



# **Supikoira linnunpesien saalistajana suomalaisessa maatalousmaisemassa**

Timo Ruuska  
Pro gradu -tutkielma  
Helsingin yliopisto  
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta  
Metsätieteiden laitos  
Metsien ekologia ja käyttö – Riistaeläintiede  
Syyskuu 2018

HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta	Laitos – Institution – Department Metsätieteiden laitos
Tekijä – Författare – Author Timo Ruuska	
Työn nimi – Arbetets titel – Title Supikoira linnunpesien saalistajana suomalaisessa maatalousmaisemassa	
Oppiaine – Läroämne – Subject Metsien ekologia ja käyttö – Riistaeläintiede	
Työn ohjaajat – Arbetets handledare – Supervisor Yliopiston lehtori Veli-Matti Väänänen ja Tutkijatohtori Sari Holopainen	Vuosi – År – Year 2018
<p>Tiivistelmä – Abstrakt – Abstract</p> <p>Supikoiran <i>Nyctereutes procyonoides</i> on todettu aiheuttavan huomattavaa vahinkoa alkuperäiselle lajistolle, ja se on listattu yhdeksi sadasta haitallisimmasta vieraslajista Euroopassa. Kesäkuussa 2017 supikoira liitettiin EU:n haitallisten vieraslajien luetteloon eli ns. mustalle listalle. Supikoiran ravinnon käyttöä on selvitetty useissa tutkimuksissa ja on havaittu, että sillä voi olla vaikutusta eri lajien esiintymisrunsauteen. Tutkimustulokset ovat kuitenkin olleet vaihtelevia. Tutkitulle tiedolle supikoiran ravinnon käytöstä ja vaikutuksesta muuhun lajistoon on lisätarvetta.</p> <p>Tässä pro gradu -työssä selvitettiin supikoiran osuutta maassa pesivien lintujen pesien saalistajana koe-pesien avulla. Vaikka koe-pesät eivät vastaa täysin oikeiden pesien predaatiota, voidaan tuloksia kuitenkin käyttää indeksinä supikoiran pesäpredaatiosta. Tutkimuksessa analysoitiin supikoiratiheyden vaikutusta (indeksi) supikoiran koe-pesillä käynteihin. Lisäksi aineisto mahdollisti supikoirien pesillä käyntien spatiaalisen ja tempo-raalisen mallinnuksen. Tutkimuksessa käytettiin riistakameroita, jotka ovat mahdollistaneet uudenlaisia tapoja tutkia riistaeläinten saalistuskäyttäytymistä.</p> <p>Tutkimuksen aineisto on kerätty Etelä-Suomessa vuosina 2015–2017. Aineisto käsittää 20 alueelta kerä-tyn, yhteensä 168 koe-pesän aineiston. Kullekin alueelle perustettiin kahdeksan keinopesää, joissa käytettiin fa-saanin <i>Phasianus colchicus</i> munia. Pesien saalistusta tutkittiin pellon reunaan nähden kohtisuoraan olevalla 400 metrin vyöhykkeellä, joka sijoittui 150 metriä metsän ja 250 metriä pellon puolelle. Koe-pesien paikat olivat satunnaistettuja ja pesät tehtiin fasaaneille ja puolisukeltajasorsille tyypillisiin pesimisympäristöihin tutkimus-vyöhykkeellä. Jokaiselle pesälle asennettiin riistakamera kuvaamaan pesällä käyntejä. Kamerat olivat kahdeksan päivän ajan kuvaamassa, minkä jälkeen ne haettiin pois ja tiedot kirjattiin ylös. Aineiston mallinnus tehtiin R-ohjelmalla käyttäen yleistettyä lineaarista sekamallia.</p> <p>Tutkimuksen aikana 33,3 % koe-pesistä ryöstettiin. Ryöstetyistä pesistä 21,4 % oli supikoiran saalistamia. Tulosten perusteella supikoiran pesäpredaation osuus vaihtelee vuosittain. Supikoiran tuhoamien pesien määrä vaikuttaisi korreloivan positiivisesti havaittujen supikoiratiheys-indeksien suhteen. Supikoiran lisäksi varislin-nut olivat merkittäviä pesien tuhoajia. Tulosten perusteella supikoira näyttäisi hyödyntävän maatalousympäris-töä monipuolisesti saalistaessaan. Se ryösti pesiä niin pelto- kuin metsäalueella, joskin näiden alueiden välisellä reunavyöhykkeellä saalistus oli odotettua vähäisempää. Tulokset tukevat käsitystä supikoirasta joustavana pe-tona. Sille on generalistina ominaista hyödyntää erilaisia ympäristöjä ruuan etsintään ja käyttää ravintoa vaihte-levasti, joten myös linnunmunien osuus ravinnossa voi vaihdella vuosittain.</p>	
Avainsanat – Nyckelord – Keywords supikoira, <i>nyctereutes procyonoides</i> , pesäpredaatio, keinopesä, riistakamera, pesärosvo	
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited Helda / E-thesis (opinnäytteet) <i>ethesis.helsinki.fi</i>	

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Faculty of Agriculture and Forestry	Laitos – Institution – Department Department of Forest Sciences
Tekijä – Författare – Author Timo Ruuska	
Työn nimi – Arbetets titel – Title Raccoon Dog as a Nest Predator in Finnish Agricultural Landscape	
Oppiaine – Läroämne – Subject Forest Ecology and Management – Game and Wildlife Management	
Työn ohjaajat – Arbetets handledare – Supervisor University lecturer Veli-Matti Väänänen and Postdoctoral researcher Sari Holopainen	Vuosi – År – Year 2018
Tiivistelmä – Abstrakt – Abstract <p>It has been found out that the raccoon dog <i>Nyctereutes procyonoides</i> causes considerable damage to native species, and it has been included among one of the hundred worst invasive alien species in Europe. In June 2017 the raccoon dog was included in the list of invasive alien species of the European Union concern, the so-called black list. The diet of the raccoon dog has been dealt with in several studies, and it has been found out that it may have an effect on the density of different species. The findings of the studies, however, have varied. There is a need to study further the results of the research on the diet of the raccoon dog and its influence on other species.</p> <p>In this thesis master's thesis, the role of the raccoon dog was studied as a predator of ground nesting birds' nests by means of artificial nests. Although artificial nests do not fully correspond to the predation of real nests, the results can, however, be used as an index on the nest predation by the raccoon dog. The study analysed the influence of raccoon dog density (index) on the visits in the artificial nests by the raccoon dog. The data also facilitated the spatial and temporal modelling of nest predations by the raccoon dog. In this research trail cameras were used, which have made new ways possible to study the predation behaviour of game species.</p> <p>The data of this study was collected in 2015–2017 in Southern Finland. The data consists of data collected from altogether 168 artificial nests in 20 areas. In each area eight artificial nests were founded, in which pheasant <i>Phasianus colchicus</i> eggs were used. Nest predation was studied in a 400-meter zone perpendicularly to the side of the field, located 150 meters on the field side and 250 meters on the forest side. The locations of the artificial nests were chosen randomly, and the nests were founded in nesting surroundings typical of pheasants and dabbling ducks in the research zone. A trail camera was placed by each nest to photograph the visits at the nests. The cameras were photographing for eight days, after which they were taken away and the data was recorded. The modelling of the data was made by means of R-program using generalized linear mixed model.</p> <p>During the research 33,3 % of the artificial nests were predated. 21,4 % of the robbed nests were predated by the raccoon dog. According to the results of the study the part of nest predation by the raccoon dog varies yearly. The number of nests destroyed by the raccoon dog seems to have a positive correlation to found raccoon dog density indexes. Beside the raccoon dog corvids were remarkable nest predators. According to the results of this study the raccoon dog seems to utilize agricultural landscape in a many-sided way when predated. It robbed nests both in field and forest areas, though there was less predation in the edge zone between these areas than expected. The results support the understanding that the raccoon dog is a flexible predator. As a generalist it typically exploits various environments when looking for food and uses food in different ways, so the part of bird eggs in the diet may vary yearly.</p>	
Avainsanat – Nyckelord – Keywords raccoon dog, <i>nyctereutes procyonoides</i> , nest predation, artificial nest, trail camera, nest predator	
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited Helda / E-thesis (opinnäytteet) <span style="float: right;"><i>ethesis.helsinki.fi</i></span>	

# Sisällysluettelo

Sisällysluettelo .....	4
1 Johdanto .....	6
1.1 Supikoiran biologia .....	6
1.1.1 Levinneisyys .....	6
1.1.2 Lisääntyminen.....	11
1.1.3 Talviuni .....	13
1.1.4 Ravinto.....	14
1.1.5 Elinpiiri ja -ympäristö .....	19
1.2 Supikoiran vaikutusten tutkiminen.....	22
1.2.1 Pesäpredaatiokokeet.....	23
1.3 Tutkimuksen tarkoitus .....	25
1.4 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit .....	26
2 Aineisto ja menetelmät.....	27
2.1 Tutkimusalue .....	27
2.2 Tutkimusaineisto .....	28
2.3 Tilastolliset menetelmät.....	31
2.3.1 Predaatioaste .....	32
2.3.2 Pesien selviytymisanalyysi .....	32
2.3.3 Saalistusympäristöanalyysi .....	32
2.3.4 Hajupostikäynti-indeksi .....	33
3 Tulokset.....	34
3.1 Predaatioaste.....	34
3.2 Pesien selviytymisanalyysi.....	42
3.2.1 Koko aineisto .....	42
3.2.2 Supikoira.....	43
3.3 Saalistusympäristöanalyysi .....	45

3.3.1	Koko aineisto .....	45
3.3.2	Supikoira.....	47
3.4	Supikoirien hajupostikäynti-indeksi.....	49
3.4.1	Hajupostikäynti-indeksin ja tuhoutuneiden pesien korrelaatio.....	50
4	Tulosten tarkastelu .....	52
4.1	Pesäpredaation vuotuinen vaihtelu .....	52
4.2	Supikoiran merkitys pesäpredaattorina .....	54
4.3	Supikoiran saalistusympäristö .....	56
4.4	Supikoiran tuhoamien pesien ja hajupostikäyntien välinen yhteys .....	57
4.5	Tulosten virhelähteet .....	57
4.5.1	Tutkimusasetelma .....	57
4.5.2	Keinopesäkokeet.....	58
4.5.3	Hajupostit.....	60
4.5.4	Aineisto .....	60
5	Johtopäätökset.....	62
5.1	Jatkotutkimustarpeet.....	63
6	Kiitokset .....	64
7	Lähteet.....	65

# 1 Johdanto

## 1.1 Supikoiran biologia

Supikoira *Nyctereutes procyonoides* on Itä-Aasiasta kotoisin oleva keskikokoinen koiraeläin. Supikoira luokitellaan kuuteen alalajiin: *N. p. procyonoides* elää Kiinan ja Pohjois-Vietnamin alueella, *N. p. orestes* Yunnan vuoristoalueella Kiinassa, *N. p. koreensis* Koreassa, *N. p. ussuriensis* Amurin ja Ussurin alueilla Siperiassa ja Itä-Kiinassa, *N. p. viverrinus* Japanissa ja *N. p. albus* Japaniin kuuluvalla Hokkaidon saarella. Euroopassa esiintyvät supikoirat ovat *N. p. ussuriensis* alalajia.

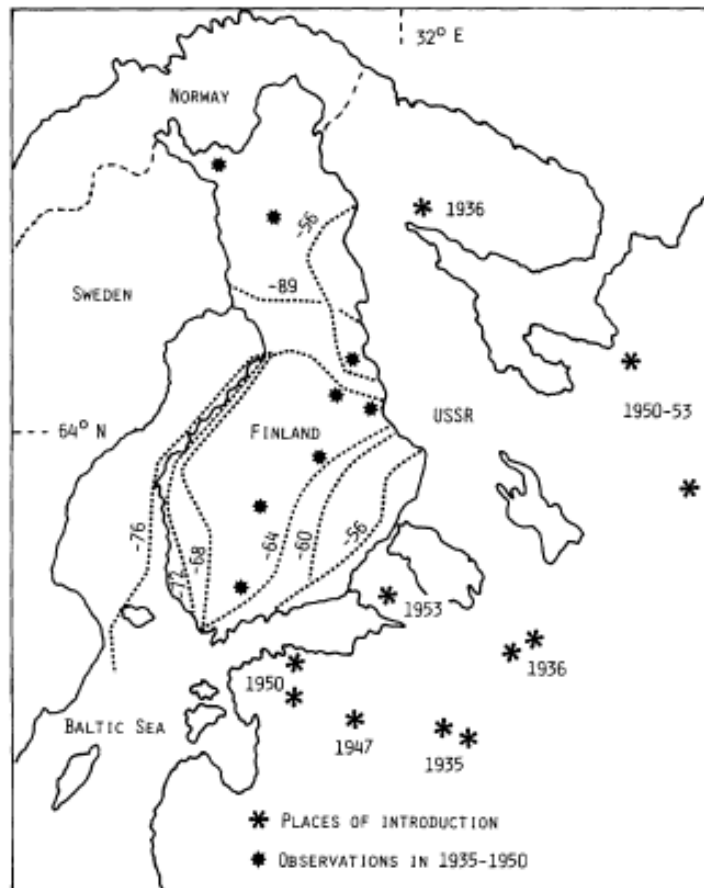
Aasiasta Eurooppaan siirtoistutetut supikoirat ovat levittäytyneet tehokkaasti uusille alueille ja populaatio on runsastunut nopeasti. Supikoira on hyvin sopeutumiskykyinen. Tätä ominaisuutta pidetään yhtenä tärkeimpänä tekijänä sen erinomaisen menestymisen takana (Kauhala & Kowalczyk 2011). Supikoiran kaikkiruokaisuus, korkea lisääntymisteho ja talviuni tekevät siitä erityisen tehokkaan selviytyjän ja levittäytyjän (Kauhala ym. 1993b, Helle & Kauhala 1995, Sidorovich ym. 2008).

### 1.1.1 Levinneisyys

Supikoira on alkujaan lähtöisin Aasian itäisestä osasta, Kaukoidästä. Vuosina 1929–1955 supikoiria siirtoistutettiin entisen Neuvostoliiton läntisiin osiin noin 70 eri alueelle (Lavrov 1971, Helle & Kauhala 1995). Siirtoistutetut yksilöt olivat Amurin ja Ussurin alueelta peräisin olevia eläimiä eli Ussurin supikoiria (Kauhala & Kowalczyk 2011, Mulder 2012). Ussurin supikoira on alkuperäisessä elinympäristössään sopeutunut kylmään ilmastoon ja ankariin talviin, joten sen uskottiin selviytyvän uusilla elinalueillaan.

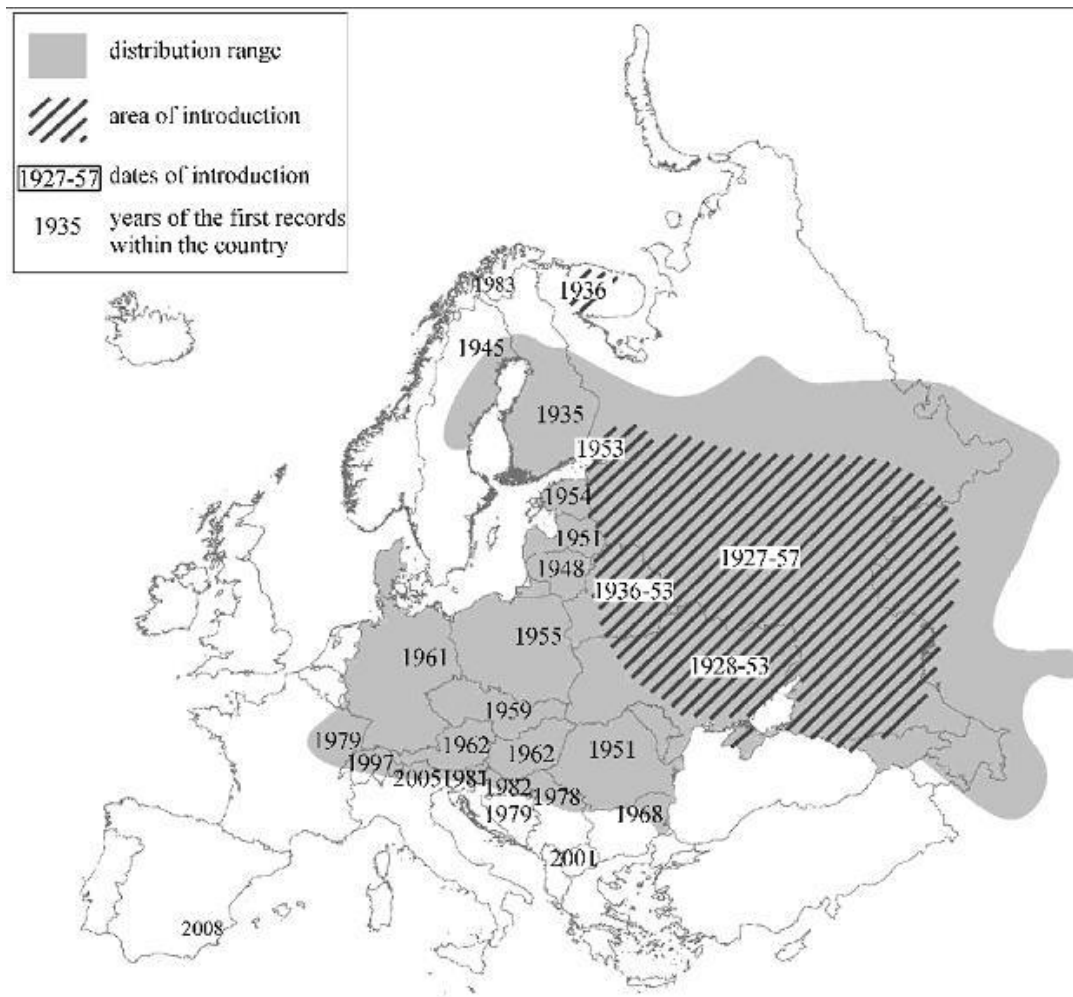
Siirtoistutusten tarkoituksena oli luoda uusi turkisriistalaji Neuvostoliiton länsiosiin. Kaikkiaan supikoiria siirtoistutettiin 9 100 yksilöä (Helle & Kauhala 1991). Ensimmäiset siirtoistutukset tehtiin vuosina 1928–1929 Etelä-Kaukasian, Abhasian, Karatalin ja Etelä-Ossetian alueelle. Siirtoistutuksia jatkettiin 1930-luvun puolella välissä, jolloin supikoiria siirrettiin muun muassa Novgorodin, Tverin ja Moskovan eteläpuolisille alueille sekä Pohjois-Kaukasiaan, Ukrainaan ja Kirgisiaan (Lavrov 1971). Vuosina 1936–1939 siirtoistutuksia tehtiin Astrahan alueelle sekä vuosina 1949–1954 Moldovassa. Vuonna 1963 supikoiria siirtoistutettiin myös nykyisen Valko-Venäjän alueelle (Lever 1985).

