

## Vaaran välttäminen pilkkasiipipoikueiden ravintovesillä

Martti Hario



Photo Antti Below

*Pilkkasiipeä on pidetty huonosti meriympäristöön sopeutuneena lajina. Sen poikueet hajoavat helposti, eivät alistu emon komentoon, ja monessa tilanteessa emon käyttäytyminen näyttää hämmentävän vastuuttomalta. Kuitenkin emot pystyvät ennakoimaan vaaran ja vetämään poikueensa pois saalistelevien lokkien läheltä. Vaaran välttämiskäyttäytyminen saattaa olla lajin "kollektiivisessa muistissa" vuositubansien ajalta. Lajin historia murtovesiympäristössä ei välttämättä ole sen lybyempi kuin haahkan.*

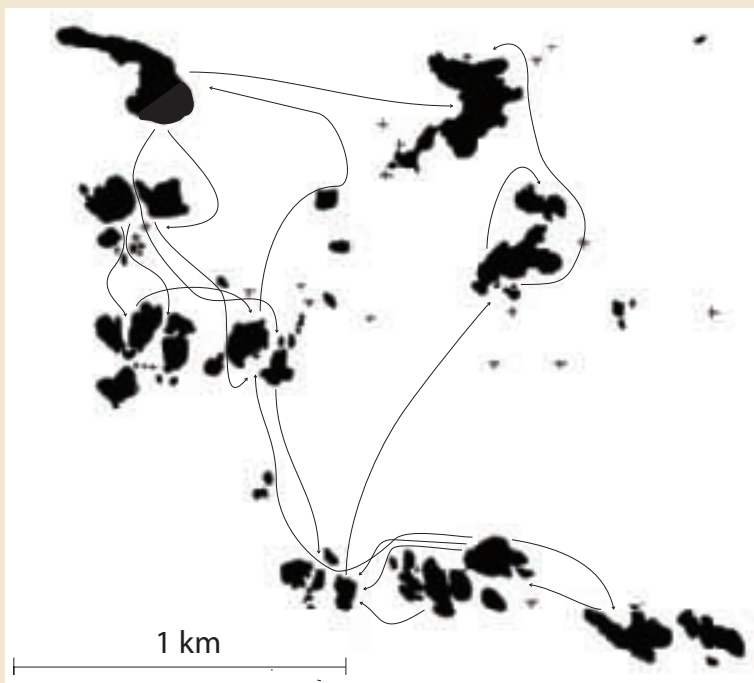
Eläinyksilön kelpoisuus (*engl.* fitness) on sitä korkeampi, mitä kustannustehokkaammin yksilö pystyy allokoimaan resurssiaan ravinnonottoon (Stephens & Krebs 1986, Bednekoff 2007). Ravinnonotto on yleensä riskialtista. Alttius joutua itse saaliiksi on muokannut eläinten vaaranvälttämiskäyttäytymistä ravinnonotossa. Eläin voi pienentää saaliiksi joutumisen riskiä valikoimalla ruokailuajankohtansa ja -paikkansa sekä ruokailumenetelmänsä siten, ettei saalistaja ole tehokkaimmillaan.

Ruokailemassa olevaa poikuettaan kaitseva pilkkasiipiemo *Melanitta fusca* valpastelee noin

80 % ajasta ja ruokailee itse vain noin 10 % ajasta (lopun 10 % kuluu lepäilyyn ym., Hario & Ovaskainen 2006). Pilkkasiipiemon varuillaanolon osuus on merkittävästi korkeampi kuin haahkaemon *Somateria mollissima*, toisen meriympäristön kokosukeltajan, jolla se on vain 40–55 % (Öst ym. 2002). Meriympäristössä pilkkasiiven ja haahkan poikasten saalistajat ovat ennen muuta harmaalokki *Larus argentatus* ja merilokki *L. marinus*. Emo itse ei ole vaarassa joutua lokkien saalistamaksi, mutta sen täytyy tinkiä ravinnonotostaan suojellessaan poikasiaan. Kuten potentiaalisilla saalislajeilla yleensä, pilkkasiipiemolla on käytet-

Kuva 1. Pilkkasiipipoikueiden siirtymäreittejä Söderskärillä. Yhdistetty aineisto vuosilta 2005-07 (+ ja † ovat karikoiden merkkejä).

*Fig. 1. Map of the study area showing the distributions of routes of velvet scoter broods between the islets at Söderskär. Combined data from years 2005–2007 (+ and † signs denote underwater rocks).*



tävissään kahdenlaisia toimintoja riskin pienentämiseksi (Bednekoff 2007): 1) se voi hakeutua ympäristöön tai ajankohtaan, jossa saalistajia ei ole tai niitä on vähemmän kuin muualla, tai 2) se voi valita ruokailutekniikan, jossa varuillaanolo onnistuu samanaikaisesti ravinnonoton kanssa.

Hakeutuminen riskittömään ympäristöön saattaisi tarkoittaa pilkkasiivellä hakeutumista pois harmaalokkitihentymistä paikoille, joilla on paljon suojaavaa lajistoa, kuten tiiroja ja äänekkäästi varoittavia kalalokkeja *Larus canus*. Otollisen ruokailutekniikan valinta taas voisi tarkoittaa puolisukeltelua matalissa rantavesissä ja ravinnon pintanoukintaa, jolloin naaras pystyy pitämään silmällä ympäristöään tehokkaammin kuin jos se olisi sukelluksissa. Myös poikasilla on petoja välttävää käyttäytymistä, kuten pysytteleminen ravinnonotossa mahdollisimman lähellä emoa sekä sulloutuminen yhteen, kun emo on tilapäisesti poissa näkyvistä, esimerkiksi sukelluksissa (Eadie ym. 1988).

Pilkkasiipipoikueet yhdistyvät herkästi, mutta niitä kaitsee kulloinkin vain yksi emo (Koskimies 1957). Lajilta puuttuu haahkalle ominainen sosiaalinen poikastenhoito, ja yhtynyttä poikuetta kaitseva emo karkottaa muut naaraat poikueen luota.

Tässä tutkimuksessa selvittelen edellä hahmoteltuja emon ja sen poikueen saalistuksen välttämistaktiikoita Suomenlahdella. Haen vastausta kysymyksiin, 1) vaikuttaako pesimisaarten vaarallisuusaste poikueiden liikkeisiin ja ensimmäisten poikastappioiden ajoittumiseen vai ovatko nämä yhteydessä muihin ympäristötekijöihin, sekä 2) osaako emo sovittaa ravinnonottonsa poikueen vartioinnin ja puolustuksen vaatimukseen (lähtökohtana on, että vartiointi on valpastelua saalistajien varalta, ks. Harjo & Ovaskainen 2006).

Pilkkasiipipoikueet voivat liikkua laajaltikin riippuen paikallisista olosuhteista ja saaristotyyppistä (Nordberg 1942, Grenquist 1959), mutta ne saattavat yhtä lailla olla pinttyneen paikkauskollisia (Bergman 1939, Paavolainen 1950, Koskimies 1957). Söderskärillä poikueet eivät hakeudu etäisille ravintomatalikoille haahkojen tapaan, vaan pysyttelevät saarten rantavesissä. Ne liikkuvat yleisesti saarelta toiselle ensimmäisen elinviikkonsa aikana, mutta asettuvat sitten aloilleen ja pysyivät saman saaren rantavesissä vähintään kolmen seuraavan viikon ajan, useimmat kuitenkin koko kasvukautensa (ks. Harjo & Ovaskainen 2006). Nordbergin (1942) Maarianhaminan saaristossa värimerkitsemät poikueet siirtyivät enimmillään

puolentoista kilometrin päähän synnyinsaaretaan. Söderskärillä maksimietäisyydet ovat olleet suunnilleen samansuuruisia. Kuvaan 1 on merkitty poikueiden siirtymäreittejä Söderskärin saaristossa.

