., Elliot A. & Sargatal J. (toim.), *Handbook of the birds of the world volume 1 ostrich to ducks*, Lynx Edicions, Barcelona, 326-353.
- Radu V. 2005. *Atlas for the identification of bony fish bones from archaeological sites*. Contrast, Bucuresti, 77 s.
- 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. *Ecol. Appl.* 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 sarja* 182: 1-69.
- Salmi J., Salmi P. & Moilanen P. 2010. Ammattikalastus ja merimetso: merestä elantaan hankkivien näkemyksiä. *Riista- ja kalatalous – Selvityksiä 1/2010*: 1-18.
- Santoul F., Hougas J.-B., Green A.J. & Mastrotillo S. 2004. Diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Malause (South-West France). *Arch. Hydrobiol.* 160: 281-287.
- 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.
- 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. *Colon. Waterbird.* 19: 280-284.

- Svetocheva O., Stasenkovna N. & Fooks G. 2007. *Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea*. PINRO, Murmansk, 47 s.
- Van Eerden M.R. & Voslamber B. 1995. Mass fishing by cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at lake Ijsselmeer, the Netherlands: a recent and successful adaption to a turbid environment. *Ardea* 83: 199-212.
- 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 J. Mar. Sci.* 67: 1-8.
- Wheeler A. 1978. *Key to the Fishes of Northern Europe*. Frederick Warne Ltd, London, 379 s.
- Wittenberger J.F. & Hunt G.L. Jr. 1985. The adaptive significance of coloniality in birds. Teoksessa: Farner D.S., King J.R. & Parkes K.C. (toim.), *Avian Biology volume VIII*, Academic Press, Inc, 2-78.
- 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.
- Žydelis R., Gražulevičius G., Zarankaite J., Mečionis R. & Mačiulis M. 2002. Expansion of the cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) population in western Lithuania. *Acta Zoologica Lituonica* 12: 283-287.
- Ådjers K., Appelberg M., Eschbaum R., Lappalainen A., Minde A., Repečka R. & Thoresson G. 2006. Trends in coastal fish stocks of the Baltic Sea. *Boreal Env. Res* 11: 13-25.

Liite 1. Tutkimuksen merimetsokoloniat, niiden sijainti, näytteiden keräyspäivä ja oksennuspallomäärät (n).

kunta	kolonia	Itämeren osa	päivämäärä	n
Ii	Krunnit	Perämeri	8.6.2003	30
Ii	Krunnit	Perämeri	20.6.2003	30
Uusikaarlepyy	Fågelgrund	Merenkurkku	9.6.2008	11
Uusikaarlepyy	Fjärdsgrundet	Merenkurkku	9.6.2008	19
Luvia	Marjakari	Selkämeri	7.6.2008	35
Uusikaupunki	Pohilainen	Selkämeri	30.6.2009	1
Masku	Aukkoletto	Saaristomeri	29.6.2009	2
Taivassalo	Kalmanhohde	Saaristomeri	29.6.2009	10
Taivassalo	Kalmanhohde	Saaristomeri	22.10.2009	50
Kirkkonummi	Gaddit	Suomenlahti	2.6.2008	30
Pernaja	Haverören	Suomenlahti	5.6.2008	30
Pernaja	Nätiskarven	Suomenlahti	3.6.2009	30
Raasepori	Lerharun	Suomenlahti	21.4.2002	4
Raasepori	Sköldharun-			
Raasepori	Lerharun	Suomenlahti	8.5.2002	14
Raasepori	Sköldharun	Suomenlahti	16.5.2002	5
Raasepori	Lerharun-			
Raasepori	Sköldharun	Suomenlahti	27.5.2002	9
Raasepori	Lerharun-			
Raasepori	Sköldharun	Suomenlahti	11.7.2002	6
Raasepori	Båtgrundet	Suomenlahti	21.4.2002	15
Raasepori	Båtgrundet	Suomenlahti	26.5.2002	15
Raasepori	Båtgrundet	Suomenlahti	8.6.2002	15
Virolahti	Ryslät	Suomenlahti	8.6.2009	32

Liite 4. Merimetson kalankulutusarvio saalislajeittain avovesikaudella (1.4. – 31.10.) koko tutkimusalueella ja rannikon eri osissa vuoden 2009 lintumäärillä. Aikuisen linnun ravinnonkulutusmerkintä 238 ja 300 (g/vrk) tarkoittaa 238 (g/vrk) pesimäkauden ulkopuolella ja 300 (g/vrk) pesimäkaudella.

alue	aikuisen linnun												
	ravinnonkulutus (g/vrk)	kiiski (tn)	ahven (tn)	silakka (tn)	kuore (tn)	kivinilkka (tn)	särki (tn)	lahna (tn)	kuha (tn)	härkäsimppu (tn)	kampela (tn)	siika (tn)	hauki (tn)
koko Suomi	400	1300	1300	700	20	110	1200	140	330	180	3	60	20
	238 ja 300	860	830	450	10	70	770	90	220	120	2	40	10
	672	2200	2100	1200	40	190	2000	230	550	310	5	110	30
Perämeri	400	40	10	3	0	0	1	0	0	10	0	20	1
	238 ja 300	30	8	2	0	0	0	0	0	8	0	10	1
	672	70	20	6	0	1	1	0	0	20	0	30	2
Merenkurkku	400	100	40	10	2	0	10	3	0	60	0	10	8
	238 ja 300	60	30	6	1	0	6	2	0	40	0	7	5
	672	160	70	20	3	0	20	4	0	100	0	20	10
Selkämeri	400	850	150	570	10	80	310	60	0	0	0	30	0
	238 ja 300	550	100	370	6	50	200	40	0	0	0	20	0
	672	1400	250	970	20	140	530	100	0	0	0	60	0
Saaristomeri	400	90	290	9	2	0	490	10	320	80	0	0	0
	238 ja 300	60	190	6	2	0	320	6	210	50	0	0	0
	672	150	490	20	4	0	820	20	540	140	0	0	0
Suomenlahti	400	250	770	110	7	30	370	70	8	30	3	0	10
	238 ja 300	160	500	70	4	20	240	40	5	20	2	0	8
	672	420	1300	190	10	50	620	110	10	50	5	0	20