Supikoiria siirrettiin myös Suomen lähialueille muun muassa Karjalan ja Pietarin alueelle, Kuolan niemimaalle sekä nykyisen Viron alueelle (Lavrov 1971). Pietarin alueelle ensimmäiset istutukset tehtiin 1930-luvun puolessa välissä, Kuolan niemimaalle vuonna 1936 sekä Arkangeliin vuosina 1950–1953. Karjalankannakselle supikoiria siirrettiin vuonna 1953. Myös nykyisen Viron alueelle supikoiria tuotiin 1950-luvun aikana (Lavrov 1971) (kuva 1). Siirtoistutukset olivat pääsääntöisesti erittäin onnistuneita; supikoirien määrä kasvoi nopealla tahdilla ja ne levittäytyivät tehokkaasti uusille alueille vuotuisen leviämismuutoksen ollessa 40 kilometrin luokkaa (Mulder 2012). Parhaimmillaan leviämismuutoksen vauhti oli kuitenkin jopa 120 kilometriä vuodessa. Siirtoistutukset vuoristoisille ja hyvin kylmille alueille eivät kuitenkaan olleet onnistuneita (Mulder 2012).



Kuva 1. Supikoiria siirtoistutettiin Suomen lähialueille muun muassa Karjalan ja Pietarin alueelle, Kuolan niemimaalle sekä nykyisen Viron alueelle (isot tähdet). Pienemmät pisteet kuvastavat supikoirien havaintopaikkoja Suomen alueella vuosina 1935–1950. Katkoviivat ilmaisevat supikoirien levinneisyysalueen kehittymistä (Helle & Kauhala 1991).

Supikoirat levittäytyivät siirtoistutusten myötä nopeasti naapurimaiden puolelle (Lavrov 1971). Baltian maihin supikoirat levisivät 1950-luvun aikana. Virossa supikoiria tavattiin ympäri maata 1950-luvulla, Liettuassa 1950-luvun lopulla ja Latviassa jo 1950-luvun alussa (Lavrov 1971). Puolassa ensimmäiset supikoirat tavattiin vuonna 1955 (Kauhala & Kowalczyk 2011). Saksassa ensimmäiset havainnot supikoirista saatiin 1960-luvun alussa, mutta vasta 1990-luvulla kanta lähti kasvamaan runsaammin. Ranskassa ensimmäinen havainto supikoirasta tehtiin vuonna 1975 tai 1979. Lisäksi Pohjois-Italiassa ensimmäinen supikoira havaittiin vuonna 2005, mikä kertoo siitä, että supikoira on onnistunut ylittämään Alpit. Espanjasta on yksi havainto supikoirasta vuodelta 2008 (Kauhala & Kowalczyk 2011) (kuva 2).



Kuva 2. Supikoirat levittäytyivät siirtoistutusten myötä nopeasti ympäri Eurooppaa (Kauhala & Kowalczyk 2011).

Skandinaviassa supikoirien levittäytymistä on hidastanut pohjoinen ilmasto ja Itämeri, mutta erityisesti Suomessa supikoirakanta on kasvanut nopeasti. Ruotsissa ensimmäiset supikoirat havaittiin vuonna 1945, mutta vasta viime vuosina niiden määrä on alkanut kasvaa. Norjassa ensimmäinen havainto tehtiin vuonna 1983, minkä jälkeen supikoiria ei tavattu pitkään aikaan. Seuraava havainto on vuodelta 2007 ja tämän jälkeen on tehty vain yksittäisiä havaintoja (Norjan ympäristövirasto 2017).

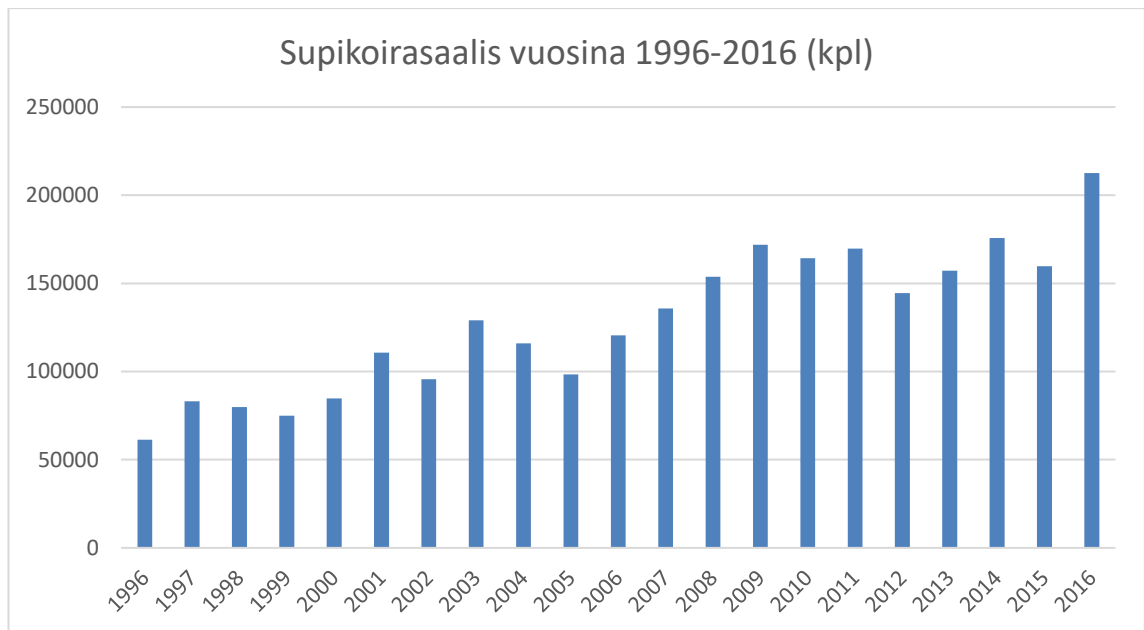
Suomessa ensimmäiset supikoirat tavattiin 1930-luvun lopulla Koillis-Lapissa, ja näiden arveltiin olleen Kuolan niemimaalle siirtoistutettuja vaeltamaan lähteneitä yksilöitä (Helle & Kauhala 1991). Varsinainen supikoiran levittäytyminen Suomeen tapahtui kaakon suunnasta 1950-luvulla, ja jo 1970-luvun puolivälissä supikoira oli asuttanut koko Etelä- ja Keski-Suomen (Helle & Kauhala 1991). Ahvenanmaalla ensimmäinen havainto supikoirasta tehtiin vuonna 1976 (Kauhala 2005). Nykyään supikoiraa tavataan lähes koko Suomessa pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Sieltä saadaan kuitenkin säännöllisesti havaintoja yksittäisistä supikoirista. Ilmastollisten tekijöiden epäillään pääasiassa rajoittavan supikoirien leviämistä aivan pohjoisimpaan Suomeen (Helle & Kauhala 1991).

Siirtoistutusten myötä Eurooppaan on muodostunut vakituinen supikoirakanta. Supikoirat levittäytyvät edelleen uusille alueille ja tällä hetkellä niitä tavataan 1,4 miljoonan neliökilometrin laajuisella alueella Euroopassa (Kauhala & Kowalczyk 2011, Euroopan komissio 2013). Supikoiria tavataan suurimmassa osassa Eurooppaa, erityisesti Itä- ja Pohjois-Euroopassa. Keski-Eurooppaan supikoirakanta on levittäytynyt hieman hitaammin ja varsinainen runsastuminen on alkanut 2000-luvulla (Mulder 2012). Euroopassa vakinaisen kannan alueeseen kuuluvat Suomi, Viro, Latvia, Liettua, Valko-Venäjä, Ukraina, Romania, Unkari, Slovakia, Puola, Tšekki, Itävalta, Tanska, Saksa sekä osittain Ruotsi ja Ranska. Supikoirista saadaan säännöllisesti havaintoja myös Alankomaista, Moldovasta, Sloveniasta, Kroatiasta, Bosnia-Herzegovinasta ja Serbiasta sekä yksittäisiä havaintoja on tehty Norjassa, Espanjassa, Italiassa ja Makedoniassa (Kauhala & Kowalczyk 2011) (kuva 3).



Kuva 3. Supikoiran luontainen levinneisyysalue Aasiassa on esitetty keltaisella ja Eurooppaan siirtoistutettujen supikoirien levinneisyysalue on kuvattuna violetilla (Kauhala & Saeki 2016).

Supikoiran levittäytyminen ja runsastuminen on ollut menestystarina niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa. Kun Suomessa vielä 1980-luvun puolivälissä saatiin saaliiksi reilu 60 000 supikoiraa vuosittain, niin viime vuosina saalismäärät ovat olleet noin 160 000–170 000 yksilöä vuodessa (Helle & Kauhala 1991, Luonnonvarakeskus 2018). Supikoira on nykyään riistanisäkkäistä yleisin saaliseläin ja se on jopa ohittanut nisäkkäslajien saalistilastoissa aiemmin runsaimpana esiintyneen metsäjäniksen *Lepus timidus* (Luonnonvarakeskus 2018). Vuonna 2016 supikoiria saatiin saaliiksi ennätyselliset 212 500 yksilöä (Luonnonvarakeskus 2018) (kuva 4).



Kuva 4. Supikoirasaalis Suomessa vuosina 1996–2016 (Luonnonvarakeskus 2018).

Ilmasto-olosuhteet vaihtelevat supikoiran alkuperäisellä elinalueella Japanin subtrooppisesta, Pohjois-Vietnamin ja Etelä-Kiinan ankaraan mannerilmastoon sekä Mongolian ja Kaakkois-Siperian kylmiin talviin (Kauhala & Kowalczyk 2011). Supikoirat ovat sopeutuneet elämään erilaisissa ilmasto-oloissa ja elinympäristöissä. Subtrooppisella alueella supikoirat ovat tottuneet pitkiin ja lämpimiin kesiiin sekä lyhyisiin ja leutoihin talviin. Mannerilmastollisella alueella on tyypillistä, että lämpötilat vaihtelevat suuresti vuodenaikojen välillä. Siellä supikoirat ovat sopeutuneet sietämään lämpimiä kesiiä sekä kylmiä ja lumisia talvia. Kaakkois-Siperian havumetsävyöhykkeellä talvet voivat olla kylmempiä ja lumisempia kuin Suomessa.

### 1.1.2 Lisääntyminen

Supikoiran menestymisen yhtenä avaintekijänä pidetään sen suurta lisääntymistehoa, joka on muihin keskikokoisiin lihansyöjänisäkkäisiin verrattuna tavanomaista korkeampi (Kauhala & Kowalczyk 2011). Supikoiralla keskimääräinen pentuekoko on 8–10 pentua vuodessa (Kauhala & Saeki 2004, Kauhala & Kowalczyk 2011, Mulder 2012). Pentueen koko voi kuitenkin vaihdella suuresti. Helle ja Kauhala (1995) havaitsivat, että Etelä-Suomessa suurin pentuekoko supikoiralla oli 16 yksilöä. Muualla Euroopassa on tavattu vieläkin suurempia pentueita; jopa 19 pentua yhdellä naaraalla (Mulder 2012).

Tutkimusten perusteella ilmasto-olosuhteet vaikuttavat suuresti pentueen kokoon (Helle & Kauhala 1995). Yleensä pohjoisen ankarammat olosuhteet rajoittavat pentuekokoa ja etelämpänä lauhemmissa olosuhteissa pentueet ovat suurempia. Tutkimuksissa on havaittu myös, että pentuekoko korreloi positiivisesti naaraan kunnan kanssa (Helle & Kauhala 1995, Mulder 2012). Kun ravintoa on runsaasti tarjolla, ovat myös pentueet suurempia. Erityisesti marjojen ja myyrien runsaudella on suuri vaikutus naaraiden kuntoon ja sitä kautta lisääntymiskykyyn (Helle & Kauhala 1995).

Supikoira tulee sukukypsäksi 8–11 kuukauden ikäisenä (Kauhala & Saeki 2004, Kauhala & Kowalczyk 2011, Mulder 2012), joten se pystyy lisääntymään jo ensimmäisenä aikuisvuotenaan. Yksivuotiaiden naaraiden lisääntyminen on kuitenkin riippuvainen niiden kunnosta. Mikäli naaras ei ehdi kerätä syksyllä riittävästi rasvavarantoa talven varalle, sen kunto on huono keväällä eikä se silloin lisäännä (Kauhala 2005).

Ravintotilanne, ilmastotekijät ja kasvukauden pituus sekä supikoirakannan tiheys ovat tärkeimpiä tekijöitä, jotka vaikuttavat supikoirien kuntoon ja kykyyn kerryttää riittävästi rasvaa talven varalle (Helle & Kauhala 1991, Helle & Kauhala 1995). Myös sääolosuhteilla, erityisesti talviaikaan, on suuri vaikutus supikoirien kuntoon ja rasvavarantoihin (Helle & Kauhala 1991). Luonnossa on tarjolla niukasti ravintoa talvella ja lumioloit hankaloittavat liikkumista, joten supikoiran kannalta on edullisempaa nukkua kuin olla liikkeellä ja kuluttaa rasvavarastoja (Mustonen & Nieminen 2018). Lisäksi talviaikaan liikkuminen altistaa supikoiria suurempien petojen saalistukselle sekä metsästykselle.

Supikoirat ovat muiden koiraeläinten tapaan yksiavioisia ja yleensä ne viettävät saman parin kanssa koko elämänsä (Helle & Kauhala 1993, Kauhala 2005, Kauhala & Kowalczyk 2011, Mulder 2012). Uros ja naaras ovat yhdessä ympäri vuoden ja liikkuvat enimmäkseen parina kesät talvet. Supikoira on ainoa koiraeläin, jolla on näin tiivis parisidos (Mulder 2012). Muista nisäkkäistä poiketen supikoirille on tyypillistä, että uros avustaa pentujen hoidossa, jolloin naaraalla on paremmat edellytykset ravinnonhankintaan pentujenhoitovaiheessa (Kauhala 2005). Näin ollen naaraat pystyvät panostamaan paremmin pentujen ruokkimiseen sekä tuottamaan riittävästi maitoa suuremman pentueen kasvattamiseen (Kauhala & Kowalczyk 2011).

Metsästysverotuksen on myös esitetty lisäävän supikoirien pentutuottoa. Jos supikoira-kantaa on vähennetty voimakkaasti ja se on ympäristön kantokyvyn alapuolella, voivat ne kompensoida metsästyskuolleisuutta lisäämällä pentuekokoa (Helle & Kauhala 1991, Helle & Kauhala 1995). Tällöin resursseja on suhteessa enemmän käytettävissä supikoira-kohden, mikä mahdollistaa suurempien pentueiden tuottamisen.

Toisaalta supikoirien suurta lisääntymistehoa tasapainottaa suuri pentukuolleisuus. Helle ja Kauhala (1993) selvittivät tutkimuksessaan, että 89 % pennuista kuolee ensimmäisen elinvuotensa aikana eli vain noin joka yhdeksäs pentu selviää ensimmäisen talven yli (Helle & Kauhala 1993, Kauhala 2005). Keski-Euroopassa vastaavat luvut ovat hieman pienempiä: Puolassa 82 % ja Saksassa 69 % pennuista kuolee ensimmäisen elinvuotensa aikana (Mulder 2012).

Supikoirien pennuilla on monta ottajaa; ne ovat monille pedoille helppoa saalista, liikenne tappaa suuren määrän nuoria supikoiria, ne joutuvat helposti metsästäjien saaliiksi, taudit ja loiset ottavat osansa sekä sääolosuhteet ja nälkiintyminen koituvat joidenkin supikoirien kohtaloksi (Kauhala 2005, Drygala ym. 2010, Mulder 2012). Aikuisista supikoirista kuolee noin puolet vuosittain (Helle & Kauhala 1993, Kauhala 2005). Puolassa tehdyn tutkimuksen mukaan 82 aikuisesta supikoirasta 55 % oli kuollut luontaisesti joko pedon tai tautien tappamina ja 40 % supikoirista oli kuollut ihmisen toimesta; suurin osa näistä oli jäänyt auton yliajamaksi ja 16 % oli jäänyt saaliiksi metsästyksessä (Mulder 2012).

### **1.1.3 Talviuni**

Supikoira on ainoa koiraeläin, joka nukkuu talviunta. Kyky kerätä paksu rasvakerros ja nukkua talviunta on edesauttanut supikoiran menestymistä ja mahdollistanut sen leviämisen myös Pohjois-Eurooppaan (Kauhala & Kowalchuk 2011). Erityisesti pohjoisessa kylmissä olosuhteissa supikoira viettää talvikuukaudet nukkuen, mutta etelän lauhkeamassa ilmastossa se voi olla koko talven hereillä ja liikkeellä. Saksassa, missä talvet ovat leudompia ja vähälumisempia, supikoirien tiedetään olevan aktiivisia läpi talven (Kauhala & Kowalchuk 2011, Mulder 2012).

Viettääkseen talviunta supikoiran on kyettävä keräämään syksyn aikana riittävän suuret rasvavarastot (Mustonen & Nieminen 2018). Niiden turvin se nukkuu talven yli ja herää keväällä riittävän hyväkuntoisena lisääntymään (Kauhala 2005). Supikoiraparit viettävät

myös talven yleensä yhdessä nukkumalla talviunta samassa pesässä. Kauhala ja Holmala (2006) havaitsivat, että 84 % (n=106 paria) supikoirapareista nukkui talviunta yhdessä.