Aineisto antaa tietoa naaraiden valinnoista riskialttiissa ympäristössä, jossa poikaset ovat vaarassa joutua lokkien saaliiksi. On kuitenkin heti huomautettava, ettei tämänkaltaisen aineisto kerro, mihin pilkkasiiven poikaset lopulta kuolevat. ”Katoaminen” mainitaan ylivoimaisesti yleisimmäksi kuolinsyynäksi vesilintujen poikastuotantoa selvittelevissä tutkimuksissa. Suurisuuntaisissa ulkomaisissa selvityksissä satojenkaan poikasten yksilöllinen merkitseminen ja tiivis silmälläpito sekä emojen radioseuranta eivät ole paljastaneet, mihin poikaset kuolevat; tämä koskee myös pilkkasiipeä (esim. Traylor & Alisauskas 2006). Tästä huolimatta saalistusta pidetään monissa vesilintutöissä pääasiallisena kuolinsyynä. Kirjoituksen lopussa pohdin tämän käsityksen pätemistä pilkkasiipeen ja kuvaan lajin asemaa merisorsana ja sen historiaa Itämeren alueella.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimus tehtiin Söderskärin riistantutkimusasemalla keskisellä Suomenlahdella kesinä 2005–07. Söderskärin saaristo on 25 pikku saaresta ja luodosta koostuva erillinen saariryhmä parikymmentä kilometriä Helsingistä itäkaakkoon ja noin viisi kilometriä lähimmistä mantereen metsäpeitteistä saarista. Saaret ovat kooltaan keskimäärin 2 ha. Alueella on erityisen runsas vesilinnusto, yhtä lailla pesimä- kuin muuttoaikaan. Linnuston tiheysvertailussa (pareja/ranta-km) Söderskär on selvästi runsaslintuisin maamme ulkosaariston monista suojelualueista ja nimenomaan vesilinnuston ansiosta (Hannila ym. 2003).

### Poikueiden yksilöllinen seuranta

Poikueita seurattiin päivittäin kuoriutumisen alusta heinäkuussa elokuun alkupäiviin ja sen jälkeen muutamien päivien välein syyskuun alkuun, jolloin poikueet yleensä katoavat alueelta. Poikasten kuolevuus on suurimmillaan pian vesille tulon jälkeen. Tässä aineistossa vuosien 2005–07 tappioista 50,3–100 % sattui ensimmäisen elinviikon aikana, jolloin myös poikueiden lopullinen kasvualueen valinta tapahtui. Kalenteripäivissä tämä ajoittuu kolmen vuoden aineistossa välille 6.–23. heinäkuuta. Tuolloin isojen lokkien pesimäkanta on vielä paikalla ja saalistuspaine on potentiaalisesti koko ajan suunnilleen samansuuruinen. Aluevalintoja ja ravinnonottoa koskeva aineisto ajoittuu pääosin tuohon aikaan, ja elokuun seuranta on melkein

pelkästään lopullisen lentopoikastuotoksen silmälläpitoa. Lokkien omat lentopoikaset lähtevät alueelta heinäkuun loppupuoliskolta alkaen.

Pilkkasiipipoikueet paikannettiin korkeilta näköalapaikoilta ja niitä etsittiin myös veneellä, mutta poikueiden liikkeiden ja toimintojen seuraaminen tehtiin yleensä maista ja aina näkösuojasta siten, ettei poikueita painostettu liikkeelle. Poikueita oli helppo seurata, koska ne pysyivät rantojen avovesissä. Söderskärin rannoilla on varsin vähän näköesteitä, kuten vesikivikkoa, eikä ilmaversoiskasvillisuutta ole lainkaan. Poikueet pyrittiin etsimään ja löytämään päivittäin. Paikannusaineisto pohjaa siis yhteen havaintoon/poikue/päivä. Poikueen iäksi merkittiin ensimmäisenä tapaamispäivänä 1 päivä, koska kuoriutuneet poikaset viiptyvät pesässä noin vuorokauden ennen vesille lähtöään (Koskimies & Routamo 1953). Vesille lähtö tapahtui aina päiväsaikaan; myöhäisimmillään iltapäivällä, mutta ei koskaan illansuussa eikä yöstä vasten (omat hav., ks. myös Koskimies & Routamo 1953).

### Alueiden koko- ja vaarallisuusluokitus

Saarten vaarallisuusaste määriteltiin jakamalla saaren harmaalokkien, selkälokkien *L. fuscus* ja merilokkien yhteisparimäärä (= potentiaaliset saalistajat) saaren tiirojen (kalatiira *Sterna hirundo*, lapintiira *S. paradisaeca*, räyskä *S. caspia*) ja kalalokkien yhteisparimäärällä (= varoitteleva ja suojaava lajisto). Naurulokkeja *L. ridibundus* ei pesi alueella. Saarten vuosittaiset parimäärät selvitettiin tarkoin pesälaskennoin.

Kaikkiaan 16 saaren ja luodon rantavedet ovat sopivia pilkkasiipipoikueille. Loput ovat enimmäkseen niin pieniä luotoja, että ne eivät tarjoa minkäänlaista suojaa. Pilkkasiiven pesimähabitaatin valintaan merensaaristossa vaikuttaa eniten saaren koko (isot saaret suosituimpia, pieniä avoluotoja laji karttaa; Rönkä ym. 2008). Vaarallisuusasteita kolmelta vuodelta kertyy siten 48 kpl, ja saarten kokoja (ha) luonnollisesti 16 kpl. Kolme saarista oli sellaisia, joilla joinakin vuosina ei pesinyt kumpaakaan lajiryhmää tai vain toista. Näihin saariin sovittiin ao. vuosien lukusuhteitten keskiarvon. Saarten vaarallisuusasteen vuosienvälinen vaihtelu oli merkitsevää (Kendallin konkordanssi-suhde  $W = 0,289$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0,010$ ).

Vuosien välisiä eroja ympäristöoloissa mittasin poikuekauden aikaisilla pintaveden lämpötilalla (päivittäisten lukemien keskiarvo siltä aikaväliltä, kun ensimmäinen poikue tuli vesille siihen päivään, kun viimeinen poikue katosi tai kun säännöllinen seuranta päättyi heinäkuun lopulla) sekä tuulisuudella (vastaava keskiarvo tuulilukemista, boforiasteikko). Säähavainnot kerättiin vakioidus-

Photo Outi Ovaskainen



Poikuetta kaitseva pilkkasiipi ei epäröi uhitella kyhmyjoutsenellekaan.

*A brood-rearing velvet scoter hen shows overt hostility towards any approaching waterfowl.*

ti Söderskärin asemalla aamu- ja iltakahdeksalta. Päivittäiset lukuarvot ovat näiden kahden luke-man keskiarvoja.

Emot pyrittiin määrittämään yksilöllisesti poskilaikkujen muodosta (neljällä oli myös värirenkaat), mutta otaksuttavasti moni emo on mukana aineistossa useampana kuin yhtenä vuotena. Koska kuitenkin saarten vaarallisuusaste vaihtelee vuosittain, emot kohtaavat eri vuosina aina uuden tilanteen eikä niiden suhtautumisessa saarten tarjoamaan suojaan otaksuttavasti muodostu mitään pysyvää yksilöllistä suosituimmuusjärjestystä.

Tutkin binäärisillä logit-malleilla saaren vaarallisuusasteen vaikutusta poikueiden siirtymispäätöksiin. Selitettävänä muuttujana oli poikueen päätös joko lähteä (= 1) tai jäädä (= 0) ja selittävinä muuttujina olivat saaren vaarallisuusaste, saaren koko sekä näiden yhdysvaikutus. Analyysissä ovat mukana kaikki muuttujayhdistelmät. Käytin pienen otoksen Akaiken informaatiokriteeriä ( $AIC_c$ ) parhaan mallin löytämiseksi (Burnham & Anderson 1998). Otin aluksi selittäviin muuttujiin mukaan myös pesinnän suhteellisen ajoittumisen, koska sen on joissakin tapauksissa todettu vaikuttavan sorsalintujen poikueaikaiseen ympäristönvalintaan

(Gauthier 1987, ks. kuitenkin Pöytä & Paasivaara 2006). Suhteellista ajoittumista ilmentämään otin poikueen vesille tulon ajallisen etäisyyden (päivissä) koko populaation kuoriutumisen alkamisesta. Kuitenkin alustava analyysi paljasti, että pesinnän ajoittuminen ei näytä poikkeavan nollamallista (= malli ilman selittäviä muuttujia) (nollamallin  $AIC_c = 45.08079$ , pesinnän ajoittumismallin  $AIC_c = 46.36323$ ) ja se sopi paljon huonommin aineistoon kuin paras malli ( $\Delta AIC_c = 9.57977$ ), joten pesinnän ajoittuminen on jätetty pois mallinnustulosten taulukoinnista. Mallinnuksessa käytin R-ohjelmistoa (versio 2.6.1.) (R Development Core Team 2008). Tuloksissa esitän myös parametrien arvot ( $\beta$ -arvot) ja niiden keskivirheet (SE).