Suomen olosuhteissa supikoirat aloittavat talviunen yleensä marraskuussa ja jatkavat sitä maaliskuulle saakka. Talviunen pituus ja laatu ovat kuitenkin suuresti riippuvaisia sääolosuhteista ja supikoiran kerryttämän rasvavaraston määrästä. Sään lauhtuessa supikoirat voivat olla liikkeellä jopa keskitalven normaalisti kylmimpinä kuukausina tammi–helmikuussa. Kauhalan ym. (2007) mukaan supikoirat ovat yleensä unessa, kun lämpötila on alle -10 °C, lunta on enemmän kuin 35 cm ja päivän pituus on alle 7 tuntia. Vastaavasti suurin osa supikoirista on aktiivisia, kun lämpötila on nollan yläpuolella, lunta ei ole maassa ja päivän pituus on yli 10 tuntia (Kauhala ym. 2007). Puolassa, jossa talvet ovat kylmempiä kuin Saksassa, supikoirat ovat yleensä talviunessa joulukuusta helmikuuhun (Jedrzejewska & Jedrzejewski 1998).

Supikoirat valitsevat talvipesäkseen paikan, joka suojaa niitä säältä ja pedoilta. Supikoiria tapaa yleensä viettämästä talviunta luolastoista, kallion koloista sekä rakennusten ja latojen alta. Puolassa aktiiviset mäyrän luolastot olivat yleisimpiä supikoirien talvehtimispaikkoja (Kowalczyk ym. 2008). Mulderin (2012) mukaan supikoirat voivat hyötyä mäyrän luolastojen käytöstä erityisesti talviaikaan, kun luolastojen hyvän suojan ansiosta niiden mahdollisuus selviytyä talvesta kasvaa. Mäyrät *Meles meles* ja supikoirat voivat nukkua talviunta samassa luolastossa. Lauhoina talvina supikoiria voi tavata nukkumasta talviunta myös risukasoista, tukkipinojen alta ja kannon koloista (Mulder 2012).

#### **1.1.4 Ravinto**

Supikoiran ravintokäyttäytymisen arvellaan edesauttaneen merkittävästi sen menestyksestä levittäytymistä ja runsastumista Euroopassa (Sidorovich ym. 2008, Kauhala & Kowalczyk 2011). Tutkimuksien mukaan supikoira ei ole ravintonsa suhteen vaativainen, vaan kelpuuttaa ruoakseen kaiken vähänkään ravinnoksi kelpaavaan (Kauhala & Auniola 2001, Sutor ym. 2010, Mulder 2012).

Tutkimuksissa supikoira määritellään yleisesti kaikkiruokaiseksi opportunistiseksi petoeläimeksi (mm. Sidorovich ym. 2008, Sutor ym. 2010, Kauhala & Ihalainen 2014). Omnivorina eli kaikkiruokaisena petoeläimenä supikoira syö lihan lisäksi paljon myös

muita eläin- ja kasvikunnan tuotteita. Supikoiralle on tyypillistä opportunistinen käyttäytymismalli eli se syö monipuolisesti kulloinkin helpoimmin saatavilla olevaa ravintoa. Supikoiran tiedetään syövän muun muassa myyriä, päästäisiä, sammakoita, matelijoita, lintuja, lintujen munia, marjoja, kasveja ja hyönteisiä (Kauhala & Auniola 2001). Supikoiran käyttämän ravinnon kirjo on hyvin laaja ja pääasiassa ravinnon saatavuus määrittää ruokavalion koostumuksen (Mulder 2012).

Tutkimuksissa supikoira mielletään enemmän ”keräilijäksi” kuin ”saalistajaksi”; sitä ei pidetä tehokkaasti saalistavana petona (Sutor ym. 2010, Mulder 2012). Tätä ajattelumallia tukee myös supikoiran hampaiston rakenne, sillä sen kulma- ja raateluhampaat ovat suhteellisen pienikokoiset (Nummi 1988, Kauhala 2005, Mustonen & Nieminen 2018). Vastaavasti ketulla *Vulpes vulpes*, joka on puhtaammin lihansyöjä, kulma- ja raateluhampaat ovat voimakkaammin kehittyneet. Supikoiran hampaistosta on havaittavissa sekasyöjille ominaisia piirteitä. Myös supikoiran suoliston rakenne viittaa kaikkiruokaisuuteen, sillä se on suhteessa pidempi kuin muilla koiraeläimillä kuten ketulla (Nummi 1988). Lisäksi kaikkiruokaisuudesta antaa viitteitä se, että supikoiralle riittää huomattavasti pienempi elinpiiri kuin ketulle, joka petomaisempänä eläimenä tarvitsee isomman alueen löytääkseen tarpeeksi saalista (Kauhala 2005).

Ruokailutottumuksiltaan supikoira luokitellaan ketun ja mäyrän väliin; kettu käyttää enemmän lihaa ravinnokseen ja mäyrä vastaavasti hyödyntää enemmän kasvikunnan tuotteita ja hyönteisiä. Puolassa tehdyssä tutkimuksessa supikoiran ruokavalion indeksiluvun laajuudeksi määriteltiin 6,25; kun seuraavaksi laajin ruokavalio oli ketulla 3,77; joka on kuitenkin lähes kaksi kertaa niukempi kuin supikoiralla (Jedrzejewska & Jedrzejewski 1998). Myös Suomessa tehdyssä tutkimuksessa supikoiran ruokavalio määriteltiin kaikkein monipuolisimmaksi (Kauhala ym. 1998).

Supikoirien ravinnossa on kuitenkin jonkin verran alueellista ja ajallista vaihtelua (Sutor ym. 2010, Kauhala & Kowalczyk 2011). Sutor ym. (2010) kokosivat tutkimuksessaan yhteensä 81 eri tutkimusta supikoiran ravinnon käytöstä yhdeksästä maasta. Tulokset osoittivat, että maantieteellisellä sijainnilla ja alueella sekä vuodenajalla on vaikutusta ruokavalion koostumukseen sekä käytetyn ravinnon suhteellisiin osuuksiin (Sutor ym. 2010).

Suurimman osuuden supikoiran ravinnosta muodostavat pienet nisäkkäät, erityisesti pienet jyrsijät, kuten myyrät (Kauhala ym. 1998, Kauhala & Saeki 2004, Sutor ym. 2010). Toisin kuin ketulle supikoirille kelpaa ravinnoksi myös päästäiset (Kauhala 1998). Kauhalan ja Ihalaisen (2012) aineistossa supikoiran syömistä pikkunisäkkäistä 81 % oli pieniä jyrsijöitä ja 19 % päästäisiä.

Vesistöisellä alueella supikoiran ravinnosta merkittävä osa koostuu sammakkoeläimistä sekä kaloista (Mulder 2012). Sidorovichin ym. (2008) mukaan kalojen ja nilviäisten määrä ravinnossa lisääntyi vesistöjen runsastuessa. Saksalaisessa tutkimuksessa vesistöisellä alueella lähes 55 % ravinnosta koostui sammakkoeläimistä sekä 11 % kaloista (Sutor ym. 2010). Supikoira on kehno saalistaja ja harvoin se saa itse kiinni kaloja. Kalat ovat pääasiassa muiden saalistamia, esimerkiksi kalastajien hylkäämiä kaloja, jotka supikoira syö. Ravintotutkimuksissa kalat luokitellaan yleisesti haaskoiksi (Kauhala ym. 1998, Kauhala & Auniola 2001).

Supikoirat käyttävät ravinnokseen runsaasti haaskoja ja niiden merkitys korostuu erityisesti talviaikaan, kun muuta ravintoa on heikosti tarjolla (Baltrūnaitė 2002, Kauhala & Saeki 2004, Sidorovich ym. 2008). Puolalaisen tutkimuksen mukaan ankarana talvena jopa 76 % ravinnosta voi koostua haaskoista ja raadoista (Jedrzejewska & Jedrzejewski 1998). Liettuassa vastaavasti talviravinnosta lähes 65 % oli peräisin haaskoista ja raadoista (Baltrūnaitė 2002). Sidorovichin ym. (2008) mukaan lumen esiintyvyys vaikuttaa haaskojen käyttöasteeseen; lumiseen aikaan pikkunisäkkäiden määrä ravinnossa väheni ja haaskojen merkitys kasvoi.

Supikoira hyödyntää ravintonaan myös runsaasti selkärangattomia, kuten hyönteisiä. Selkärangattomat eivät biomassallisesti muodosta niin suurta osuutta ravinnosta, mutta niiden suhteellinen esiintyvyys ruokavaliossa on korkea (Kauhala ym. 1998, Sutor ym. 2010, Mulder 2012).

Supikoiran ruokavalio sisältää runsaasti lisäksi kasvimateriaa. Erityisesti kesäaikaan kasvukunnan tuotteet muodostavat tärkeän osan supikoiran ravinnosta (Baltrūnaitė 2002). Loppukesästä ja syksyllä supikoira syö runsaasti myös marjoja ja hedelmiä (Kauhala & Kowalczyk 2011). Ne ovat tärkeä ravinnon lähde syksyllä, kun supikoirat keräävät rasvavarastoja ja valmistautuvat talviunille (Sutor ym. 2010, Kauhala & Kowalczyk 2011).

Supikoirat hyödyntävät pääasiassa mustikoita *Vaccinium myrtillus* ja puolukoita *Vaccinium vitis-idaea* (Sidorovich ym. 2008). Erityisesti hyvinä marjavuosina marjojen osuus ruokavaliossa korostuu entisestään (Sidorovich ym. 2008, Kauhala 2009). Sutorin ym. (2010) tutkimuksessa maissilla ja viljalla oli tärkeä merkitys supikoirien ruokavaliossa erityisesti talvella, koska niitä oli helposti saatavilla muun muassa villisikojen *Sus scrofa* ja metsäkauriiden *Capreolus capreolus* ruokintapaikoilla. Myös muissa tutkimuksissa on supikoiran havaittu hyödyntävän muille eläimille tarkoitettuja ruokintapaikkoja (Mulder 2012).

Linnut muodostavat osan supikoiran ruokavaliosta. Supikoiran tiedetään käyttävän ravintonaan lisäksi lintujen munia. Munien merkityksestä ravintokohteena on kuitenkin ristiriitaista tietoa ja munien osuus luultavasti vaihtelee paljon riippuen ympäristötyypistä (Kauhala & Auniola 2001, Kauhala & Kowalczyk 2011, Mulder 2013). Lisäksi on epäselvää, kuinka paljon supikoira itse saalistaa lintuja ja kuinka paljon se löytää niitä valmiiksi kuolleena (Kauhala 2009).

Supikoiran merkityksestä ja vaikutuksesta lintukantoihin, erityisesti riistalintuihin, kiistellään, sillä tutkimustulokset ovat vaihtelevia (Sutor ym. 2010, Kauhala & Kowalczyk 2011). Toisaalta ravintotutkimusten pohjalta tutkijat ovat alkaneet viime aikoina kyseenalaistaa supikoiran merkitystä riistalintujen syöjänä. Joidenkin tutkimusten perusteella supikoira ei juuri käyttäisi ravinnokseen riistalintuja. Sutorin ym. (2010) Saksassa tekemän tutkimuksen perusteella syödyt linnut olivat pääasiassa pieniä varpuslintuja. Myös Kauhalan ym. (1993a) tutkimuksen mukaan supikoiran syömistä linnuista 94 % oli varpuslintuja; tosin aineisto käsitti vain touko- ja kesäkuun välisen ajan, jolloin varpuslintuja on muutenkin runsaimmin Suomessa. Kuitenkin joului- ja toukokuun välisenä aikana supikoiran ruokavalio sisälsi prosentuaalisesti enemmän kanalintuja kuin varpuslintuja (Kauhala ym. 1993a).

Useissa tutkimuksissa ei erikseen eritellä, mitä lajia syödyt linnut ovat olleet (Kauhala 2009). Lisäksi linnut ja niiden munat luokitellaan yleensä samaan ravintoryhmään, mikä hankaloittaa munien merkityksen ja käyttöasteen määrittämistä ravinnossa (Kauhala 2009). Sidorovichin ym. (2008) Valko-Venäjällä tekemässä tutkimuksessa linnut ja munat olivat yksi tärkeimmistä ravintoryhmistä; lähes 25 % ravintobiomassasta koostui niistä.

Lintujen ja munien osuus ravinnossa korostui erityisesti huhti- ja kesäkuun välisenä aikana, joka on lintujen tärkeintä pesintäaikaa (Sidorovich ym. 2008). Mulder (2012) on kerännyt yhteen tutkimuksessaan aiempia selvityksiä supikoiran ruokailutottumuksista ja muun muassa Tonavan suistoalueella keväällä lintujen pesintäaikaan tehdyssä tutkimuksessa 28,5 % näytteistä oli sisältänyt jäänteitä munista. Vastaavasti Suomessa Turun saaristossa tehdyssä tutkimuksessa 11–40 % näytteistä oli sisältänyt jäänteitä munista (Kauhala & Auniola 2001). Toisaalta Opermanisin ym. (2001) mukaan Latvian kosteikkoalueella supikoirat ryöstivät vain 0,6 % tuhotuista sorsien pesistä.

Munien todellisen käyttöasteen määrittämistä ulosteanalyysillä hankaloittaa kuitenkin se, että Erosen (2007) tarhaoloissa tekemän tutkimuksen mukaan keskimäärin vain 8 % alkuperäisestä syötyjen munien biomassasta pystyttiin havaitsemaan ulosteista. Munien syöntikerrat pystyttiin kuitenkin havaitsemaan paremmalla varmuudella; kaikkiaan 90 % munien syöntikerroista pystyttiin toteamaan ulosteista. Erosen mukaan vapaana ruokailleva eläin kuitenkin jättää osan kuorista syömättä, mikä vähentää ulosteisiin jäävien kuoren palojen määrää. Munan kuorista on vain harvoin raportoitu tutkimuksissa ja useimmissa tutkimuksissa munista ei ole mainintaa (Kauhala 2009, Mulder 2012). Sutor ym. (2010) mainitsevat tutkimuksessaan, että munien merkitystä ravintona voidaan aliarvioida, koska helposti sulavana ravintoaineena niitä on vaikea todeta ravintotutkimuksissa. Tästä johtuen on edelleen epäselvää, kuinka paljon supikoira hyödyntää lintujen munia ravintonaan ja mikä sen rooli on lintujen pesien tuhoajana.

Sidorovichin ym. (2008) mukaan vesistöjen ja kosteiden alueiden esiintyvyyden lisääntyminen nostaa lintujen kulutusta ja merkitystä supikoiran ravintokohteena, mikä viittaa vahvasti ympäristön vaikutukseen sen ravinnonvalinnassa. Kosteikkoalueilla lintutiheydet ovat luonnollisesti suuremmat, jolloin supikoira hyödyntää helpoimmin ja runsaimmin saatavilla olevaa ravintoa eli lintuja ja niiden munia. Sutorin ym. (2010) mukaan myös leveyspiireillä on vaikutusta lintujen käyttöasteeseen ravinnossa. Lintujen määrä ravinnossa lisääntyy leveyspiirien kasvaessa, toisin sanoen Pohjois-Euroopassa supikoirat käyttävät enemmän lintuja ravinnokseen kuin etelämpänä Euroopassa (Sutor ym. 2010).

Supikoira on generalistipeto eli se kykenee elämään hyvin erityyppisissä olosuhteissa ja hyödyntämään joustavasti useita erilaisia ravintoresursseja. Generalistina supikoira voi

vaihtaa ruokavaliota kulloinkin helpoimmin saatavilla olevan ravintokohteen mukaan (Sutor ym. 2010). Se voi hetkellisesti käyttää ravintonaan yhtä ravintokohdetta, jos sitä on vaivattomammin saatavilla. Tämä voi aiheuttaa vaaraa pienillä ja eristetyillä alueilla, kuten saarilla, joissa supikoiran on mahdollista aiheuttaa suurta tuhoa esimerkiksi tuhoamalla paikallisesti kokonaisia lintuyhdyskuntia tai sammakkoyhteisöjä (Kauhala & Auniola 2001, Sutor ym. 2010, Dahl & Åhlen 2016). Muun muassa Viron kosteikkoalueilla supikoirien on todettu aiheuttaneen merkittävää tuhoa vesilinnuille; paikoitellen on raportoitu supikoirien tuhonneen jopa 85 % vesilintujen pesistä (Sutor ym. 2010, Mulder 2012).

### **1.1.5 Elinpiiri ja -ympäristö**

Supikoiralla ei ole reviiriä vaan elinpiiri. Se ei siis puolusta aggressiivisesti ympäristöään, jossa elää (Mulder 2012). Elinpiirit voivat sijaita hieman päällekkäin, mutta pääasiassa supikoirat välttelevät menemästä toisten alueille. Supikoiraparin naaras ja koiras jakavat kuitenkin saman elinpiirin eli niiden elinpiirit sijaitsevat päällekkäin ja voivat olla lähes identtiset (Mulder 2012). Erityisesti pentueaikaan kesällä pariskunnan elinpiirin ydinalue pysyy tarkkaan rajattuna, eikä mene päällekkäin vierekkäisten parien elinpiirien kanssa (Mulder 2012).

Eteläisessä Suomessa Evolla vuosina 1989–1991 toteutetussa tutkimuksessa määriteltiin supikoirien elinpiirin suurimmaksi kooksi keskimäärin 7–9,5 km<sup>2</sup>, ydinalueen (85 % käyttöasteella) ollessa noin 3,4 km<sup>2</sup> laajuinen (Kauhala ym. 1993b). Elinpiirit ovat suurimmillaan syksyllä, jolloin ne menevät myös eniten päällekkäin viereisten elinpiirien kanssa (Mulder 2012). Kaakkois-Suomessa Virolahdella vuosina 2000–2004 toteutetussa tutkimuksessa supikoiran elinpiirin suurimmaksi kooksi määriteltiin keskimäärin 5,7 km<sup>2</sup> (SD ±2,56 km<sup>2</sup>) ja ydinalueen (95 % käyttöasteella) kooksi saatiin 3,9 km<sup>2</sup> (SD ±1,42 km<sup>2</sup>) (Kauhala ym. 2006). Kesäaikaan pariskunnan uroksen ja naaraan elinpiirit menivät päällekkäin 75 % (SD ±3 %), kun taas vierekkäisten pariskuntien elinpiirit leikkasivat vain 1 % (SD ±3 %) (Kauhala ym. 2006).