#### *Ravintosukeltelut*

Poikueiden ja niitä kaitsevien naaraiden ravintosukellusten kestosta kerättiin aineistoa vuonna 2006, ja tuloksia verrataan Söderskärin haahkojen vastaavaan. Tavoitteena oli vertailla emon ja poikasten sukellusaikojen yhtenevyyttä sen selvittämiseksi, esiintyykö pilkkasiivellä haahkaa enemmän ns. riskisukeltelua, jossa emon sukellusajat ovat

Taulukko 1. Pilkkasiiven poikueenhoitoalueen vaarallisuusaste (ks. teksti), todettujen poikastappioiden ajoittuminen ja menetettyjen poikasten lukumäärä jaoteltuna sen mukaan, vaihtoiko poikue aluetta vai ei. Yhteisaineisto vuosilta 2005-07. Keskiarvo (ka), keskivirhe (SE), mediaani (md) ja aineiston koko (n) annettu.

Table 1. Index of predation risk on ducklings, time of duckling losses (days from batching) and the number of perished individuals in velvet scoter broods at Söderskär in July 2005, divided according to the functional response given by the brood-rearing hen (switching vs. not switching the area).

Toiminto <i>Functional response</i>	Alkuperäisen alueen vaarallisuusaste <i>Index of predation risk of the initial area</i>	Saaren koko (ha) <i>Island size (ha)</i>	Ensimmäisen poikastappion ajoittuminen (pv kuoriutumisesta) <i>Timing of 1st losses (days from batching)</i>	Ensimmäisen poikastappion vaarallisuusaste <i>Amount of 1st losses (ind.) of the new area</i>	Uuden alueen vaarallisuusaste <i>Index of predation risk of the new area</i>	Toisen poikastappion ajoittuminen (pv kuoriutumisesta) <i>Timing of 2nd losses (days from batching)</i>	Toisen poikastappion suuruus (yks.) <i>Amount of 2nd losses (ind.)</i>	Alkuperäisen poikueen koko <i>Initial brood size</i>	Lento-poikasia <i>Fledglings /brood</i>
Poikue ei vaihtanut aluetta <i>No area switching</i>	ka SE md n	4.38 0.47 4.54 16	3.00 0.69 2.00 16	1.62 0.27 1.00 13	..	5.55 0.82 5.00 11	1.46 0.21 1.00 11	6.50 0.41 7.00 16	0.63 0.44 0.00 16
Poikue vaihtoi aluetta <i>Switching the area</i>	ka SE md n	2.62 0.35 2.24 15	2.80 0.24 3.00 15	1.73 0.32 1.00 15	0.85 0.47 0.26 15	3.29 0.27 3.00 14	2.29 0.65 1.00 14	7.08 0.46 7.00 13	0.79 0.33 0.00 14
Testitulokset <i>Test result</i>	U = 29.00 P < 0.005	U = 181.0 P = 0.014	F = 0.274 P = 0.787	U = 98.00 P = 0.978		F = 8.260 P = 0.009	F = 0.881 P = 0.358	U = 81.500 P = 0.311	U = 91.00 P = 0.239

Taulukko 2. Yleistetyt lineaariset mallit saaren vaarallisuusasteen ja koon vaikutuksesta syntymäsaaren hylkäämistodennäköisyyteen Söderskärin ympäristön pilkkasiipipoikueilla vuosina 2005–2007 (n = 31 poikuetta). Mukana on myös saaren koon ja vaarallisuusasteen välinen yhdysvaikutus (vaarallisuusaste \* saaren koko). Vastemuuttuja noudattaa binomijakaumaa ja saa arvot: 0 = poikue ei vaihda aluetta eli pysyy synnyinsaarensa vesillä; 1 = poikue vaihtaa aluetta eli siirtyy toisaalle. Logit-funktio toimii linkkifunktiona. Mallit on järjestetty informaatiokriteerin mukaan (pienen otoksen Akaiken informaatiokriteeri; AIC<sub>c</sub>).

Table 2. Fit of different models for the functional response of the velvet scoter broods to index of predation risk and island size (0 = no area switching; 1 = switching the area) at Söderskär in 2005–2007 (combined, n = 31 broods). The models are ranked by AIC<sub>c</sub> values and adjusted for small sample size.

Mallit Candidate models	AIC <sub>c</sub> <sup>1</sup>	ΔAIC <sub>c</sub> <sup>2</sup>	W <sup>3</sup>	K <sup>4</sup>
Vaarallisuusaste, <i>index of predation risk</i>	36.78346	0.0000000	0.312499577	2
Vaarallisuusaste * saaren koko, <i>index of predation risk * island size</i>	37.17315	0.3896893	0.257175435	2
Vaarallisuusaste + saaren koko, <i>index of predation risk + island size</i>	37.76682	0.9833610	0.191124032	2
Vaarallisuusaste + saaren koko + vaarallisuusaste * saaren koko <i>Index of predation risk + island size + index of predation risk * island size</i>	38.70362	1.9201527	0.119644729	4
Saaren koko, <i>island size</i>	38.78937	2.0059045	0.114623272	2
Vakio, <i>constant</i>	45.08079	8.2973298	0.004932955	1

<sup>1</sup> Akaiken Informaatiokriteeri, *Akaike's Information Criterion*.

<sup>2</sup> Ero kyseisen ja pienimmän AIC<sub>c</sub> arvon välillä, *difference between the current model and the minimum AIC<sub>c</sub> value*.

<sup>3</sup> Mallin suhteellinen painoarvo, *model weight*.

<sup>4</sup> Parametrien määrä, *number of parameters*.

pitempiä kuin poikasten. Toisin sanoen, viipymällä pinnan alla pitempään kuin poikaset emo ottaa riskin, että saalistaja ehtii sieppaamaan pintaan nousevia poikasia ennen kuin se itse ehtii puolustamaan niitä. Molemmilla lajeilla poikueet olivat alle viikon ikäisiä ja kummankin lajin poikueissa oli vain yksi emo. Otantayksikkönä on kulloinkin yksi emo ja sen poikue.

Sekuntikellolla mitattiin emojen ja poikasten sukellusaikoja tilanteissa, joissa emo ei nähnyt havainnoijan läsnäoloa eikä sen tähden valpastellut. Kaikissa tapauksissa lähistöllä oli kuitenkin runsaasti pesiviä harmaalokkeja ja usein merilokkeja, joilla oli yleensä esteetön näkyvyys poikueeseen. Poikueen sukellusaika on silmämääräinen keskiarvo poikueen kaikkien poikasten toiminnasta, joka yleensä on varsin synkroninen.

Emon ja poikasten sukellusaikojen yhtenevyyttä tarkastellen lineaarisen regression sirontakuviosta. Täydellisen lineaarisen regressiosuoran ( $\beta = 1$ ) alapuolelle jäävät pisteet ilmentävät riskisukeltelua, ja niiden ja suoran yläpuolisten pisteiden lukusuhdetta vertailen pilkkasiiven ja haahkan kesken nelikentätetillä (SYSTAT 10.2).

## Tulokset

### Aluevaihdokset ja saarten vaarallisuusaste

Tutkimusvuosina pääsi vesille kaikkiaan 43 pilkkasiipipoikuetta, joista 31 oli seurattavissa niin pitkään, että lopullinen poikueen kasvualue selvisi (muut joko katosivat 2 päivän kuluessa, sekoituivat muihin poikueisiin tai lähtöaluetta ei voinut varmistaa). Näistä 31 poikueesta 16 pysytteli koko kasvukautensa synnyinsaarensa rantavesissä ja 15 vaihtoi aluetta. Aluetta vaihtaneiden oman synnyinsaaren vaarallisuusaste oli merkitsevästi korkeampi ja saaren koko pienempi kuin synnyinvesillään pysytelleiden (taulukko 1). Saarten vaarallisuusaste ja koko korreloivat merkitsevästi, eli mitä isompi saari, sitä pienempi vaarallisuusaste (Kendallin järjestyskorrelaatio  $\beta = -0.502$ ,  $P < 0.01$ ).

Logit-mallinnus osoitti, että todennäköisyys vaihtaa aluetta oli yhteydessä sekä saaren vaarallisuusasteeseen ( $\beta = 0.2926$ ,  $SE = 0.1081$ ) että saaren kokoon ( $\beta = -0.6794$ ,  $SE = 0.2780$ ). Taulukon 2 tuloksissa huomio kiinnittyi siihen, että kun mallissa oli pelkästään vaarallisuusaste tai saaren

Photo Outi Ovaskainen



Pilkkasiiven vaaranvälttämiskäyttäytyminen ilmenee emon jatkuvana ympäristön tähyilemisenä poikueen ruokaillessa.