Koillis-Saksassa vuosina 1999–2003 tehdyssä tutkimuksessa supikoiranaaraan elinpiirin suurimmaksi kooksi määriteltiin keskimäärin 5,8 km<sup>2</sup> (SD ±4,0 km<sup>2</sup>) ja uroksen 5,5 km<sup>2</sup> (SD ±4,2 km<sup>2</sup>) sekä ydinalueen (95 % käyttöasteella) kooksi saatiin naaraalla 3,8 km<sup>2</sup> (SD ±3,0 km<sup>2</sup>) ja uroksella 3,5 km<sup>2</sup> (SD ±3,1 km<sup>2</sup>) (Drygala ym. 2008b). Drygalan ym.

(2008b) tutkimuksessa pariskunnan uroksen ja naaraan elinpiirit menivät pääsääntöisesti päällekkäin 85–93 % ja kesäaikaan keskimäärin 69 %. Puolassa tehdyssä tutkimuksessa elinpiirin keskimääräiseksi kooksi määriteltiin 5,0 km<sup>2</sup> (Jedrzejewska & Jedrzejewski 1998).

Lisäksi tutkimusten perusteella vaikuttaisi siltä, että elinpiirit ovat pienempiä maatalousvaltaisilla alueilla kuin metsäisillä alueilla (Mulder 2012), mikä voi johtua siitä, että maatalousvaltaisilla alueilla on enemmän ravintoa tarjolla, jolloin myös pienempi elinpiiri riittää. Myös Kauhalan ym. (2010) tutkimuksessa saatiin samansuuntaisia tuloksia; monipuolisemmassa ympäristössä supikoirien elinpiirit olivat pienempiä. Erityisesti pieni-piirteisessä mosaiikkimaisessa ympäristössä, jossa on niittyjä ja puutarhoja, elinpiirit olivat muita alueita pienempiä (Kauhala ym. 2010).

Tietoa elinpiirien koosta käytetään hyväksi supikoiratiheyksien määrittämisessä (Mulder 2012, Sutor & Schwarz 2012). Teoreettinen suurin tiheys on kaksi aikuista elinpiiriä kohti pentueaikaan kesällä, jolloin elinpiirit menevät vähiten päällekkäin naapuripariskuntien elinpiirien kanssa (Kauhala ym. 1993b). Tutkimuksissa on havaittu, että elinpiirin ydinalueen koko voi olla parhaimmilla alueilla pienimmillään noin 1 km<sup>2</sup> eli tämä tarkoittaisi, että supikoirapopulaation tiheys olisi kaksi aikuista neliökilometrillä (Kauhala ym. 2010, Mulder 2012). Käytännössä kuitenkin populaatiotiheydet ovat pienempiä, koska parhaita elinympäristöjä on rajoitetusti, jolloin osa joutuu tyytymään huonompiin alueisiin.

Mulderin (2012) mukaan ennen lisääntymiskautta supikoirakannan tiheys on 0,5–1,0 aikuista neliökilometrillä. Luonnollisesti supikoirapopulaation tiheys kasvaa huomattavasti syksyllä, kun nuoret yksilöt lasketaan mukaan kanta-arvioihin. Sutor ja Schwarz (2012) arvioivat Koillis-Saksassa kannan tiheydeksi 4,9 yksilöä neliökilometrillä alkusyksyllä, kun nuoret supikoirat otetaan mukaan kanta-arvioon. Suomessa vastaava syksyn populaatiotiheyden kanta-arvio on huomattavasti pienempi 2,1 yksilöä neliökilometrillä (Kauhala ym. 2006), joskin arvio on 2000-luvun alusta ja vastaava arvio on todennäköisesti nykypäivänä suurempi.

Supikoirille on tyypillistä, että nuoret yksilöt dispersoivat eli lähtevät alkusyksystä etsimään elinpiiriä. Kauhalan ym. (2006) mukaan Kaakkois-Suomessa keskimääräinen dispersaalimatka uroksilla on 19 km ja naarailla 14 km sekä suurin havaittu dispersaalimatka

uroksilla oli 71 km ja naarailta 48 km. Koillis-Saksassa keskimääräinen dispersaalimatka molemmilla sukupuolilla oli 13,5 km ja suurin havaittu dispersointi oli 91 km (Drygala ym. 2010). Kauhala ja Helle (1994) raportoivat tutkimuksessaan Etelä-Suomessa muutama kuukauden aikana suurimmaksi kuljetuksi dispersaalimatkaksi 145 km, joka oli mitattu kahden pisteen välisenä suorimpana etäisyytenä. Skandinavian pohjoisosissa on raportoitu myös paljon pidempiä supikoiran kulkemia matkoja, jopa yli 700 km, uroksen etsiessä kumppania itselleen (Lindström 2011, Tossavainen ym. 2017).

Supikoiran levinneisyyden pohjoisinta rajaa määrittävät ilmastolliset tekijät. Tällä hetkellä supikoiran vakituisen kannan elinalueen pohjoisin raja kulkee napapiirin korkeudella Suomessa. Supikoira pystyy elämään alueilla, joissa keskimääräinen vuotuinen lämpötila on 0 °C yläpuolella, lumipeitteen paksuus on korkeintaan 80 cm ja pysyy maassa enintään 175 päivää sekä kasvukausi on vähintään 135 päivää pitkä (Lavrov 1971, Kauhala & Kowalczyk 2011). Itä- ja Keski-Euroopassa supikoiran on todettu suosivan alavampia maita ja sitä harvemmin tapaa alueilta, jotka ovat yli 800 metriä merenpinnan yläpuolella (Nowak 1984, Mulder 2012). Tutkijat epäilevät, että supikoiran levinneisyyden raja muuttuu kuitenkin pohjoisemmaksi ilmaston lämpenemisen myötä (Kauhala & Kowalczyk 2011).

Supikoirat suosivat monimuotoisia rikkaita elinympäristöjä. Suuret yhtenäiset pelto- ja metsäalueet ovat vähemmän suosittuja (Mulder 2012). Erityisesti kosteat alueet ja vesistöjen läheisyys ovat supikoirien mieleen (Kauhala ym. 2010, Mulder 2012). Supikoirat ovat kuitenkin generalisteina ja opportunisteina joustavia elinympäristövaatimuksiltaan ja tulevat toimeen monenlaisissa ympäristöissä (Drygala ym. 2008a, Kauhala & Auttila 2010).

Supikoiran elinympäristöjen käyttöä on selvitetty useissa tutkimuksissa muun muassa eteläisessä Suomessa (mm. Holmala & Kauhala 2009, Kauhala & Auttila 2010, Kauhala ym. 2010). Yhteistä kaikille tutkimuksille on, että supikoiran tiedetään suosivan avointa maisemaa, jossa on kuitenkin runsaasti aluskasvustoa. Supikoirat suosivat niittyjä, peltoja, puutarhoja, seka- ja lehtimetsiä sekä avointa metsämaata, jossa on aluskasvustoa ja latvusto ei ole peitteinen. Kaikissa tutkimuksissa myös todettiin supikoirien mieltymys vesistöihin ja kosteisiin alueisiin. Supikoira suosii erityisesti kosteikkoja, ranta-alueita,

jokien ja ojien varsia. Alkuperäisellä asuinalueella Itä-Aasiassa supikoirien tiedetään suosivan myös kosteita alueita ja vesistöjä, avoimia alueita sekä lehti- ja sekametsiä (Holmala & Kauhala 2009, Mulder 2012).

Kauhalan (1996) mukaan supikoiran elinympäristön valintaan vaikuttavat kolme tekijää: ruuan saatavuus, suoja ja sopivat pesäpaikat. Parhaimmissa elinympäristöissä, joissa on tarjolla näitä kaikkia, supikoirien elinpiirit ovat pienimpiä. Tällaisia alueita ovat erityisesti pienipiirteiset mosaiikkimaiset alueet, jotka sisältävät runsaasti pieniä elinympäristölaikkuja (Kauhala ym. 2010). Holmalan ja Kauhalan (2009) tutkimuksessa suosituin elinympäristötyyppi oli pellot ja erityisesti sellaiset pellot, jotka olivat ojitettuja ja sisälsivät ojanvarsipensaikkaa sekä pieniä metsäsaarekkeita. Ojanvarret ja metsäsaarekkeet tarjoavat runsaasti suojaa ja ravintoa supikoirille, ja tästä syystä mosaiikkimainen peltoympäristö on erityisesti supikoirien mieleen (Holmala & Kauhala 2009). Myös Pohjois-Saksassa on havaittu, että monimuotoisilla maatalousalueilla supikoirille riittää pienempi elinpiiri kuin metsäisillä alueilla (Drygala ym. 2008a, Sutor & Schwarz 2012). Toisin sanottuna parhailla elinalueilla, missä on pienemmät elinpiirit, supikoiria mahtuu elämään enemmän. Esimerkiksi kosteikkoalueet voivat kerätä ja elättää paikallisesti varsin runsaan supikoirakannan.

## **1.2 Supikoiran vaikutusten tutkiminen**

Supikoiran ravinnon käyttöä ja vaikutuksia muihin lajeihin on selvitetty useissa eri tutkimuksissa. Euroopassa tutkimukset painottuvat pääasiassa Suomeen ja Itä-Euroopan maihin (Sutor ym. 2010). Jonkin verran tutkimusta on tehty myös Keski-Euroopassa kuten Saksassa (Sutor ym. 2010). Tutkimukset painottuvat enimmäkseen kosteikko- ja metsäympäristöihin, kun taas maatalousalueilta supikoiran ravinnon käytöstä on vähemmän tietoa saatavilla (Sutor ym. 2010). Tutkimuksissa on havaittu, että supikoiralla voi olla vaikutusta eri lajien esiintymisrunsauteen (Kauhala & Auniola 2001, Väänänen ym. 2007, Dahl & Åhlen 2016). Erityisesti paikallisella tasolla, esimerkiksi kosteikoilla ja saarilla, supikoiran on havaittu voivan aiheuttaa merkittävää haittaa muille alueella esiintyville lajeille (Kauhala & Auniola 2001). Tutkimustulokset eivät kuitenkaan ole olleet täysin yhteneviä. Osassa tutkimuksista supikoiralla ei ole havaittu olevan vaikutusta muiden lajien runsauteen esimerkiksi sorsien pesintämenestykseen ja esiintymisrunsauteen (Opermanis ym. 2001, Kauhala 2004). Toisaalta on saatu tuloksia, jotka osoittavat supikoiran

negatiivisen vaikutuksen lajistoon (Dahl & Åhlen 2016). Supikoira on hyvin mukautuvainen ravinnon käytöltään ja elinympäristöjen on todettu vaikuttavan suuresti ruokavalioiden koostumukseen.

Supikoiran ravinnonkäyttöä on selvitetty pääasiassa uloste- ja mahalaukkuanalyysien (mm. Kauhala & Auniola 2001, Sidorovich ym. 2008, Sutor ym. 2010, Kauhala & Ihalainen 2013). Uloste- ja mahalaukkuanalyysien haasteena on kuitenkin joidenkin ravinto-kohteiden, kuten linnunmunien, huono eroteltavuus näytteistä. Viime vuosina on jonkin verran tutkittu nimenomaan supikoiran linnunmunien käyttöä ravintona niin kutsuttujen pesäpredaatiokokeiden avulla (Dahl & Åhlen 2016, Wang ym. 2016, Holopainen ym. 2017). Myös petopoistokokeita on käytetty selvittäessä lintujen pesintämenestykseen vaikuttavia tekijöitä, mutta poistokokeiden ongelmana on, että ne ovat hyvin työläitä toteuttaa ja tehokas petojen poistaminen on osoittautunut haastavaksi (Kauhala 2004).

### **1.2.1 Pesäpredaatiokokeet**

Maailmalla lintujen pesintämenestykseen vaikuttavia tekijöitä on selvitetty lukuisissa tutkimuksissa (mm. Väänänen ym. 2007, Andresen 2015, Dahl & Åhlen 2016). Tutkimuksissa on havaittu, että pesien ryöstelyllä voi olla suuri vaikutus pesinnän onnistumiseen (Donalty & Henke 2001, Seibold ym. 2013, Ponce ym. 2018). Valtaosa tutkimuksista on toteutettu käyttäen niin kutsuttuja keinopesiä eli keinotekoisilla linnunpesillä on selvitetty kokeellisesti pesinnän onnistumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä (Pärt & Wretenberg 2002, Zanette 2002, Moore & Robinson 2004). Vain pieni osa tutkimuksista on toteutettu oikeilla linnunpesillä, koska luonnonpesien löytäminen on osoittautunut hyvin työlääksi ja vaikeaksi (Huhta ym. 1996, Faaborg 2004, Moore & Robinson 2004, Jahren 2017). Pesintämenestyksen selvittämiseen käytettävää menetelmää keino- tai luonnonpesien avulla kutsutaan pesäpredaatiokokeeksi.

Supikoiran vaikutusten tutkimiseen pesäpredaatiokokeita on hyödynnetty vähemmän. Vasta viime vuosina ne ovat olleet yleistymään päin ja joitakin tutkimustuloksia on julkaistu aiheesta. Pesäpredaatiokokeiden yleistymiseen tutkimuskeinona on osaltaan vaikuttanut kamerateknologian kehittyminen, mikä on mahdollistanut pesien ryöstäjien paremman tunnistettavuuden (Kucera & Barrett 2011, Cox ym. 2012).

Nykyaikaiset riistakamerat soveltuvat erityisen hyvin pesäpredaation tutkimiseen (Bridges & Noss 2011, Cox ym. 2012). Aiemmin pesien ryöstäjien tunnistamiseen käytettiin muun muassa savimunia, jälkikenttiä ja vanhanaikaista kameravälineistöä (Andrén 1992, Davison & Bollinger 2000, Pärt & Wretenberg 2002, Burke ym. 2004, Faaborg 2004, Kucera & Barrett 2011). Jälkiin perustuvien tunnistusmenetelmien, kuten savimunien ja jälkikenttien, heikkoutena oli tunnistamisen epävarmuus (Williams & Wood 2002). Niiden perusteella ei voida tehdä täysin varmaa päätelmää pesän tuhoajasta. Vanhanaikaisen kameravälineistön heikkoutena oli niiden paljastavuus, soveltumattomuus yökuvaukseen, korkea hinta, suuri fyysinen koko ja vaikutus tutkimustuloksiin (Kucera & Barrett 2011). Nykyaikaisessa kuvauskalustossa näkyvä vanhanaikainen salama on korvattu näkymättömällä inframustasalamalla, kameroiden fyysinen koko on pienentynyt huomattavasti ja hinnat ovat laskeneet.

Nykyisin käytännössä kaikissa pesäpredaatiotutkimuksissa tutkimusasetelma on sama eli keinopesien ja riistakameroiden avulla selvitetään pesien saalistusta. Wangin ym. (2016) Kiinassa tekemässä tutkimuksessa supikoirat ryöstivät luontaisella levinneisyysalueellaan pesistä 23–47 % alueesta riippuen. Dahlen ja Åhlenin (2016) Ruotsin saaristossa tekemän tutkimuksen mukaan supikoirat tuhosivat 89 % keinopesistä. Suomessa Savossa ja Hämeessä toteutetussa tutkimuksessa supikoirat ryöstivät 26 % tuhotuista pesistä (Miettinen 2018).

Keinopesillä tehtyjä kokeita kritisoidaan kuitenkin siitä, että ne eivät välttämättä anna todellista kuvaa luonnollisesta pesintätilanteesta (Faaborg 2004). Tutkimuksissa keinopesillä ja luonnonpesillä saadut tulokset ovat vaihdelleet (Davison & Bollinger 2002, Pärt & Wretenberg 2002, Zanette 2002, Burke ym. 2004, Moore & Robinson 2004). Keinopesillä tehdyt kokeet ovat kuitenkin huomattavasti yleisempiä juuri niiden yksinkertaisuuden ja paremman tutkittavuuden vuoksi (Faaborg 2004).

Kameroiden on myös epäilty vaikuttavan pesäpredaatiokokeiden tuloksiin. Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että pesien ryöstely voi olla vähäisempää sellaisilla pesillä, joilla kamera on kuvaamassa (Richardson ym. 2009). Viime vuosina tehdyissä tutkimuksissa, joissa on käytetty nykyaikaisia kameroita, on esitetty kuitenkin, että kameroilla ei olisi vaikutusta pesäpredaatiokokeiden tuloksiin (Andresen 2015, Ponce ym. 2018).

Pesäpredaatiokokeet soveltuvat paremmin supikoiran linnunpesien saalistuksen tutkimiseen kuin ravintotutkimukset, koska munien on todettu erottuvan huonosti uloste- ja mahalaukkuanalyysseissa, jolloin todellinen kuva munien osuudesta ravinnossa voi vääristyä.

Luonnollisilla pesillä tehtyjä pesäpredaatiotutkimuksia ei supikoiran osalta juuri ole. Opermanisin ym. 2001 tutkimuksessa supikoiran mainitaan tuhonneen 0,6 % vesilintujen pesistä Latviassa. Tosin tunnistaminen perustui pesille jääneisiin jälkiin.

### **1.3 Tutkimuksen tarkoitus**

Supikoiran tiedetään hyödyntävän lintujen munia ravintonaan, mutta ei tiedetä tarkalleen missä määrin se pesiä saalistaa. Aiheeseen liittyen on tehty aikaisempia tutkimuksia, joissa on selvitetty maassa pesivien lintujen pesiä saalistavien petojen osuuksia, mutta vanhoista tutkimusmenetelmistä johtuen lajimääritysten kanssa ei ole voitu olla täysin varmoja. Viime vuosina nopeasti yleistyneet riistakamerat mahdollistavat tehokkaan ja tarkan riistan seurannan ja soveltuvat erityisen hyvin hyödynnettäviksi riistantutkimuksessa (Macdonald & Bolton 2008).