*High rate of vigilance is among the main anti-predator tools of a brood-rearing velvet scoter.*

koko, niin vaarallisuusaste sopi aineistoon hiukan paremmin kuin malli, jossa on pelkästään saaren koko ( $\Delta AIC_c > 2$ ). Vaarallisuusasteen yhteenlaskettu painoarvo eri malleissa oli 0.6233. Lisäksi saaren koon yhteenlaskettu painoarvo (0.4914) oli samaa luokkaa kuin vaarallisuusasteen vastaava. Yhdysvaikutusmallit eivät olleet sen parempia (tai huonompia) kuin paras malli, jossa oli pelkästään vaarallisuusaste (taulukko 2). Siten vaarallisuusasteella näyttäisi olevan hieman selkeämpi vaikutus poikueellisten naaraiden liikkeisiin kuin saaren koolla. Kuitenkin saarten vaarallisuusaste ja koko korreloivat voimakkaasti, joten niiden vaikutuksia ei voida selkeästi erottaa toisistaan.

Aluevaihdoksen tehneistä 15 poikueesta kuusi oli sellaisia, jotka vaihtoivat aluetta vielä toisen kerran ja näistä kaksi vielä kolmannen kerran ennen lopullista asettumistaan aloilleen (mediaani iät vaihdoksen aikaan 2, 3 ja 6 pv). Näiden lopullisten kasvualueiden vaarallisuusaste näytti jonkin

verran korkeammalta kuin niiden alueiden, joilta niihin siirryttiin, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä (4.314 vs. 1.688,  $U = 12.0$ ,  $P = 0.579$ ). Saarta useampaan kertaan vaihtaneet poikueet viipyivät tilapäiskohteillaan keskimäärin vain mediaani 1 pv (keskiarvo 1.3 pv,  $SE = 0.2$ , vaihteluväli 1–4,  $n = 14$ ).

#### *Aluevaihdokset ja tappiot*

Vaikka osa poikueista vaihtoi aluetta kuoriutumisen jälkeen, tappioita tuli uudellakin alueella, eikä ryhmien välillä lopultakaan ollut eroa ensimmäisen havaitun poikastappion suuruudessa (1.6 ja 1.7 poikasta eli 24.8 % ja 24.5 % poikueen alkupe- räisestä koosta) eikä ajoittumisessa (taulukko 1). Toisen tappion ajoittuminen oli aluetta vaihtaneiden ryhmässä kuitenkin jo erittäin merkitsevästi aikaisempi kuin aluetta vaihtamattomien ryhmässä (ks. taulukko 1). Tällä ei ollut kuitenkaan vaiku-

Taulukko 3. Pilkkasiiven kuoriutumisen ajoittuminen (90 % populaatiosta), poikuekoko, poikuehoidon aikaiset säätilat Söderskärillä vuosina 2005–07. Keskiarvo ± keskiarvo, suljussa aineiston koko.

Table 3. Timing of hatching (90% of the population), brood size, brood success and weather variables during brood rearing in 2005–07 at Söderskär. Mean ± SE (n).

Vuosi Year	Kuoriu- tuminen ajoittuminen (pvm) Timing of hatching (date)	Poikuekoko Brood size	Lentopoikasia/ pesä (yks.) Per capita fledging result (ind.)	Poikashävikki, % päivää Percentage losses/day	Kumulatiivinen tappio-% 3 ensimmäisen viikon aikana Cumulative % of losses during 3 first weeks	Saarten vaaralli- suusaste Index of predation risk (n = no. of islands)	Pintaveden lämpötila (°C) (n = päiviä) Sea surface temperature (°C) (n = no. of days)	Tuulisuus (bof.) Wind force (Beaufort)
2005	6.-18.7.	7.00 ± 0.27 (11)	0.100	22.1 ± 4.8 (21)	95.4	12.1 ± 3.5 (16)	16.8 ± 0.3 (21)	2.3 ± 0.3 (21)
2006	8.-19.7.	7.40 ± 0.40 (10)	0	48.7 ± 7.9 (18)	100	8.6 ± 2.7 (16)	14.7 ± 0.3 (18)	1.8 ± 0.3 (18)
2007	6.-24.7.	6.90 ± 0.38 (10)	0.813	9.2 ± 1.9 (26)	77.8	6.6 ± 1.8 (16)	14.1 ± 0.4 (26)	2.7 ± 0.4 (26)

tusta lopulliseen lentopoikastulokseen, joka ei eronnut ryhmien välillä. Ei liioin alkuperäisessä poikuekokoossa vesilletulopäivänä ollut eroa ryhmien välillä (taulukko 1).

Koska monista poikueista saatiin vain yksi havainto päivässä, jäi usein epäselväksi, oliko tappio syntynyt jo ennen siirtymistä, siirtymisen aikaan vai uudella alueella. En sen vuoksi voi paikantaa tarkasti tappioita ja suhteuttaa esimerkiksi poikueen kuolevuutta suoraan saarten vaarallisuusteeseen.

#### Vuosien välinen vaihtelu poikueiden menestymisessä

Valtaosa poikastappioista oli katoamisia. Kolmen tutkimusvuoden aikana vesille tulleista 266 poikasta vain 21:n kohtalo saatiin selville. Näistä 15 pääsi lentoon, 5 joutui lokkien saaliiksi ja 1 ”upoksi”, katosi aallokkoon. Lisäksi yhden poikasen uupuminen aallokossa ja juuttuminen vesirajan kalliononkaloon päästiin näkemään ja poikanen käytiin pelastamassa. Se palautettiin poikueeseensa ulkonaisesti pirteänä muutaman tunnin lepäily ja lämmittelyn jälkeen.

Poikasten hupenemisvauhti vaihteli vuosien välillä suuresti (taulukko 3). Kolmen vuoden tutkimusjaksoon sattui kaksi täysin vastakkaista vuotta: täydellinen nollatulos vuonna 2006 ja erinomainen tuotantovuosi 2007. Vuoden 2005 tuotanto on näiden väliltä. Meriveden pintalämpötila vaihteli vuosien välillä merkitsevästi ( $F = 18.41$ ,  $P = 0.0005$ ), siten että vuosi 2005 eroaa muita lämpimämpänä (Tukeyn testi,  $P < 0.001$ ). Tuulisuudessa on niin ikään ero ( $F = 5.920$ ,  $P = 0.008$ ): vuosi 2006 oli vähätuulisempi kuin 2007 (Tukey,  $P = 0.007$ ). Siten vuoden 2006 muita vuosia nopeammat ja suuremmat poikastappiot eivät saa selitystä säävertailusta. Poikasia kuoli keskimäärin lähes 50 prosentin päivävauhtia, kun taas sääsuhteiltaan yhtä lämpimänä mutta hieman tuulisempina vuonna 2007 hupenemistahti oli vain viidennes tästä. Vuosi 2006 oli lisäksi ainoa, jolloin pilkkasiiven poikastenhoitokaudelle Söderskärillä ei sattunut yhtään myrskypäivää (vuoden 2005 olosuhteista tarkemmin ks. Hario & Ovaskainen 2006).

Pesinnän ajoittumisessa ja pesyekoossa ei ole merkitseviä vuosien välisiä eroja. Kumulatiivinen tappioprocentti kolmen ensimmäisen elinvuikon aikana vaihteli välillä 77.8–100 %, ja lopullinen lentopoikastuotto myötäili tätä, 0.81–0.00 poikasta/pesä.

## Ravintosukeltelut

Ravintoa sukkeltelevat pilkkasiipiemot eivät riskisukellelleet sen enempää kuin haahkaemot (kuva 2). Itse asiassa riskisukeltelevien osuus oli lievästi pienempi (53 %) kuin haahkoilla (73 %), mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevää ( $\chi^2 = 1.775$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.183$ ). Kuvasta 2 ilmenee, että kolmessa tapauksessa 19:stä pilkkasiipiemo sukelteli harvakseltaan yksinään, kun poikue lepäili tai kellui toimettona sen vierellä. Myös haahkalla tavataan tällaista äärimmäistä ”riskisukeltelua”, jossa vain naaras sukellee, mutta tällaisia tapauksia ei sattunut tähän aineistoon.

## Tulosten tarkastelua

### Siirtymiset ja vaaran välttäminen

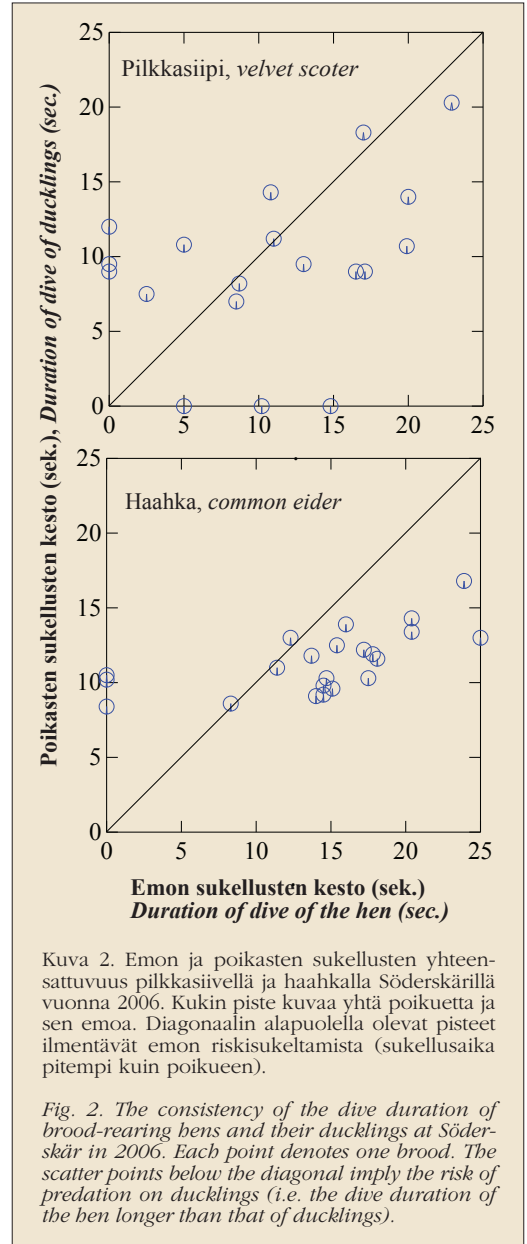
Pilkkasiipiemot valitsivat poikueen lopullisen kasvualueen varsin pian vesilletulon jälkeen. Suunnitteen puolet poikueista jäi suoraan synnyinsaarensa rantavesiin ja muut siirtyivät eteenpäin mediaani 2. päivänä, monet jo 1. päivänä (vaihteluväli 1–5 pv). Lähtösaaren vaarallisuusaste oli merkittävästi korkeampi kuin sen saaren, jonne ne tulivat. Saarten vaarallisuusaste korreloi kuitenkin merkittävästi pinta-alan kanssa: mitä isompi saari, sitä pienempi vaarallisuusaste. Vaarallisuusasteella on ilmeisesti vaikutusta, mutta saaren koon vaikutusta (joka mahdollisesti liittyy resursseihin eli ravintoon ja/tai suojaan merenkäynniltä) ei voida sulkea yksiselitteisesti pois. Synnä tähän ovat suhteellisen pienet erot Akaiken arvoissa ja selittävien muuttujien voimakas korrelaatio.

Tapahtumat olivat verraten nopeita. Näinkään tarkalla kenttäseurannalla ei pystytty paikantamaan läheskään kaikkien tappioiden tarkkaa sijoittumista suhteessa poikueiden liikkeisiin saarella toiselle.

Johdannossa esitetyistä saalistuksen välttämistaktiikoista ensimmäinen eli saalistukselta suojaamisen alueen valinta jäi siten tässä työssä varmuudella todentamatta. Sitä vastoin ravinnonottotekniikan valinnassa pilkkasiipiemot näyttivät yhtä lailla kyvykkäiltä kuin haahkat. Niiden panostaminen valpasteluun ja poikueiden puolustamiseen on aikaisemminkin todettu suureksi (Hario & Ovasainen 2006).

### Pilkkasiiven muuttuva levinneisyys merensaaristossa

Saaristomeren ulko- ja välisaaristossa pilkkasiipi kuuluu lajeihin, joiden esiintyminen kasvaa saaren koon kasvaessa (Rönkä ym. 2008). Miettisen (2004) selvityksessä Saaristomeren pilkkasiipikan-



Kuva 2. Emon ja poikasten sukellusten yhteensattuvuus pilkkasiivellä ja haahkalla Söderskärrillä vuonna 2006. Kukin piste kuvaa yhtä poikuetta ja sen emo. Diagonaalin alapuolella olevat pisteet ilmentävät emon riskisukeltamista (sukellusaika pitempi kuin poikueen).

Fig. 2. The consistency of the dive duration of brood-rearing hens and their ducklings at Söderskärr in 2006. Each point denotes one brood. The scatter points below the diagonal imply the risk of predation on ducklings (i.e. the dive duration of the hen longer than that of ducklings).

nan painopiste on siirtynyt ulkosaaristoalueille, kun se vielä 1990-luvun alussa oli välisaaristossa. Lukusuhteiden kääntyminen juontunee alueiden välisistä eroista poikastuotannossa, ei niinkään aikuisten aktiivisesta siirtymisestä sisäsaaristosta ulospäin (Miettinen 2004). Jos pilkkasiipi todellakin tuottaa paremmin lentopoikasia nykyään

ulommissa saariston osissa, saattaa yhtenä selityksenä olla suojaavan lajiston (tiirojen, pienempien lokkilajien) yhdyskuntien suurentunut koko juuri ulkosaaristossa ja keskittyminen kookkaammille saarille (kuin esim. paljaille kalliotöpsäksille). Myös eteläisellä Perämerellä pilkkasiivet ovat nykyään runsaampia ulommassa saaristossa, jonne myös suurimmat naurulokkiyhdykunnat ovat nykyään siirtyneet (otaksuttavasti minkkien tieltä, Hannila ym. 2000, Jakobsson ym. 2006). Sama on havaittu Tukholman saaristossa Ruotsissa (Å. Andersson, kirj. ilm.). Söderskärin tulokset kuvastanevat siten yleisempää nykytilannetta pilkkasiiven ympäristön valinnassa saaristossa.

Muitakin syitä esiintymisen muutoksiin on esitetty. Meripilkkasiipien ydinaluetta Suomessa ovat Saaristomeren ja Merenkurkun sokkeloiset saaristot (Väisänen ym. 1998), joissa on kirkkaita suojaaisia salmivesiä ja rantaan ulottuvaa lehtipuustoa (von Numers 1995). Kanta on näillä alueilla pienentynyt erityisesti siellä missä rehevöityminen on voimakkainta (Tikkanen 1999) ja missä rehevöitymisen vaikutukset näkyvät myös pohjaeläimistöissä (Rönkä ym. 2005). Myös huvila-asutus ja veneilyn runsaus ilmeisesti rajoittavat kantoja (Mikola ym. 1994, Lemponen 2002), samoin minkin *Mustela vison* saalistus (Nordström 2003).

#### *Aluevaibdokset saalistuspaineen ilmentäjänä*

Määritin vaarallisuusasteen potentiaalisten saalistajien ja ns. suojaavien lajien lukumääräsuhteilla, mitä luonnollisesti voidaan arvostella subjektiiviseksi tulkinnaksi ja väittää sen olevan kytköksissä johonkin toiseen, merkittävämpään muuttujaan. Esimerkiksi ravintovarojen voidaan helposti esittää olevan tällainen. Kuitenkin keskisellä Suomenlahdella nimenomaan Söderskärin alue on vesilintujen poikasten ravinnonsaannin kannalta ilmeisesti erityisen suotuisa alue (ks. Hannila ym. 2003). On vaikea uskoa, että juuri tiirojen ja kalalokkien kansoittamien luotojen rantavesissä olisi ratkaisevasti enemmän leväkatkoja ja vesisiirtoja kuin harmaalokkisaarten. Ei liioin ilmaversoiskasvillisuudella ole tässä tapauksessa vaikutusta (vrt. Grenquist 1959), sillä se puuttuu kaikilta rannoilta Söderskärillä. Tässä työssä saaren koko ei myöskään yksinään selittänyt poikueiden liikkeitä vaan vasta saaren koon ja vaarallisuusasteen yhdysvaikutus.