Aikaisempien tutkimusten perusteella supikoiran tiedetään suosivan mosaiikkimaista ympäristöä, joka sisältää vaihtelevasti erilaisia elinympäristöjä, kuten suhteellisen pienipiirteisiä metsä- ja peltoalueita (Kauhala ym. 2010). Tutkimukset osoittavat, että supikoira esiintyy runsaampana monimuotoisilla ravintorikkaille alueilla ja sitä harvemmin tapaa laajoilla yhtenäisillä metsäalueilla (Kauhala ym. 2010). Tästä voidaan olettaa, että supikoiran linnunpesien saalistusta esiintyisi runsaimmin reuna-alueella eli ekotonilla, pellon ja metsän reunassa. Tätä olettamusta tukee myös Huhdan ym. (1996) havainto, että linnunpesien ryöstely on suurempaa reuna-alueilla maatalouspainotteisessa ympäristössä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kokeellisesti supikoiran merkitystä maassa pesivien lintujen pesäpredaattorina. Tutkimuksessa selvitettiin, miten suuri osuus supikoiralla on lintujen pesien saalistajana ja missä ympäristössä se todennäköisemmin pesiä saalistaa. Tutkimus toteutettiin perinteisessä maatalousympäristössä eli alueilla, missä metsät rajaavat peltolohkoja. Tutkimuksessa oli tarkoituksena selvittää supikoiran pesäpredaation eli pesiin kohdistuvan saalistuspaineen lisäksi supikoiran saalistuskäyttäytymistä maatalousympäristössä. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, kohdistaaako supikoira

saalistuksensa selvästi metsän vai pellon puolelle tai mahdollisesti näiden alueiden väliin, pellon ja metsän reunaan.

## **1.4 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit**

Tutkimuksessa haluttiin vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Kuinka suuren osuuden supikoira ryöstää maassa pesivien lintujen pesistä?
2. Minkälaisessa ympäristössä supikoira todennäköisimmin pesiä saalistaa maatalousvaltaisella alueella?

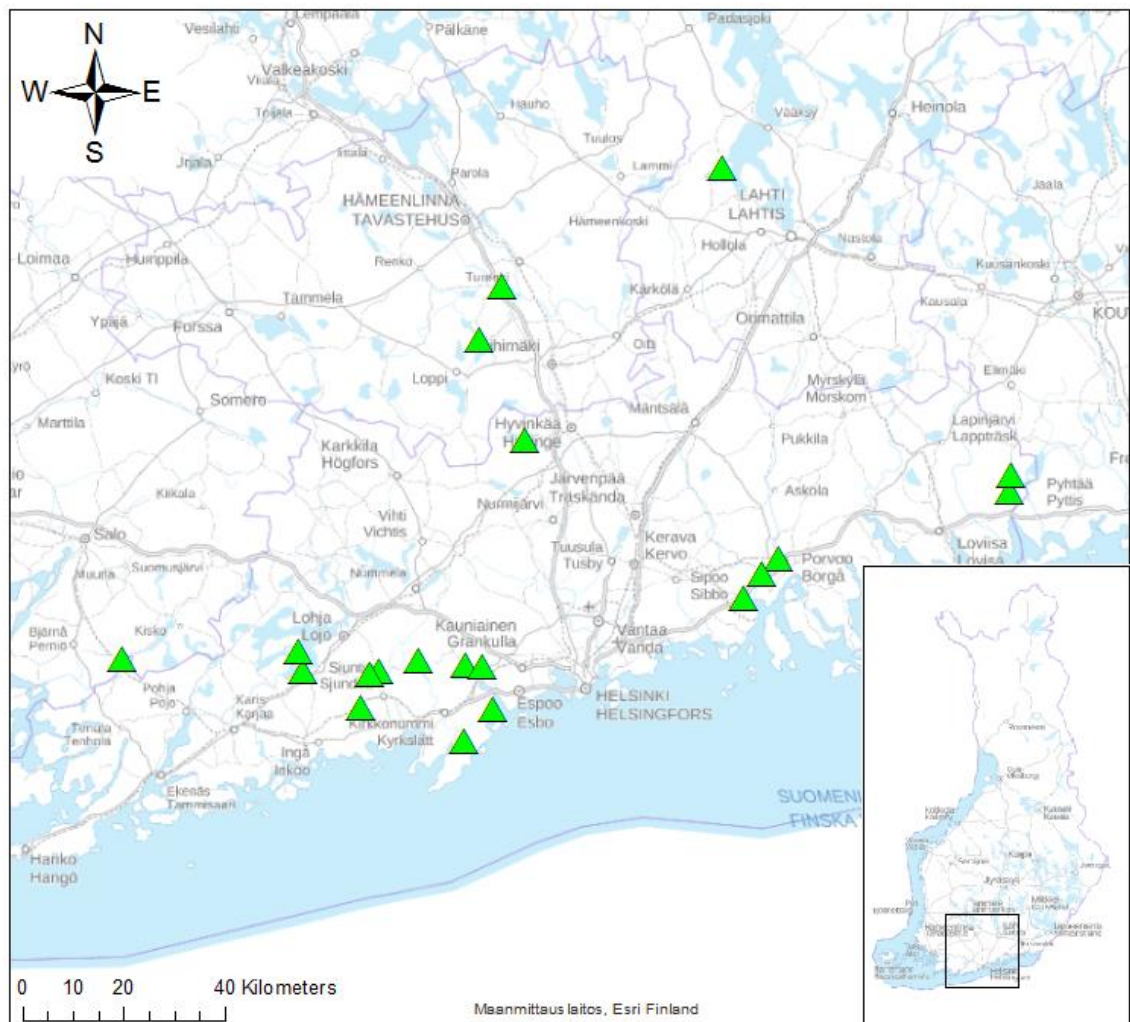
Tutkimuskysymyksistä ja tausta-aineistosta johdettuna tutkimuksen päähypoteeseja olivat:

1. Supikoira ryöstää merkittävän osan maassa pesivien lintujen pesistä.
2. Supikoira kohdentaa saalistuksensa maatalousvaltaisessa ympäristössä pellon ja metsän reunaan.

## 2 Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Tutkimusalue

Tutkimus toteutettiin Etelä-Suomessa maatalousvaltaisilla peltoalueilla. Tutkimuskohteet sijaitsivat Uudenmaan, Kanta-Hämeen, Päijät-Hämeen ja Varsinais-Suomen maakuntien alueella. Uudellamaalla neljä kohteista sijaitsi Kirkkonummella, kolme Siuntiossa ja Porvoossa, kaksi Lohjalla ja Loviisassa sekä yksi Hyvinkäällä ja Espoossa. Kanta-Hämeessä kohteista kaksi sijaitsi Janakkalassa. Päijät-Hämeessä yksi kohde sijaitsi Hollolassa ja Varsinais-Suomessa Salossa. Tutkimus toteutettiin kaikkiaan 20 eri kohteessa (kuva 5).



Kuva 5. Tutkimuskohteiden sijainnit.

Tutkimuskohteet olivat keskimääräistä maatalousvaikutteista eteläsuomalaista ympäristöä hyvin edustavilla alueilla. Paikat pyrittiin valitsemaan niin, että alueella olisi keskimääräinen supikoiratiheys, joka kuvastaa alueen normaalia jakaumaa. Tutkimuksessa pyrittiin siis välttämään alueita, joilla on ollut tehokasta pienpetopyyntiä tai joille on istutettu säännöllisesti riistaa kuten fasaaneja *Phasianus colchicus*.

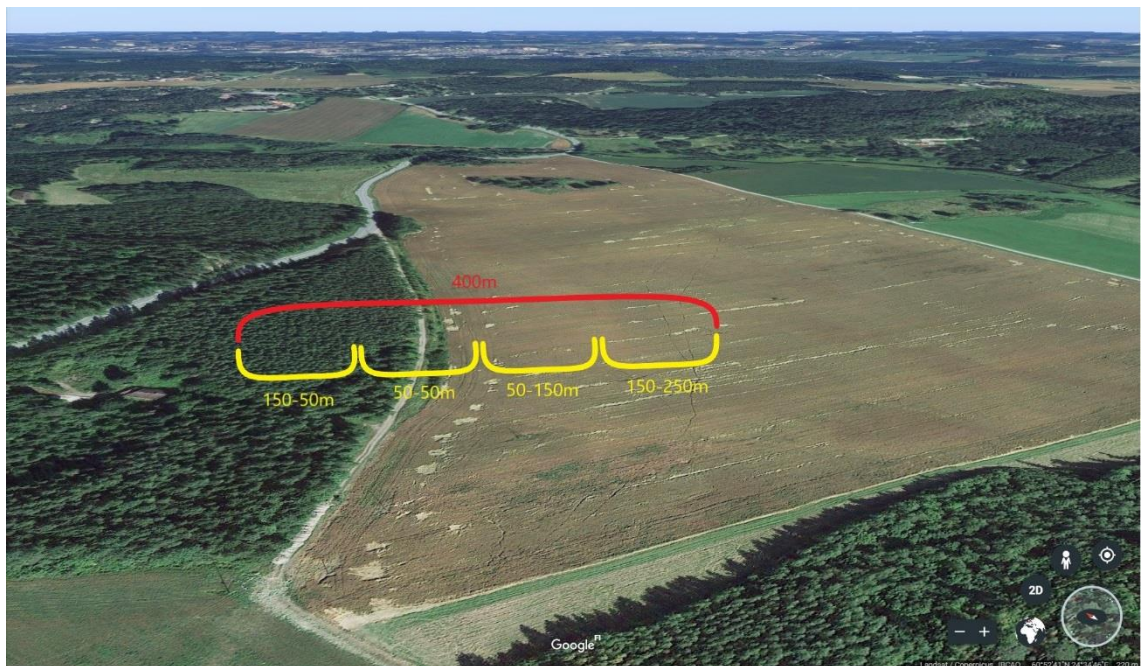
## 2.2 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen aineisto on kerätty vuosina 2015–2017 alkukesästä lintujen pesintäaikaan. Vuonna 2015 maastokokeet suoritettiin kuudella alueella touko–kesäkuun aikana. Seuraavana vuonna maastokokeet toteutettiin seitsemällä alueella touko–heinäkuun aikana. Vuonna 2017 maastokokeet tehtiin kahdeksalla alueella touko–kesäkuun aikana. Eräällä uusimaalaisella tutkimuskohteella maastokokeet suoritettiin sekä vuonna 2015 että toistettiin uudelleen vuonna 2016. Muilla kohteilla maastokokeet tehtiin kertaalleen.

Pesäpredaatiota tutkittiin kokeellisesti keinopesillä, joita seurattiin riistakameroilla. Keinopesien käyttö valikoitui menetelmäksi siksi, että aikaisemmissa tutkimuksissa luonnonpesien löytäminen on osoittautunut työlääksi eikä riittävän suuren aineiston kerääminen ole onnistunut (Huhta ym. 1996). Lisäksi keinopesien avulla on helpompi kokeellisesti selvittää supikoiran saalistusympäristöä ja -käyttäytymistä. Riistakameroiden avulla pystyttiin hyvällä varmuudella todentamaan pesän ryöstäjä sillä olettamuksella, että kamera on teknisesti toiminut ja ottanut kuvan tekijästä.

Tutkimus sisälsi yhteensä 21 erillistä maastokoetta, kun yhdessä kohteessa koe toteutettiin kahtena peräkkäisenä vuotena. Jokaiselle alueelle tehtiin kahdeksan keinopesää, jolloin aineiston kooksi muodostui yhteensä 168 pesää. Keinopesissä käytettiin oikeita fasaanin munia, joita aseteltiin neljä kappaletta kuhunkin pesään jäljittelemään luonnollisen pesän vaikutelmaa. Pesät sijoiteltiin sellaisiin paikkoihin, mihin maassa pesivät linnut, kuten fasaani, luontaisesti tekevät pesän eli suojaisiin paikkoihin. Munille tehtiin pieni pesäkuoppa, jonka vuoraamiseen käytettiin samoja materiaaleja, joita linnut luontaisesti käyttävät eli kasvimateriaalia ja kariketta. Keinopesiä tehtäessä pyrittiin mahdollisimman luonnolliseen vaikutelmaan ja turhia hajuja pyrittiin välttämään. Pesien tekijät käyttivät suojaimina muun muassa kumihanskoja sekä -kenkiä hajujen minimoimiseksi.

Keinopesien paikat määriteltiin kullekin koalueelle mahdollisimman tarkasti etukäteen tutkimalla kartta-aineistoa ja määrittämällä sen perusteella soveltuvat paikat. Pesäpaikat pyrittiin sijoittamaan tasaisesti kullekin tutkimusalueelle. Tutkimuksen lähtökohdan mukaisesti haluttiin selvittää supikoiran saalistuspainetta suhteessa metsän ja pellon reunaan, joten pesät aseteltiin tietyille etäisyyksille reunaan nähden. Tämä tehtiin niin, että määriteltiin metsän ja pellon reunaan nähden kohtisuorassa oleva 400 metrin vyöhyke, jossa uloimmat ääripäät ovat 150 metriä metsän puolella ja 250 metriä pellon puolella (kuva 6). Tämä 400 metrin vyöhyke jaettiin 100 metrin lohkoihin eli neljään erilliseen lohkokseen. Metsän ja pellon reuna merkittiin nollapisteenä. Ensimmäinen lohko sijaitsi 50–150 metriä metsän puolella pellon ja metsän reunasta mitattuna. Seuraava lohko, joka on metsän ja pellon reunassa, sijaitsi enintään 50 metriä sekä metsän että pellon puolella eli oli reuna-alueella. Kolmas lohko oli 50–150 metriä pellon puolella reunasta mitattuna. Neljäs lohko oli 150–250 metriä pellon puolella reunasta mitattuna.



Kuva 6. Linnunpesien saalistusta tutkittiin suhteessa pellon ja metsään reunaan. Tutkittava vyöhyke oli 400 metrin laajuinen alue kohtisuorassa pellon reunaan nähden.

Kullekin tutkimusalueelle tehtiin yhteensä kahdeksan keinopesää. Pesien paikat jaettiin niin, että kullekin lohkolle tuli kaksi pesää. Keinopesät sijoiteltiin kullekin koalueelle siten, että kaksi pesää tehtiin reilusti metsän puolelle, kaksi pesää tuli metsän ja pellon

reunaan sekä yhteensä neljä pesää sijoiteltiin reilusti pellon puolelle. Käytännössä laitimaiset pesät voivat tulla 150 metriä metsän puolelle ja 250 metriä pellon puolelle. Tutkimusalueet valikoitiin niin, että etäisyys pellon ja metsän reunaan täytyi joka suuntaan pesältä mitattaessa eli metsäalueen oli oltava kauttaaltaan vähintään 300 metriä halkaisijaltaan ja pellon oli oltava vähintään 500 metriä halkaisijaltaan. Pellolla olevat pienet saarekkeet ja ojanvarret luokiteltiin kuuluvaksi peltoon.

Tarkat pesien paikat määriteltiin käyttämällä satunnaislukugeneraattoria, jolla arvottiin, mihin kohtaan lohkoa pesä tarkalleen asettuu. Kukin lohko jaettiin kymmenen metrin välein (0,10,20...100), joten arpomalla yksi luku väliltä 1–11 saatiin kymmenen metrin tarkkuudella kohta, mihin pesä sijoittuu loholla. Näin tekemällä saatiin puolisuunnatettua pesän paikka ja vähennettyä mielivaltaisesta pesien sijoittelusta johtuvaa virhemarginaalia. Pesien tarkat paikat ja etäisyydet pellon ja metsän reunaan mitattiin maastossa Garmin gps-paikantimella. Pesiä ei kuitenkaan tehty täysin avoimelle pellolle. Ne pyrittiin sijoittamaan sellaisiin kohtiin, missä on luontaista suojaa ja mihin linnut, kuten faasaani, tekevät luonnossakin pesänsä, esimerkiksi ojavarteen, metsäsaarekkeeseen tai muuhun saarekkeeseen pellolla. Lisäksi avoimella pellolla pesät olisivat olleet kylvötöiden tiellä.

Jokaisen pesän tapahtumia seurattiin riistakameran avulla. Näin tekemällä pystyttiin varmuudella toteamaan, mihin aikaan ja mikä eläin munat oli käynyt syömässä, jos pesä tuhoutui. Jokaiselle pesälle asennettiin kuvaamaan riistakamera noin 1–5 metrin päähän pesästä maaston peitteellisyydestä riippuen. Kameroiden asettelussa hyödynnettiin luontaisia kiinnityspisteitä kuten puita, aitatolppia ja sähköpylväitä. Lisäksi paikoissa, joissa ei ollut valmista kiinnityspistettä, käytettiin puisia metrin mittaisia tolppia. Kamerat sijoitettiin kuvaamaan pesiä 0,5–1,5 metrin korkeuteen. Pesiä seurattiin kahdeksan päivän ajan, jonka jälkeen koe lopetettiin ja kamerat haettiin pois.

Vuosina 2015–2016 käytössä oli usean merkkisiä riistakameroita, jotka kuitenkin kaikki olivat nykyaikaisia infrapunasalamalla varustettuja kameroita. Vuonna 2017 käytössä oli pääasiassa Uovision-merkkisiä inframustasalamalla varustettuja kameroita. Kamerat oli säädetty ottamaan yksittäisiä tai muutaman kuvan sarjoja. Intervalli oli määritetty enintään yhdeksi minuutiksi. Liiketunnistimen herkkyys oli asetettu keskitasolle.

Kameroiden kuvaama aineisto tarkastettiin sekä tilastoititiin. Jokaisesta pesästä kirjattiin ylös seuraavat tiedot: pesän ja kokeen numero, kokeen aloitus- ja lopetuspäivämäärä, koepäivien määrä, koordinaatit, pesän kohtalo, predaattori, predatointipäivä, predatoinnin kellonaika, lohko, etäisyys metsän ja pellon reunaan, etäisyys vesistöön, etäisyys petolinulle soveltuvaan tähystyspuuhun, avoimuus ylhäältä päin katsottuna, kasvillisuuskuvaus ja muita havaintoja.

Kokeen lopuksi jokaiselle tutkimusalueelle perustettiin neljä hajupostia, joilla selvitettiin alueen petorakennetta. Hajupostit asetoitiin alueelle siten, että jokaiselle lohkolle sijoitettiin yksi hajuposti. Niiden tarkat paikat määritettiin myös satunnaislukugeneraattoria käyttäen. Postit hajautettiin ympäri tutkimusaluetta, jotta saatiin mahdollisimman kattava kuva alueen petokannasta. Hajupostit koostuivat hajusteeseen kastetusta puutikusta sekä kivistä ja kävijät taltioivasta riistakamerasta. Posteilla käytettiin petoja houkuttelevaa J.R. and Sons -merkkistä Gray Ambush -hajustetta, joka on harmaaketun *Urocyon cinereoargenteus* hajurauhasista tehtyä. Hajustetta asetettiin muutama tippa pieneen puutikkiin, joka pantiin maahan pystyyn. Sen viereen asetettiin kivi, joka myös hajustettiin parilla tipalla houkutusainetta. Eläimillä on tapana hieroa itseään hajusteeseen ja mahdollisesti liikutella hajustettuja esineitä, joten kiven oli tarkoitus hankaloittaa liikuttelua. Hajuposteja seurattiin riistakameroiden avulla viiden päivän ajan.