Suomenlahdella pilkkasiiven poikastappiot on vanhastaan todettu suuriksi (Bergman 1939, Koskimies 1955, 1957, Paavolainen 1957). Lokkien saalistusta pidetään merkittävänä tappiotekijänä, jota vielä veneilyn tuottama häirintä voimistaa (Mikola ym. 1994, Miettinen 1995, mutta ks. Koskimies 1953, Hildén 1964). Saalistuksen merkitys on

yleensä arvioitu laskennallisena saalistuspaineena, joka usein näyttääkin selittävän suurimman osan poikashävikistä meriympäristössä (Mendenhall & Milne 1985, Mikola ym.1994). Lokkien saalistuspaine on kuitenkin vain laskennallinen suure, joka ei ota huomioon muita kuolevuustekijöitä, ja saalistuksen laskettu osuus poikashävikistä muodostuu helposti liian suureksi.

Laskennallista saalistuspainetta ei pitäisikään käyttää tuntematta muita tappiotekijöitä ja niiden osuuksia. Näitä ovat erityisesti lajin omat patogeenit (virukset ja loiset) sekä ulkoisten olosuhteiden (säättekijät, ravinto) aiheuttama fysiologinen stressi. Esimerkiksi haahkan joukkokuolemien aikana poikasia katoaa aukeasta merimaisemasta niin suuria määriä, ettei lokkien hyökkäyspaine melko alhaisine onnistumisprosentteineen millään selitä sitä (Hario & Selin 1991). Tautikuolevuus on luonnonvaraisten eläinten yleisimpiä kuolinsyitä, mutta samalla kaikkein vaikeimmin todennettavia, koska petojen, haaskansyöjien, piiloutumisen ja nopean maatumisen seurauksena vain äärimmäisen vähän aineistoa kertyy patologiiseen selvitukseen (Skerratt ym. 2005). Vesilinnuilla lisäksi osa kuolevista poikasista yksinkertaisesti uppoaa (omat hav.). Harvat tähänastiset viruslöydökset Suomenlahden haahkoista saattavat olla vasta jäävuoren huippu vesilintujen poikastappioiden syiden tuntemuksessa (Hollmén ym. 2002).

Tautikuolevuus ei tietenkään vähennä emojen toiminnallisen vasteen merkitystä poikueen suojaamisessa. Mutta kuten Koskimies (1957) toteaa, lokkien onnistunut poikassaalistus saattaa usein olla vain poikasen menehtymiseen johtavan tapahtumasarjan viimeinen, näkyvin vaihe.

Lokkien saalistusyrityksiä näkee kuitenkin pilkkasiiven poikuevesillä lähes jatkuvasti, mutta emojen erittäin tarkka ja aggressiivinen puolustus pitää onnistumiset pieninä. Lisäksi pilkkasiivet erittäin hyvin tulkitsevat ympäristön varoitusääniä, eritoten tiirojen mutta myös saariston kahlaajien varoitushuutoja (omat hav.). On hyvin todennäköistä, että meripilkkasiivillä on ”kollektiivisessa muistissa” lokkien tuottama uhka ja että hakeutuminen suojaavien lajien läheisyyteen todellakin kuuluu lajin geneettiseen varustukseen vaaran välttämiseksi. Hakeutuminen lokkilintujen läheisyyteen on aikaisemminkin osoitettu pilkkasiivellä (esim. Hildén 1964), mutta tämä on koskenut pesäpaikan valintaa ja sen on otaksuttu liittyvän suojaavan lajiston käyttöön munia rosvoilevia variksia vastaan.

#### *Sittenkin merisorsa*

Alun perin metsätundran sisävesien lajina pidentyn pilkkasiiven sopeutumista merensaaristoon on

pidetty huonona. Meriveden lämpötilan jyrkkien vaihteluiden voimistama fysiologinen stressi altistaa poikaset taudinaiheuttajille, nälkiintymiselle ja loppien saalistukselle (yhteenveto ks. Koskimies 1955). Suurimmat poikaskuolevuudet on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu viileiden ja tuulisten sääjaksojen yhteydessä. Siihen nähden on ristiriitaista, että pilkkasiiven poikasten kylmänkestävyys on sorsalintujen parhaita (Koskimies & Lahti 1964).

Söderskärin aineistoissa poikastappiot eivät kuitenkaan korreloi säätekijöihin lukuun ottamatta äärimmäisiä myrskysäitä, joita sattui 2005 (ks. Hario & Ovaskainen 2006) ja 2007. Sääsuhteiltaan erittäin suotuisana kesänä 2006 kaikki pilkkasiiven poikaset kuolivat muutaman päivän ikäisinä. Seuraavana kesänä lajin lentopoikastuotto oli erittäin hyvä, vaikka sääsuhteet eivät olleet paremmat, tuulisuuden osalta ne olivat jopa huonommat kuin 2006.

Kiintoisaa tässä kolmen vuoden aineistossa on pilkkasiiven lentopoikastuoton myötäileminen haahkan lentopoikastuoton vaihteluita Söderskärillä. Haahkan tuotantoluvut vuosina 2005-07 olivat Söderskärillä 0.10, 0.01 ja 0.16 lentopoikasta/pesä (vrt. taulukko 3). Varsinkin vuosi 2006 on kiintoisa, sillä haahkanpoikaset katosivat maise-masta suunnilleen sitä mukaa kuin tulivat vesille, ja sama tapahtui pilkkasiiven poikasille. Tämä havaittiin myös monella muulla taholla Suomenlahdella ja pilkkasiiven osalta myös Saaristomerellä (valtakunnallisen saaristolintuseurannan aineis-tot).

Tällainen tapahtumainkuvas liittyy voimakkaaseen tautikuolevuuteen, jota esiintyy usein laajoilla alueilla ja jonka on osoitettu liittyvän erään reoviruksen vasta-ainetasojen kohoamiseen hautovien haahkanaaraiden veriseerumissa (Hollmén ym. 2001, 2002). Viruksella on moninaisia immu-niteettia heikentäviä vaikutuksia, ja poikaset saavat viruksen emoltaan, joka itse on sille immu-ni. Haahkalla huonoja poikastuotantovuosia on huomattavasti tiheimmässä kuin hyviä, ja sama näyttää koskevan pilkkasiipeä. Vuoden 2007 tuotanto, 0.8 poikasta/pesintä, oli pilkkasiivellä varsin hyvä, haahkan ”mittapuun” mukaan suorastaan erinomainen.

On mahdollista, että pilkkasiiven poikaset ovat kasvukaudellaan pitkälti samojen kuolevuustekijöiden alaisia kuin haahkan. Tautikuolevuutta ei ole helppo todentaa kenttätöissä, ja toisaalta pitkät kovatuuliset sääjaksot näyttävät nujertavan terveitäkin untuvikkoja molemmilta lajeilta. Pilkkasiipiemojen vaaran välttämistaktiikat näyttävät aidoilta sopeutumilta siivekkäitä saalistajia vastaan. Vaikka pilkkasiiveltä puuttuu haahkan erikoisominaisuus, sosiaalinen poikastenhoito,

lajilla kuitenkin esiintyy yhteispuolustusta, jossa lähistön poikueettomat naaraat liittyvät tilapäisesti poikueen yhteyteen torjumaan loppien hyökkäyksiä (Koskimies 1957, Mikola ym. 1994, Miettinen 1995, omat hav.). Puolustus on kiihkeätä ja aggressiivista, mutta se on äänetöntä ja luonteeltaan yksilösuoritusta. Siitä puuttuu muun muassa haahkalle ominainen voimakas varoitusääntely. Haahkan koriseva varoitusshuuto kantaa helposti läpi tuulen ja aallokon pauhun ja ohjaa muut naaraat paikalle (niitä tulee usein lentäen kaukaa näköesteiden takaakin). Pilkkasiivellä yhteispuolustuksen syntyminen riippuu siitä, onko lähistöllä sattumalta poikueettomia naaraita, jotka näkevät tapauksen. Yhteispuolustuksen jälkeen naaraat jälleen erkanevat tahoilleen.

Pilkkasiipi edustaa tässäkin asiassa välittävää tyyppiä haahkan ja muun sorsalajiston välillä. Säännöllistä poikueiden yhdistymistä ja emojen yhteispuolustusta esiintyy yleisimmin kokosukeltajilla (Koskimies & Lahti 1964). Käyttäytymisen todelliset vaikutukset yksilön kelpoisuuteen vaihtelevissa ympäristöpaineissa ovat hankalasti selvitettävissä (ks. kuitenkin Öst ym. 2008). Valinnan luulisi kuitenkin nopeasti suosivan vaaranvälttämiskäyttäytymistä. Edellytyksenä on, että vaara on yksilölle hahmotettavissa ja säilyy muistissa, kuten näyttäisi olevan pilkkasiivillä (vrt. telkkä ja hauen predaatio, Paasivaara & Pöysä 2004).

### *Pitkä historia Itämeressä*

Pilkkasiipi on pesinyt Itämeren saaristoissa jo yli 5 000 vuoden ajan. Neoliittisen kivikauden aikaisilta asuinsijoilta tehdyt luulöydökset osoittavat pilkkasiiven kuuluneen silloisen metsästäjäkeräilijäväestön ruokavalioon (Mannermaa 2002). Silloisen pyyntikulttuurin asuinsijoja on paikannettu kalkkipitoisilla mailla (joilla luut säilyvät) pitkin Itämeren etelä- ja länsirannikoita, Öölan-nissa, Gotlannissa ja Ahvenanmaalla (Mannermaa & Storå 2006).

Ahvenanmaa oli tuolloin pieni eristynyt saaristo sadan kilometrin päässä lähimmästä mannerrannasta. Ahvenanmaan varhaisilla asuinsijoilla haahka oli tärkein hyödynnetty merilintu ja pilkkasiipi toiseksi tärkein. Merilintujen pyynti ei tuolloin vielä välttämättä ollut massapyyntiä verkoilla (Mannermaa 2002). Alkeelliset pyyntineuvot huomioon ottaen lintuja on ilmeisesti pyydetty pesimäaikaan, nimenomaan hautovia naaraita pesiltä. Tähän viittaa myös haahkan ja pilkkasiiven eräissä luulöydöksissä näkyvä luun kalkkiydin (medullaariluu), jollainen muodostuu naaraan raajojen luissa ennen munintaa (ja jonka lintu allokoi munankuoren muodostamiseen). Vanhin tällainen luuaineisto osoittaa pilkkasiiven pesineen Ahvenanmaalla

3 400–2 800 vuotta ennen ajanlaskumme alkua (Mannermaa 2002).

Tätä pitkää historiallista taustaa vasten nyky-pilkkasiiven poikasten kylmänkestävyys ei tunnu kovinkaan ihmeteltävältä. Pilkkasiiven poikaset ovat toiseksi kylmänkestävimpiä kymmenen eurooppalaisen sorsalinnun joukossa heti haahkan jälkeen (Koskimies & Lahti 1964). Lajilla on verraten pohjoinen yleislevinneisyys (holarktinen). Koskimiehen & Lahden (1964) testaamat poikaset olivat kuitenkin nimenomaan Itämerestä, Suomenlahdelta.

Tässä kolmivuotisessa selvityksessä sääolot eivät selittäneet kovinkaan hyvin pilkkasiiven poikuetappioiden vaihteluita. Yllättävästi lajin poikastuotanto voi olla joskus parempikin kuin haahkan, mutta ääreisiin myrskysäihin pilkkasiipi ei liene yhtä hyvin sopeutunut. Muuten poikastuotantoa tahdistavat mahdollisesti samat patogeenit kuin haahkan poikastuotantoa. Pilkkasiipi on pesinyt Itämeren saaristoissa jo vuosituhansia, ja sillä on vaaranvälttämistaktiikoita, jotka ilmentävät sopeutumista isojen lokkien saalistukseen.

*Kiitokset.* Outi Ovaskainen teki suuren osan vuosien 2005 ja 2006 kenttätöistä. Juhani Apunen keräsi aineistoa haahkan ravinnonotosta. Tiina Notko luki ja korjaili käsikirjoituksen eri versioita. Kristiina Mannermaa antoi tietoja lintuja koskevista luulöydöksistä ja tarkisti näitä koskevan tekstiosuuden. Petri Nummi ja Antti Paasivaara tekivät vertaisarvioinnit, jotka suuresti paransivat lopputulosta, ja Antti Paasivaara lisäksi laati Akaike-analyysin. Kaikille parhaimmat kiitokset!

#### **Summary: Anti-predator tools of brood-rearing velvet scoters (*Melanitta fusca*) in the northern Baltic Sea**

According to the foraging theory, the more cost-effectively an animal can allocate resources to feeding, the higher its individual fitness. The risk of falling victim to predation is an important factor in shaping anti-predator tools during foraging. An animal can lessen the risk of predation by selecting a foraging area and time in which the predator is less effective, or it can use foraging methods that make its own anti-predator vigilance possible.

The velvet scoter (*Melanitta fusca*) has traditionally been viewed as a species poorly suited to the outer archipelago because of its loose parent-offspring relationships. According to earlier findings, the brood-care decisions of velvet scoter females comply with the paradigm of unshared investment, in which the brood-rearing female is vigilant against predators, rather than defending feeding sites against conspecifics. Large gulls, i.e. the herring gull (*Larus argentatus*) and the greater black-backed gull (*L. marinus*), are the main predators of velvet scoter young in the archipelago. On the other

hand, it is known that the velvet scoter seeks protection from predators by selecting areas where there are terns (*Sterna*) and smaller gulls nearby.

Using data from brood movements within a restricted and well-defined archipelago area at the Söderskär bird sanctuary in the middle of the Gulf of Finland (6007N/2525E) in 2005–2007 (Fig. 1), I examined the selection of foraging areas by velvet scoter broods in relation to the risk of predation by large gulls. For an index of the predation risk I used the proportional abundances of breeding large gulls (predators) to those of terns and smaller gulls (protectors) on each islet. Of the 31 broods monitored, 15 left the waters of the hatching islet and 16 stayed there for the entire brood-rearing period (July–August). The islet-specific predation risk was higher and the island size smaller for those that left (Table 1). Of these, six broods moved on to a second site and two of these further to a third site before settling down. These transient broods stayed for a mean of 1.3 days at each temporary site. The index of predation risk at an arrival site was always smaller than that of a departure site.

However, the size of the islets (in ha) correlated highly with the predation-risk index, and these two effects could not be partitioned in a binary logistic regression with the decision to leave or stay as the explainable variable (Table 2).

As another anti-predator tool, I examined the foraging tactics/vigilance relationship of foraging velvet scoter broods. The suggestively consistency of the dive duration of brood-rearing hens and their ducklings proved to be suggestively better in velvet scoters than in the common eiders at Söderskär in 2006 (Fig. 2). This implies that most velvet scoter females were at least equally vigilant as common eider females and did not take the risk of their offspring being preyed upon when selecting foraging tactics.

The *per capita* fledging success was not related to the sea surface temperature and wind force during the rearing period (Table 3). Apart from summer gales, the weather variables provided no response to the number of daily duckling losses; instead the duckling losses seemed to be parallel with those of local common eiders, possibly driven by the same pathogens (viruses, microbes).

The conclusion is that the velvet scoter is well suited to the maritime environment, more so than is commonly thought. The species shows anti-predator tools that can be thought to counterbalance the lack of the social brood care, typical for eiders. Archaeological findings indicate that the species has been breeding in the Baltic Sea since the Middle Neolithic c. 3400–2800 cal BC, possibly even longer. The velvet scoter has a larger food niche than the common eider – a possible competitive advantage during periods of low salinity in the Baltic Sea.

#### **Kirjallisuus/References:**

- Bednekoff, P. A. 2007: Foraging in the face of danger. – Teoksessa/In: Stephens, D. W., Brown, J. S. & Ydenberg, R. C. (toim./eds), Foraging: behaviour and ecology, pp. 304–329. The University of Chicago Press. Chicago & London.
- Bergman, G. 1939: Untersuchungen über die Nistvogelfauna in einem Schärengebiet westlich von Helsingfors. – Acta Zool. Fennica 23. 134 pp.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. 1998: Model selection and interference: a practical information – theoretic approach. – Springer-Verlag. New York.