Hajuposteista kirjattiin ylös seuraavat tiedot: hajupostin ja kokeen numero, aloitus- ja lopetuspäivämäärä, seurantapäivien määrä, koordinaatit, hajupostilla kävijät, lohko sekä etäisyys metsän ja pellon reunaan.

### **2.3 Tilastolliset menetelmät**

Tutkimustuloksia tarkasteltiin kvantitatiivisesti eli määrällisesti. Maastolomakkeiden tiedot koostettiin yhteen Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla, jossa niitä pääsääntöisesti käsiteltiin. Aineiston mallintaminen tapahtui R-3.4.2 -ohjelmalla. Tilastolliset testit tehtiin IBM SPSS Statistics 25 -tilastointiohjelmalla.

### 2.3.1 Predaatioaste

Aineistosta johdettujen tulosten tunnuslukuja ja kuvaajia laskettiin Excel-ohjelmalla. Tunnusluvut olivat pääasiassa erilaisia suhdelukuja. Tunnuslukujen tilastollisen merkittävyyden testaamiseen käytettiin yksisuuntaista g-testiä. Yksisuuntaista testiä käytettiin kaksisuuntaisen testin sijaan, koska testattavien arvojen välisen eron voitiin olettaa olevan tiettyyn suuntaan.

### 2.3.2 Pesien selviytymisanalyysi

Pesien selviytymistodennäköisyyttä eli pesien selviytymistä suhteessa kuluneeseen aikaan tarkasteltiin logistisella regressioanalyysillä. Shafferin (2004) mukaan logistisista regressioanalyseistä on muodostunut hyvin yleinen keino tutkia ja mallintaa linnunpesien selviytymistä. Binaarinen logistinen regressioanalyysi on muunnos tavanomaisesta regressioanalyysistä ja se on yleistettyihin lineaarisiin malleihin (GLM) kuuluva menetelmä. Binaarista logistista regressioanalyysiä käytetään silloin, kun selitettävällä muuttujalla on kaksi mahdollista arvoa, kuten tässä tapauksessa: joko pesä on syöty (0) tai pesä ei ole syöty (1). Todennäköisyyttä sille, että selitettävä muuttuja saa arvon 1 kuvaa seuraava logistinen malli:

$$\text{logit}(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \alpha + \text{Pesän\_kohtalo}_{ij} + a_j,$$

missä  $\pi$  = selviytymistodennäköisyysparametri,  $\alpha$  = vakiotermi,  $i = 1, \dots, 8$  (vuorokausi),  $j = 1, \dots, 20$  (koealue) ja  $a_j$  = satunnaismuuttuja, joka huomioi koealueiden välisen vaihtelun.

Analyysissä hyödynnettiin yleistettyä lineaarista sekamallia (GLMM), jotta saatiin myös satunnaismuuttujan vaikutus mukaan malliin. Mallissa selviytymistodennäköisyyttä selitettiin pesän kohtalolla tietynä ajankohtana (vuorokautena). Koealue määriteltiin satunnaismuuttujaksi. Malli käyttää suurimman uskottavuuden -menetelmää (maximum likelihood) parametrien määrittämiseen.

### 2.3.3 Saalistusympäristöanalyysi

Saalistusympäristöanalyysissä tarkasteltiin etäisyyksien vaikutusta pesien tuhoutumiseen. Tarkasteltavia muuttujia olivat etäisyys pellon reunaan ja vesistöön. Mallinnus to-

teutettiin yleistettyä lineaarista sekamallia (GLMM) käyttäen. Selitettävä muuttuja oli pesän kohtalo. Koealuetta käytettiin satunnaismuuttujana. Selittäviä muuttujia vaihdeltiin, jotta saatiin selville, mikä malleista oli paras ja selitti parhaiten pesien saalistusta. Testattavia selittäviä muuttujia olivat: etäisyys pellon reunaan ja vesistöön, pesän avoimuus ja vuosi. Analyyseissä käytettiin etäisyyksien logaritimuunnoksia.

#### **2.3.4 Hajupostikäynti-indeksi**

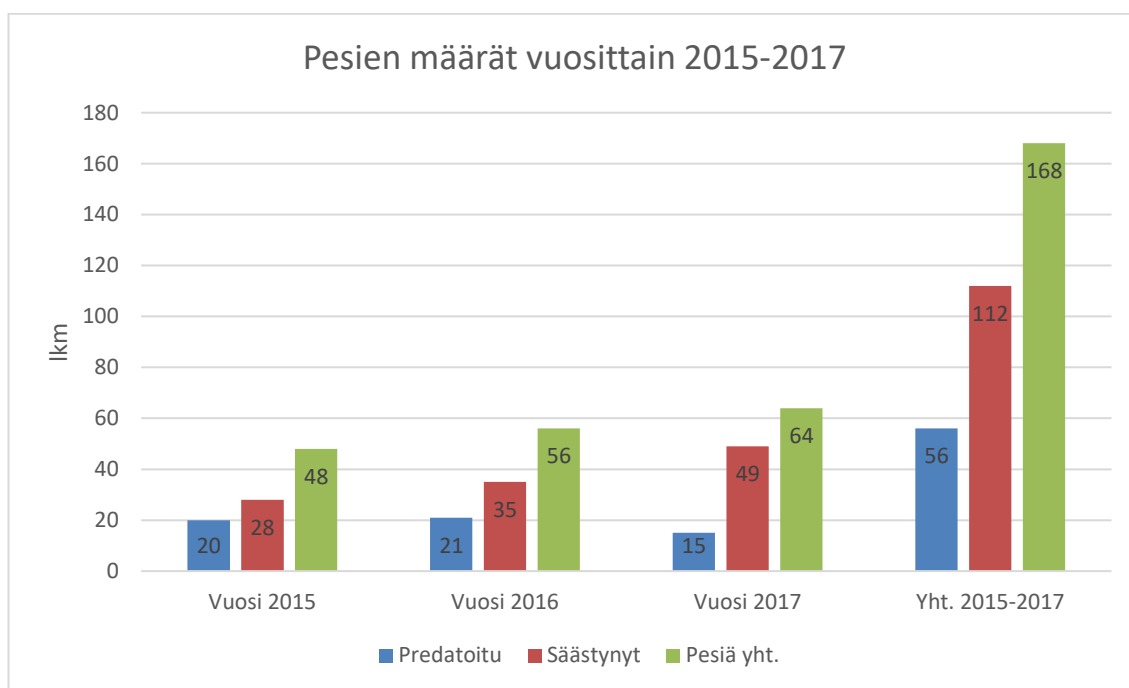
Hajuposteilla käyneiden supikoirien lukumäärän mukaan laskettiin suhteellisia indeksiarvoja supikoirille vuositasolla. Riistakameroiden ottamien kuvien perusteella määriteltiin, kuinka monta supikoiraa kullakin hajupostilla on käynyt. Supikoirien yksilöimiseen käytettiin puolen tunnin rajaa. Toisin sanoen supikoirat, joiden käynnistä on yli puoli tuntia seuraavaan supikoiran käyntiin, katsottiin erillisiksi yksilöiksi. Puolen tunnin sisällä käyneet supikoirat laskettiin kaikki samaksi yksilöksi. Näin laskettua kävijämäärää verrattiin hajupostien määrään. Hajuposteja seurattiin viiden vuorokauden ajan. Tästä saadaan indeksiarvo:  $n$  supikoiraa/hajuposti/5 vrk.

Indeksiarvoa verrattiin supikoiran tuhoamien pesien määrään vuositasolla. Hajupostikäynti-indeksin ja tuhoutuneiden pesien riippuvuutta tarkasteltiin Pearsonin järjestyskorrelaatiolla.

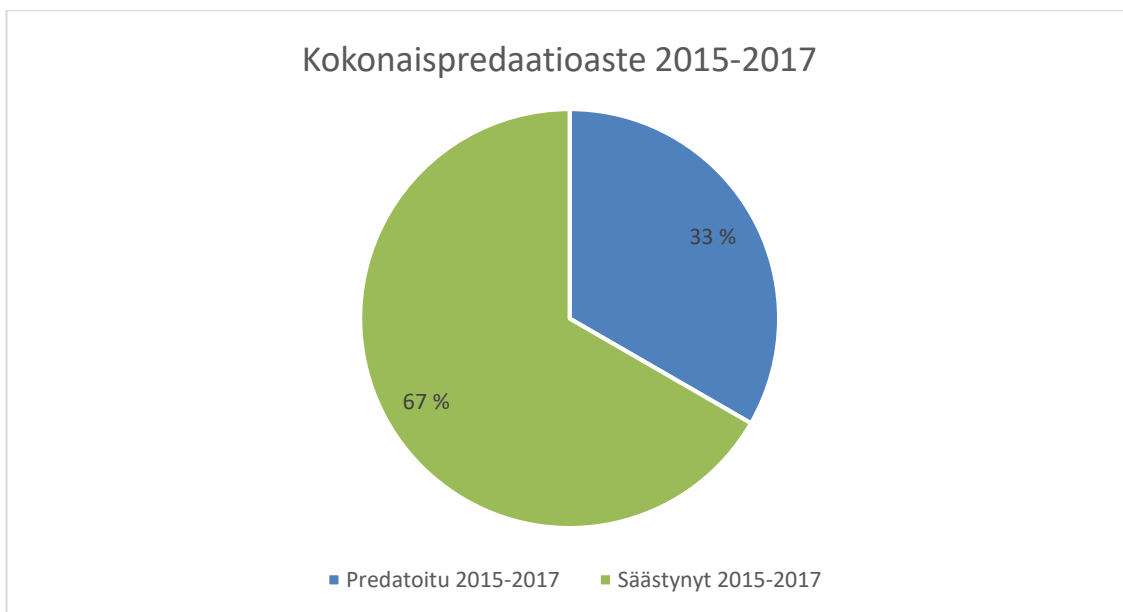
### 3 Tulokset

#### 3.1 Predaatioaste

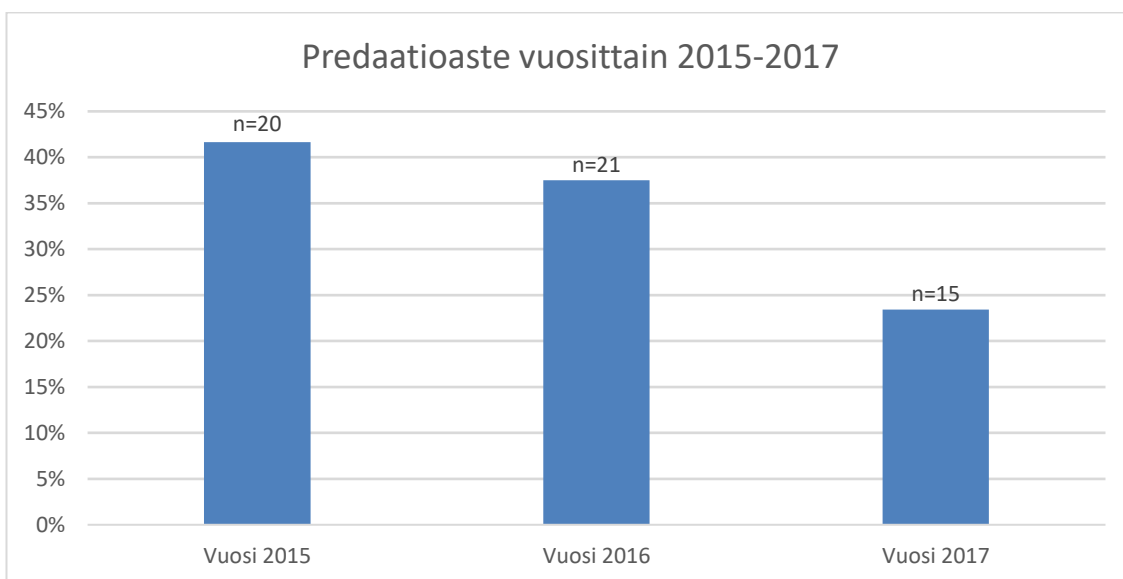
Tutkimusaineisto käsitti vuosina 2015–2017 kerätyn 168 keinopesän havaintoaineiston (kuva 7). Kaikkiaan 168 pesästä oli tuhottu 56 pesää eli kokonaispredaatioaste tarkastelujaksolla oli 33,3 % (kuva 8). Vuonna 2015 tehdyistä 48 pesästä oli ryöstetty 20 pesää eli vuotuinen predaatioaste oli 41,7 %. Vuonna 2016 tehdyistä 56 pesästä oli tuhottu 21 pesää eli predaatioaste oli 37,5 %. Vuonna 2017 tehdyistä 64 pesästä oli syöty 15 pesää eli vuotuinen predaatioaste oli 23,4 % (kuva 9). Pesä tuhosivat supikoira, varis *Corvus corone cornix*, harakka *Pica pica*, naakka *Corvus monedula*, mäyrä ja metsäkauris.



Kuva 7. Tutkimusaineistossa käytettyjen koepesien määrät vuositasolla ja yhteensä, sekä säästyneiden ja tuhoutuneiden pesien osuudet.



Kuva 8. Tuhoutuneiden ja säästyneiden pesien osuudet (n=168).

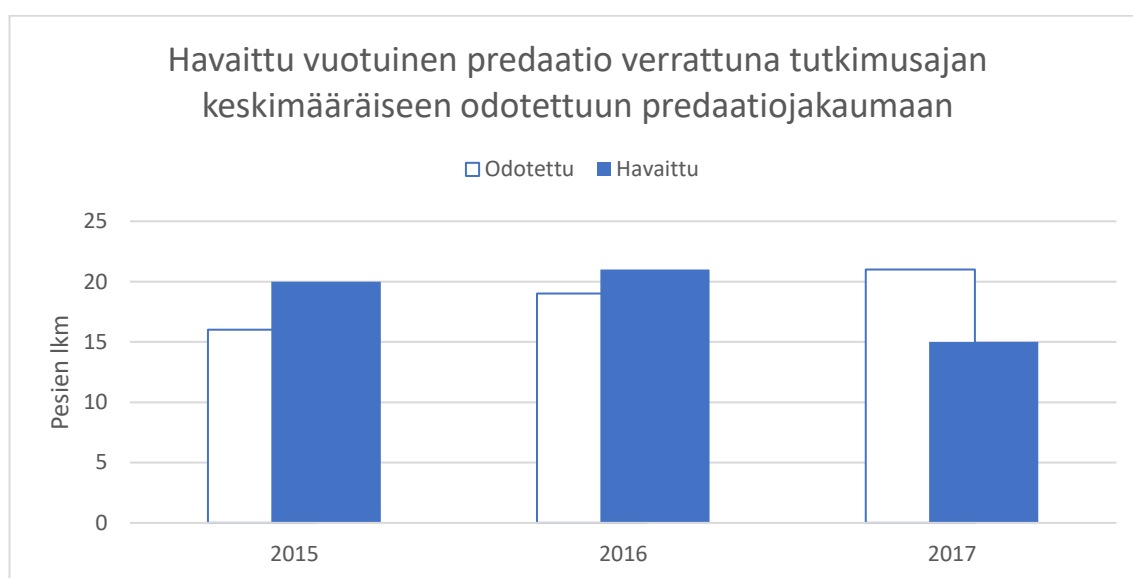


Kuva 9. Tuhoutuneiden pesien prosenttiosuudet vuosittain.

Predaatioasteiden tilastollista merkitsevyyttä testattiin yksisuuntaisella g-testillä. Jokaisena tutkimusvuotena predaatio oli tilastollisesti erittäin merkitsevää (taulukko 1). Vuodet 2015 ja 2016 noudattelivat koko tutkimusaikana havaittua keskimääräistä predaatiojakaumaa (taulukko 2). Vuosi 2017 erosi tilastollisesti merkitsevästi havaitusta keskimääräisestä predaatiojakaumasta, sillä pesiä tuhoutui suhteessa vähemmän keskiarvoon nähden (kuva 10). Koko tutkimusaikana pesien tuhoutuminen oli tilastollisesti erittäin merkitsevää.

Taulukko 1. G-testin tulokset. Havaittu vuotuinen predaatio verrattuna odotukseen ilman predaatiota.

<b>Vuosi</b>	<b>n</b>	<b>G</b>	<b>p-arvo</b>
2015	48	918,58	<0,001
2016	56	965,35	<0,001
2017	64	676,77	<0,001
2015–2017	168	2681,02	<0,001

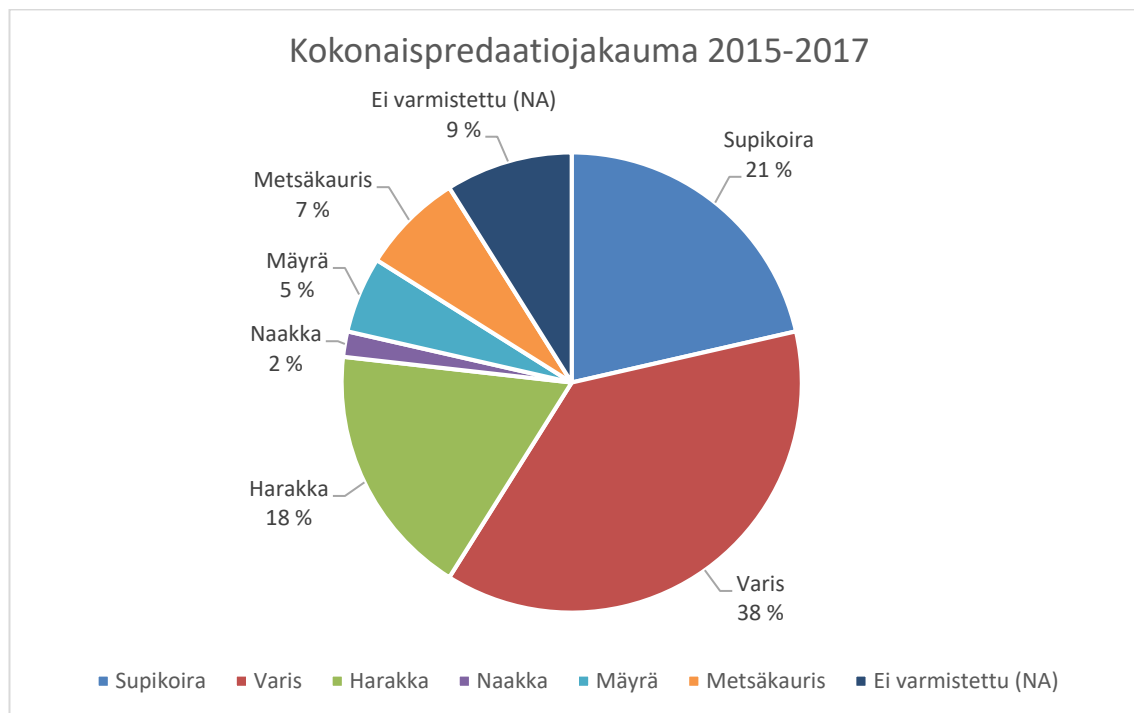


Kuva 10. Odotettu keskimääräinen predaatiojakauma verrattuna havaittuun vuotuisen predaatiojakaumaan. Keskimääräinen predaatioaste oli tutkimusaikana 33 %. Valkoiset pylväät kuvaavat odotettua predaatiota ja siniset pylväät kuvaavat havaittua predaatiota.