- Eadie, J. M., Kehoe, F. P. & Nudds, T. D. 1988: Pre-hatch and post-hatch brood amalgamation in North American Anatidae: a review and hypotheses. – *Can. J. Zool.* 66: 1709–1721.
- Gauthier, G. 1987: Brood territories in buffleheads: determinants and correlates of territory size. – *Can. J. Zool.* 65: 1402–1410.
- Grenquist, P. 1959: Havaintoja Saaristomeren pilkkasiipipoikueista. – *Suomen Riista* 13: 73–92 (in Finnish).
- Hannila, J., Hongell, H. & Tikkanen, H. 2000: Keski-Pohjanmaan merenrantalinnusto. – *Ornis Botnica* 18: 13–48.
- Hannila, J., Hongell, H. & Tikkanen, H. 2003: Voiko rantalintuyhteisöjä verrata? – *Ornis Botnica* 19: 69–78.
- Hario, M. & Selin, K. 1991: Mihin haahkanpoikaset katoavat (Summary: Where have all the eider ducklings gone?) – *Suomen Riista* 37: 35–43.
- Hario, M. & Övaskainen, O. 2006: Pilkkasiiven jakamaton poikastenhoito (Summary: Unshared parental investment in the velvet scoter). – *Suomen Riista* 52: 97–109.
- Hildén, O. 1964: Ecology of duck populations in the island group of Valassaaret, Gulf of Bothnia. – *Ann. Zool. Fennici* 1: 153–279.
- Hollmén, T., Franson, J. C., Hario, M., Sankari, S., Kilpi, M. & Lindström, K. 2001: Use of serum biochemistry to evaluate nutritional status and health of incubating common eiders (*Somateria mollissima*) in Finland. – *Physiological and Biochemical Zoology* 74 (3): 333–342.
- Hollmén, T., Franson, J. C., Kilpi, M., Docherty, D. E., Hansen, W. R. & Hario, M. 2002: Isolation and characterization of a reovirus from common eiders (*Somateria mollissima*) from Finland. – *Avian Diseases* 46: 478–484.
- Jakobsson, R., Kanckos, M. & Wistbacka, R. 2006: Fågelfaunan i Larsmo skärgård 1990–2004. – *Miljönämnden i Larsmo* 2006. 124 s.
- Koskimies, J. 1953: Selkälökkikysymyksestä. – *Suomen Riista* 8: 77–83.
- Koskimies, J. 1955: Juvenile mortality and population balance in the Velvet Scoter (*Melanitta fusca*) in maritime conditions. – *Acta XI Congr. Int. Ornith. (Basel)*, pp. 476–479.
- Koskimies, J. 1957: Verhalten und Ökologie der Jungen und jungenführenden Weibchen der Samtente. (Zur Fortpflanzungsbiologie der Samtente, *Melanitta f. fusca* (L.), ID. – *Ann. Zool. Soc. 'Vanamo'* 18 (9), 69 pp.
- Koskimies, J. & Routamo, E. 1953: Zur Fortpflanzungsbiologie der Samtente *Melanitta f. fusca*. I Allgemeiner Nistökologie. – *Papers on Game Research* 10. 105 pp.
- Koskimies, J. & Lahti, L. 1964: Cold-hardiness of the newly hatched young in relation to ecology and distribution in ten species of European ducks. – *Auk* 81: 281–307.
- Lemponen, N. 2002: Utvärdering av svärtans (*Melanitta fusca*) förekomst och unggproduktion i Larsmo skärgård under åren 1990–2001. – *Julkaisematon eläintiet. pro gradu –tutkielma*, Åbo Akademi, Inst. för biologi / Unpubl. graduate thesis in Zool., Åbo Akademi.
- Mannermaa, K. 2002: Bird bones from Jettböle I, a site in the Neolithic Åland archipelago in the northern Baltic. – *Acta zoologica cracoviensia* 45: 85–98.
- Mannermaa, K. & Storå, J. 2006: Stone age exploitation of birds on the island of Gotland, Baltic Sea: A taphonomic study of the avifauna on the Neolithic site of Ajvide. – *Int. J. Osteoarchaeol.* 16: 429–452.
- Mendenhall, V. & Milne, H. 1985: Factors affecting duckling survival of Eiders *Somateria mollissima* in northeast Scotland. – *Ibis* 127: 148–158.
- Miettinen, M. 1995: Pilkkasiiven sekä muiden vesilintujen kanta ja poikueiden menestyminen Saaristomeren ulkosaaristossa 1992. – *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A, No 50. 32 pp (in Finnish).
- Miettinen, M. 2004: Saaristomeren kansallispuiston ja yhteistoiminta-alueen pesimälinnusto 2000-luvun alussa – katsaus pitkäaikaismuutoksiin. – *Käsikirjoitus, Metsähallitus*.
- Mikola, M., Miettinen, M., Lehtikoinen, E. & Lehtilä, K. 1994: The effects of disturbance caused by boating on survival and behaviour of Velvet Scoter *Melanitta fusca* ducklings. – *Biol. Conserv.* 67: 119–124.
- Nordberg, S. 1942: ber die Ortstreue von *Somateria m. mollissima* (L.), *Oidemia f. fusca* (L.) und *Mergus m. merganser* L. während der Brutzeit. – *Ornis Fennica* 19: 73–80.
- Nordström, M. 2003: Introduced predator in Baltic Sea archipelagos: variable effects of feral mink on bird and small mammal populations. – *Turun yliopiston julkaisuja*, sarja AII, osa 158 (väitöskirja).
- von Numers, M. 1995: Distribution, numbers and ecological gradients of birds breeding on small islands in the Archipelago Sea, SW Finland. – *Acta Zool. Fennica* 197. 127 s.
- Paasivaara, A. & Pöysä, H. 2004: Mortality of common goldeneye (*Bucephala clangula*) broods in relation to predation risk by northern pike (*Esox lucius*). – *Ann. Zool. Fennici* 41: 513–523.
- Paavola, E.-P. 1950: Piirteitä Porvoon läntisen saaristoalueen linnustosta (Summary: On the bird fauna of the western archipelago of Porvoo). – *Suomen Riista* 5: 28–59.
- Paavola, E.-P. 1957: Die Vogelfauna des äusseren Schärenhofes im östlichen Teil des Finnischen Meerbusens II. – *Ann. Zool. Soc. 'Vanamo'* 18 (6). 31 pp.
- Pöysä, H. & Paasivaara, A. 2006: Movements and mortality of common goldeneye *Bucephala clangula* broods in a patchy environment. – *Oikos* 115: 33–42.
- Rönkä, M. T. H., Saari, C. L. V., Lehtikoinen, E. A., Suomela, J. & Häkkinen, K. 2005: Environmental changes and population trends of breeding waterfowl in northern Baltic Sea. – *Ann. Zool. Fennici* 42: 587–602.
- Rönkä, M., Tolvanen, H., Lehtikoinen, E., von Numers, M. & Rautkari, M. 2008: Breeding habitat preferences of 15 bird species on south-western Finnish archipelago coast: Applicability of digital spatial data archives to habitat assessment. – *Biol. Conserv.* 141 (2): 402–416.
- R Development Core Team. 2006. R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Saatavissa internet-osoitteesta <http://www.R-project.org>.
- Skerratt, L. F., Franson, J. C., Meteyer, C. U. & Hollmén, T. E. 2005: Causes of mortality in sea ducks (Mergini) necropsied at the USGS-National Wildlife Health Center. – *Waterbirds* 28: 193–207.
- Stephens, D. W. & Krebs, J. R. 1986: *Foraging Theory*. – Princeton University Press. Princeton NJ.
- Tikkanen, H. 1999: Pilkkasiipi ja ympäristömuutokset Luodon – Kokkolan saaristossa (Summary: Velvet Scoter (*Melanitta fusca*) and environmental changes in the archipelago of Luoto and Kokkola). – *Ornis Botnica* 17: 139–147.
- Traylor, J. J. & Alisauskas, R. T. 2006: Effects of intrinsic and extrinsic factors on survival of White-winged

- Scoter (*Melanitta fusca deglandi*) ducklings. – Auk 123: 67–81.
- Väisänen, R. A., Lammi, E. & Koskimies, P. 1998: Muuttuva pesimälinnusto. – Otava. Helsinki. 567 pp.
- Öst, M., Mantila, L. & Kilpi, M. 2002: Shared care provides time-budgeting advantages for female eiders. – Anim. Behav. 64: 223–231.
- Öst, M., Smith, B. D. & Kilpi, M. 2008: Social and maternal factors affecting duckling survival in eiders *Somateria mollissima*. – J. Anim. Ecol. (painossa/in press).
- Hyväksytty/*Accepted* 29.4.2008.
- Martti Hario  
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Söderskärin riistantutkimusasema  
*Finnish Game and Fisheries Research Institute*  
*Söderskär Game Research Station*  
P. O. Box 2  
FI-00791 Helsinki, Finland