Taulukko 2. G-testin tulokset. Havaittu vuotuinen predaatio verrattuna tutkimusajan keskimääräiseen odotettuun predaatiojakaumaan.

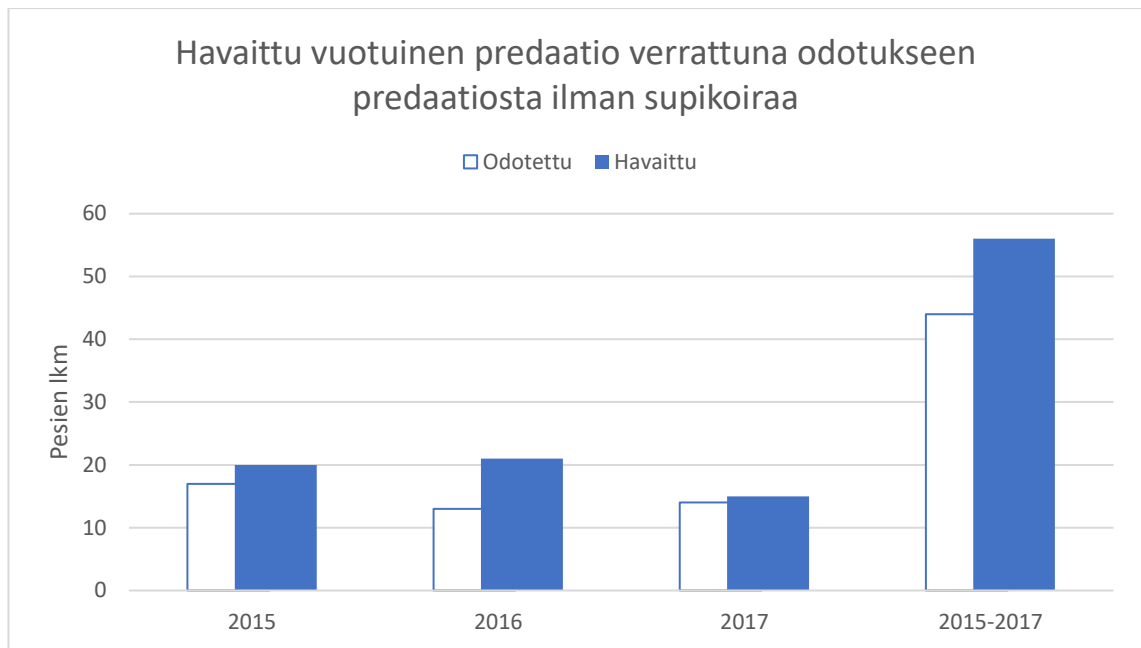
<b>Vuosi</b>	<b>n</b>	<b>G</b>	<b>p-arvo</b>
2015	48	1,448	0,114
2016	56	0,429	0,256
2017	64	2,997	0,042

Supikoirat tuhosivat kaikkiaan 12 pesää eli 21 % tuhotuista pesistä oli supikoiran aiheuttamia (kuva 11). Vuonna 2015 supikoirat tuhosivat kolme pesää eli 15 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2016 supikoirat tuhosivat kahdeksan pesää eli 38 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2017 supikoira tuhosi yhden pesän, mikä vastaa 7 % tuhotuista pesistä.



Kuva 11. Pesiä tuhonneiden lajien osuudet ryöstetyistä pesistä (n=56). Ei varmistetut (NA) pesät olivat sellaisia pesiä, joiden tuhoajasta ei ollut varmaa tietoa.

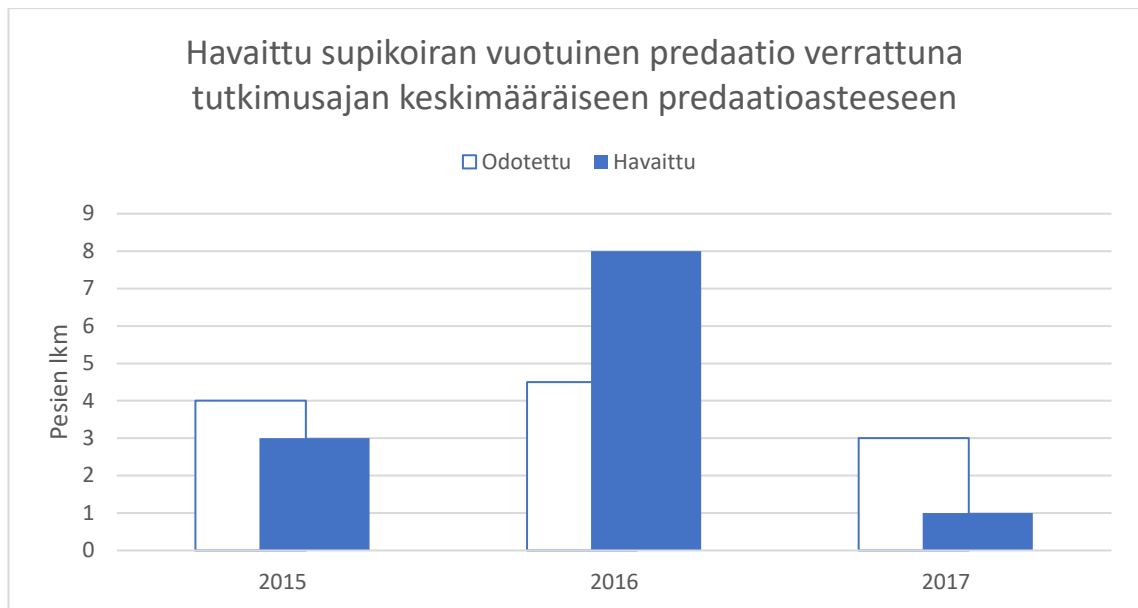
Koko tutkimusaikana supikoirien pesäpredaatioaste oli tilastollisesti merkitsevää (kuva 12; taulukko 3). Vuositasolla tarkasteltaessa vuodet 2015 ja 2017 eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan vuonna 2016 pesäpredaatio oli tilastollisesti merkitsevää. Vuodet 2015 ja 2017 noudattelivat koko tutkimusaikana havaittua keskimääräistä jakaumaa (taulukko 4). Vuosi 2016 erosi tilastollisesti merkitsevästi havaitusta keskimääräisestä predatiojakaumasta, sillä supikoirat ryöstivät pesiä suhteessa enemmän keskiarvoon nähden (kuva 13).



Kuva 12. Odotettu predaatio ilman supikoiran vaikutusta verrattuna havaittuun kokonaispredaatioon. Valkoiset pylväät kuvaavat odotettua predaatiota ja siniset pylväät kuvaavat havaittua predaatiota.

Taulukko 3. G-testin tulokset. Havaittu vuotuinen predaatio verrattuna odotukseen predaatiosta ilman supikoiraa.

<b>Vuosi</b>	<b>n</b>	<b>G</b>	<b>p-arvo</b>
2015	48	0,805	0,185
2016	56	5,745	0,008
2017	64	0,087	0,384
2015–2017	168	4,199	0,020



Kuva 13. Supikoiran keskimääräisen predaatioasteen mukaan laskettu odotus vuotuisesta predaatiosta verrattuna havaittuun toteumaan supikoiran predaatiosta. Supikoirat ryöstivät tutkimusaikana keskimäärin 21 % tuhotuista pesistä. Valkoiset pylväät kuvaavat odotettua predaatiota ja siniset pylväät kuvaavat havaittua predaatiota.

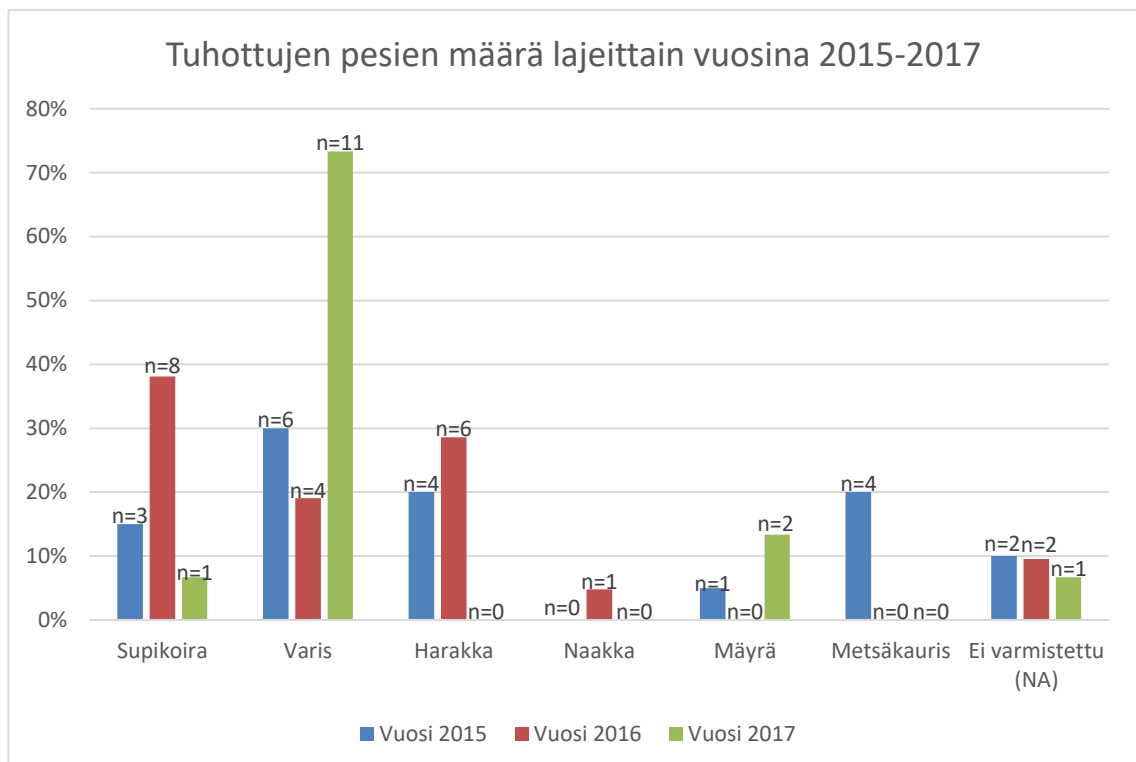
Taulukko 4. G-testin tulokset. Havaittu supikoiran vuotuinen predaatio verrattuna tutkimusajan keskimääräiseen predaatioasteeseen.

<b>Vuosi</b>	<b>n</b>	<b>G</b>	<b>p-arvo</b>
2015	20	0,529	0,233
2016	21	3,019	0,041
2017	15	2,478	0,058

Varikset olivat linnuista pahimpia pesän ryöstäjiä, sillä ne tuhosivat 21 pesää eli 38 % kaikista tuhotuista pesistä. Vuonna 2015 varikset tuhosivat kuusi pesää eli 30 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2016 varikset ryöstivät neljä pesää eli 19 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2017 varikset tuhosivat 11 pesää eli 73 % tuhotuista pesistä (kuva 14).

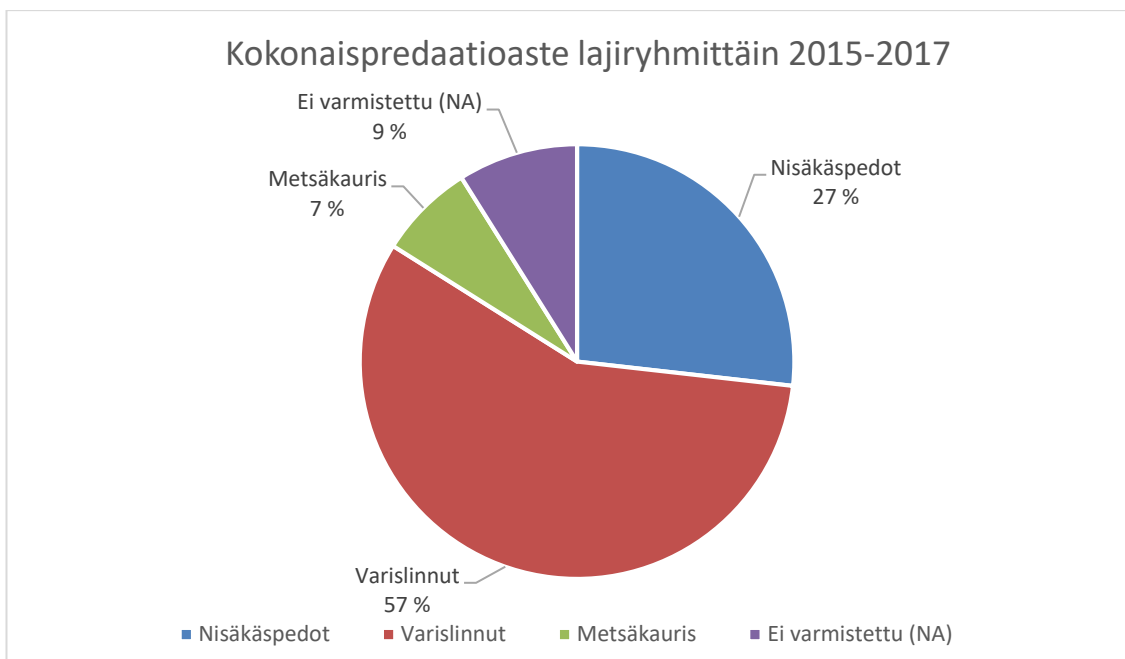
Harakka tuhosi 10 pesää eli 18 % kaikista tuhotuista pesistä. Vuonna 2015 harakat tuhosivat neljä pesää eli 20 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2016 harakat ryöstivät kuusi pesää eli 29 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2017 harakat eivät tuhonneet yhtään pesää.

Mäyrät söivät kaikkiaan kolme pesää eli 5 % tuhotuista pesistä (yksi pesä vuonna 2015 ja kaksi pesää vuonna 2017). Metsäkauriit tuhosivat neljä pesää eli 7 % tuhotuista pesistä (kaikki pesät tuhottu vuonna 2015). Naakat tuhosivat lisäksi yhden pesän vuonna 2016. Näiden lisäksi viiden pesän tuhoajaa ei pystytty identifioimaan, mikä vastaa hieman vajaata 9 % tuhotuista pesistä. Toisin sanottuna 91 % pesän tuhoajista pystyttiin tunnistamaan.



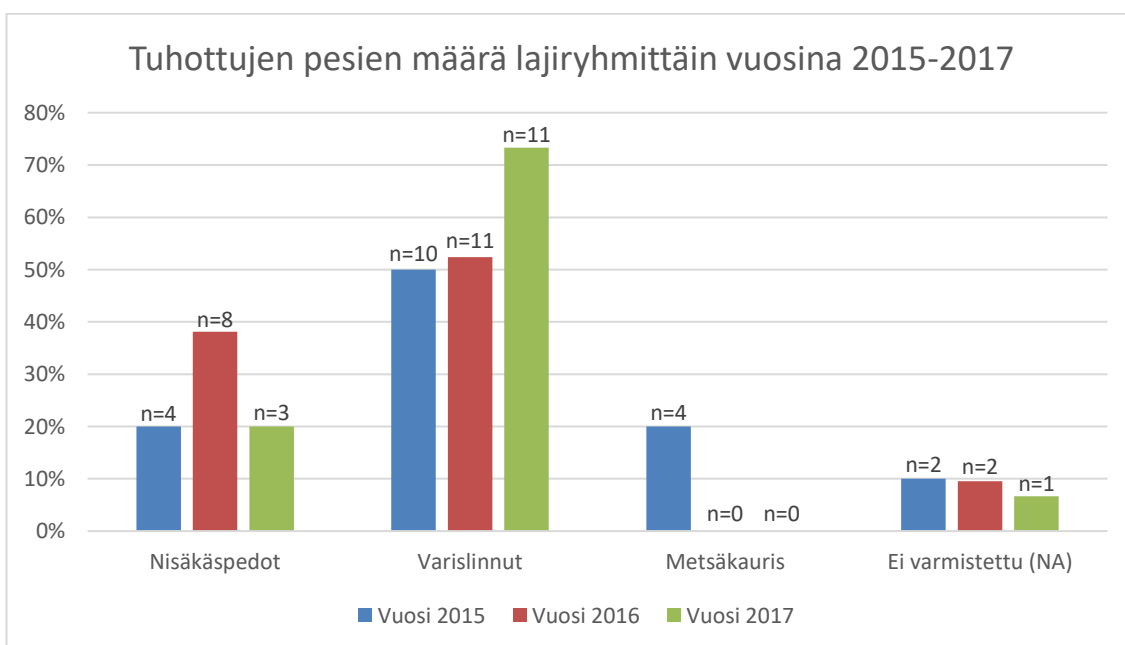
Kuva 14. Tuhottujen pesien osuudet lajeittain vuositasolla.

Nisäkäspedot (supikoira ja mäyrä) tuhosivat 15 pesää eli 27 % kaikista tuhotuista pesistä (kuva 15). Vuonna 2015 nisäkäspedot tuhosivat neljä pesää eli 20 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2016 nisäkäspedot tuhosivat kahdeksan pesää eli 38 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2017 nisäkäspedot tuhosivat kolme pesää eli 20 % tuhotuista pesistä (kuva 16).



Kuva 15. Tuhottujen pesien jakaantuminen lajiryhmittäin: nisäkäspedot, varislinnut sekä metsäkauris ja ei varmistetut.

Varislinnut (varis, harakka ja naakka) tuhosivat kaikkiaan 32 pesää eli 57 % tuhotuista pesistä oli niiden aiheuttamia. Vuonna 2015 varislinnut tuhosivat 10 pesää eli 50 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2016 varislinnut tuhosivat 11 pesää eli 52 % tuhotuista pesistä. Vuonna 2017 varislinnut tuhosivat 11 pesää eli 73 % tuhotuista pesistä.



Kuva 16. Tuhottujen pesien osuudet lajiryhmittäin vuositasolla.

## 3.2 Pesien selviytymisanalyysi

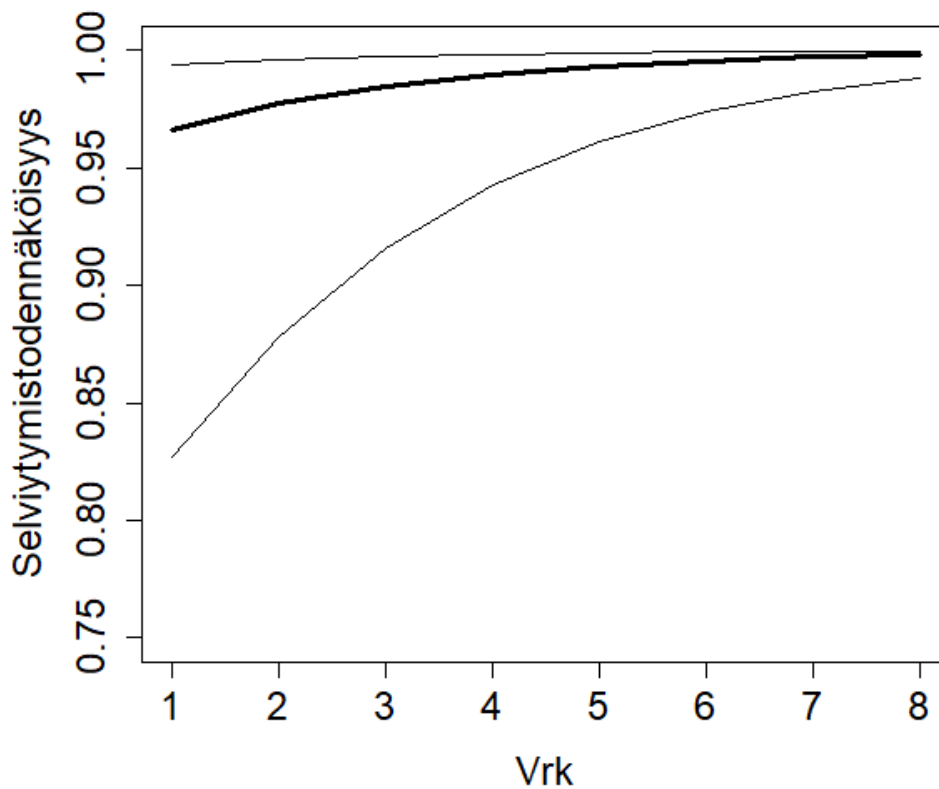
### 3.2.1 Koko aineisto

Pesien selviytymistä tarkasteltiin kahdeksan päivän ajanjaksolla. Analyysiin otettiin mukaan ainoastaan sellaiset havainnot, joista oli tiedossa pesän tarkka ryöstöpäivä. Kaikkiaan 56 tuhoutusta pesästä jouduttiin hylkäämään yhdeksän pesää analyysin ulkopuolelle, koska niistä ei ollut tiedossa tarkkaa tuhoutumisajankohtaa. Kaikkiaan analyysiin tuli mukaan 159 pesää (lähtötilanne 1. päivänä) tuhoutumattomat pesät mukaan laskettuna (taulukko 5).

Taulukko 5. Pesien selviytymisanalyysissä käytetty malli huomioi pesien määrän päiväkohtaisesti. Taulukossa on esitetty pesien määrä (n) kunkin tarkasteltavan päivän alussa.

	1. vrk	2. vrk	3. vrk	4. vrk	5. vrk	6. vrk	7. vrk	8. vrk
Pesien määrä kunkin tarkasteltavan päivän alussa (n)	159	146	139	131	126	123	121	117

Pesän selviytymistodennäköisyys oli ensimmäisenä päivänä keskimäärin 97 % luokkaa (kuva 17). Pesän selviytyminen oli ensimmäisenä päivänä 95 % luottamustasolla tarkasteltuna 83–100 % välillä. Tarkastelujakson loppua kohti selviytymistodennäköisyys suureni ja luottamusväli kapeni. Kahdeksannen päivän kohdalla selviytymistodennäköisyys oli lähes 100 %. Vuorokausi oli pesän selviytymistodennäköisyyttä selittävänä tekijänä tilastollisesti erittäin merkitsevä (taulukko 6).



Kuva 17. Pesien selviytymistodennäköisyys kahdeksan vuorokauden tarkastelujaksolla. Paksu viiva kuvastaa keskimääräistä selviytymistodennäköisyyttä ja ohuemmat viivat kuvastavat 95 % luottamustasoa (keskihajonta 0,9112).

Taulukko 6. Pesien selviytymisanalyysin tunnusluvut.

	estimaatti	keskivirhe	z-arvo	p-arvo
vakiotermin	2,93973	0,40174	7,317	<0,001
vrk	0,41140	0,07461	5,514	<0,001

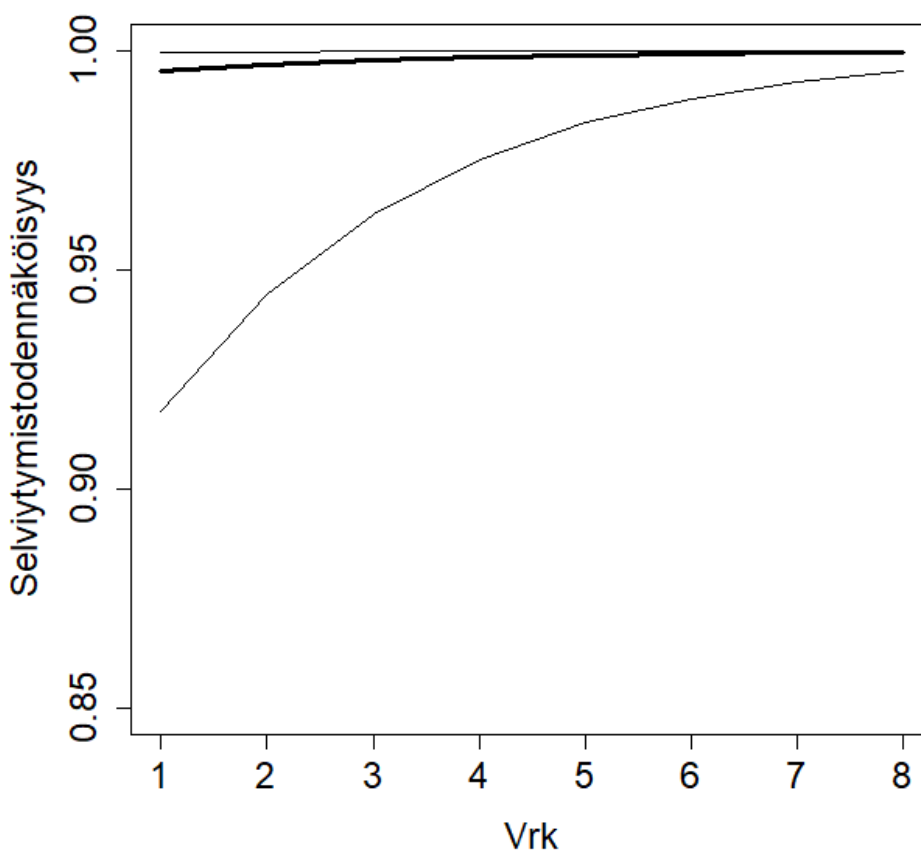
### 3.2.2 Supikoira

Analyysi tehtiin myös pelkällä supikoira-aineistolla, jossa ei ollut mukana muiden eläinten tuhoamia pesiä. Analyysillä selvitettiin pelkästään supikoiran vaikutusta pesien selviytymistodennäköisyyteen. Supikoiran tuhoamista 12 pesästä jouduttiin hylkäämään kaksi pesää analyysin ulkopuolelle, koska niistä ei ollut tarkkaa tuhoutumisajankohtaa tiedossa. Kaikkiaan analyysiin tuli mukaan 122 pesää (lähtötilanne 1. päivänä) tuhoutumattomat pesät mukaan laskettuna (taulukko 7).

Taulukko 7. Pesien selviytymisanalyysissä käytetty malli huomioi pesien määrän päiväkohtaisesti. Taulukossa on esitetty pesien määrä (n) kunkin tarkasteltavan päivän alussa.

	1. vrk	2. vrk	3. vrk	4. vrk	5. vrk	6. vrk	7. vrk	8. vrk
Pesien määrä kunkin tarkasteltavan päivän alussa (n)	122	119	118	117	115	115	114	113

Pelkästään supikoiran vaikutusta tarkasteltaessa pesän selviytymistodennäköisyys on ensimmäisenä päivänä keskimäärin 99 % luokkaa (kuva 18). Pesän selviytymistodennäköisyys oli ensimmäisenä päivänä 95 % luottamustasolla 92–100 % välillä. Tarkastelujakson loppua kohti selviytymistodennäköisyys suureni ja luottamusväli kapeni. Kahdeksannen päivän kohdalla selviytymistodennäköisyys oli lähes 100 %. Vuorokausi selitti pesän selviytymistodennäköisyyttä tilastollisesti merkitsevästi (taulukko 8).



Kuva 18. Pesien selviytymistodennäköisyys kahdeksan vuorokauden tarkastelujaksolla. Paksu viiva kuvastaa keskimääräistä selviytymistodennäköisyyttä ja ohuemmat viivat kuvastavat 95 % luottamustasoa (keskihajonta 1,507).

Taulukko 8. Pesien selviytymisanalyysin tunnusluvut.

	<b>estimaatti</b>	<b>keskivirhe</b>	<b>z-arvo</b>	<b>p-arvo</b>
vakiotermi	4,9443	1,0143	4,875	<0,001
vrk	0,4200	0,1571	2,674	0,008

### 3.3 Saalistusympäristöanalyysi

#### 3.3.1 Koko aineisto

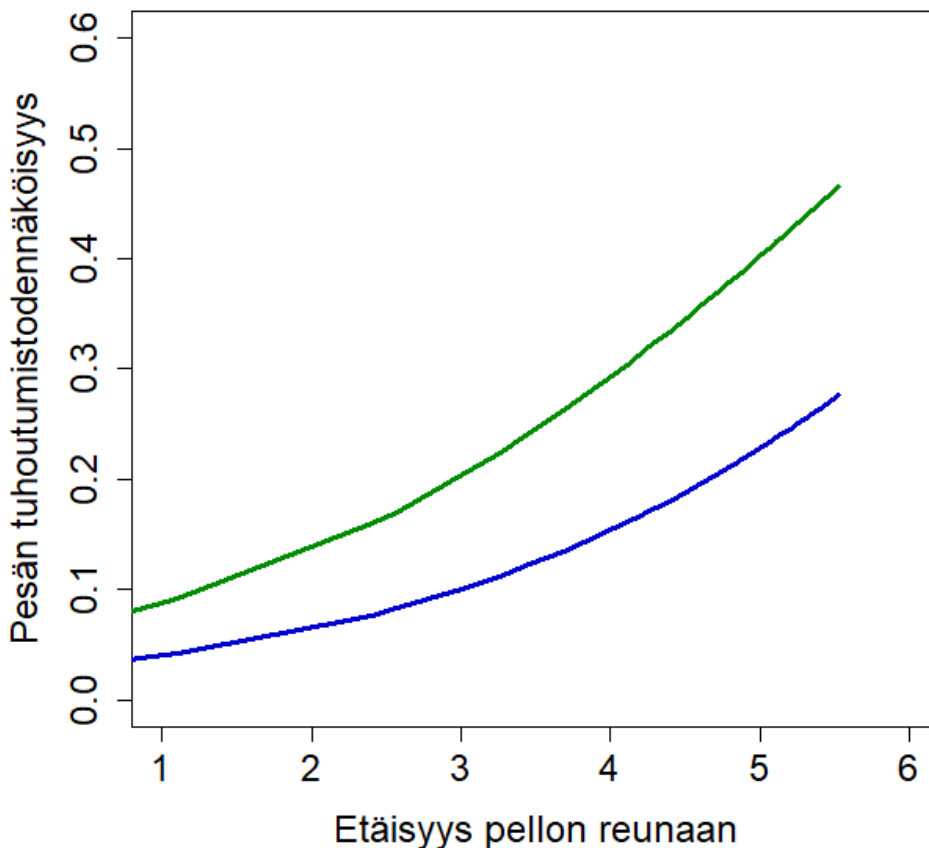
Saalistusympäristöanalyysissä pystyttiin hyödyntämään kaikkia havaintoja, koska tässä mallinnuksessa pesän tuhoutumisajankohdalla ei ollut merkitystä. Analyysissä käytetty aineisto kattoi siis kaikki 168 koepestä.

Saalistusympäristöä analysoitaessa tehtiin mallin valintaa ja pyrittiin löytämään parhaiten predaatiota selittävä malli. Koko aineiston pesien tuhoutumista selitti parhaiten malli, jossa etäisyys pellon reunaan oli selittävänä tekijänä (taulukko 9). Malli, jossa selittävänä tekijänä oli etäisyys vesistöön, selitti predaatiota huomattavasti heikommin. Pesän avoimuus ja koevuosi selittävinä tekijöinä myös huononsivat selitystasetta. Kaikissa malleissa koealue oli määritelty satunnaismuuttujaksi.

Taulukko 9. Saalistusympäristöanalyysin tulokset pesien tuhoutumisesta suhteessa ympäristöön. K = mallin muuttujien määrä, AIC = Akaiken informaatiokriteeri ja  $\Delta AIC$  = kuvaa eroa AIC-arvoissa verrattuna parhaimmaksi arvoitettuun malliin.

	<b>Malli</b>	<b>K</b>	<b>AIC</b>	<b><math>\Delta AIC</math></b>
1	pellonreuna	3	199,74	0,00
2	pellonreuna + avoimuus	4	201,39	1,65
3	pellonreuna + vuosi	5	201,82	2,08
4	pellonreuna + avoimuus + vuosi	6	203,46	3,72
5	vesistö	3	207,45	7,21
6	vesistö + avoimuus	4	209,21	9,47

Etäisyyttä pellon reunaan tarkasteltiin logaritmisella asteikolla. Pellon ja metsän välisellä vaihettumisvyöhykkeellä predaatio vaikuttaisi yleisesti olevan pienempää (kuva 19). Kauemmaksi pellolle tai metsään mentäessä vaikuttaisi predaatio kasvavan. Etäisyys pellon reunaan oli tilastollisesti merkitsevä (taulukko 10).



Kuva 19. Saalistusympäristöanalyysissä mallinnettiin pesien saalistusta suhteessa ympäristöön eli selvitettiin, mitkä ympäristötekijät vaikuttavat pesien tuhoutumistodennäköisyyteen. Parhaiten pesien saalistusta selitti malli, jossa selittävänä tekijänä oli etäisyys pellon reunaan ja satunnaismuuttujana koealue. Etäisyys muunnettiin analyysiin logaritmiarvoiksi. Vihreä viiva kuvastaa pellon puolta ja sininen viiva metsän puolta. X-akselin arvo 0 kuvastaa metsän ja pellon välistä reunaa. Pellon puolella pesien tuhoutumistodennäköisyys on suurempaa kuin metsässä. Mitä kauemmaksi metsän ja pellon reunasta mennään, sitä korkeampi tuhoutumistodennäköisyys pesillä on (keskihajonta 1,048).

Taulukko 10. Saalistusympäristöanalyysin tunnusluvut.

	<b>estimaatti</b>	<b>keskivirhe</b>	<b>z-arvo</b>	<b>p-arvo</b>
vakiotermi	-4,3655	1,4545	-3,001	0,003
pellonreuna	0,6677	0,2700	2,473	0,013

### 3.3.2 Supikoira

Supikoiran osalta saalistusympäristöä tarkasteltiin kahdella eri analyysikokoonpanolla: supikoiran ensisijaisesti tuhoamat pesät sekä kaikki sellaiset tuhotut pesät, joissa supikoira oli havaittu pesällä. Supikoiran ensisijaisesti tuhoamiin pesiin luettiin kuuluvaksi pesät, jotka supikoira oli käynyt ensimmäisenä ryöstämässä. Analyysi suoritettiin 124 pesän aineistolla, jossa oli mukana myös tuhoutumattomat pesät. Toisessa analyysissä otettiin huomioon myös sellaiset pesät, joissa supikoira oli havaittu tuhotulla pesällä toissijaisena petona eli se oli käynyt tarkistamassa tuhotun pesän varsinaisen predaattorin jälkeen. Tässä analyysissä oli mukana 135 pesää, tuhoutumattomat pesät mukaan laskettuna.

Tarkasteltaessa supikoiran ensisijaisesti tuhoamien pesien mukaan saalistusympäristöä vaikutti siltä, että etäisyys vesistöön selitti parhaiten pesien tuhoutumista (taulukko 11). Mitä kauempana pesä oli vesistöstä sitä todennäköisemmin se tuhoutui. Malli, jossa selittävänä tekijänä oli etäisyys pellon reunaan, selitti predaatiota heikommin. Pesän avoimuus huononsi hiukan selitysastetta, kun taas koevuosi selittävänä tekijänä hieman paransi sitä. Analyysiä kokeiltiin myös kontrollimallilla (ns. nollamalli), jossa selittävät tekijät olivat poistettuna. Näin saatiin selville, onko kyseessä sattumanvaraisuudesta johdettu tulos. Kontrollimallin Akaiken informaatiokriteeri oli yli 2 arvoa suurempi kuin parhaimman mallin arvo, joten kyse ei ollut sattumanvaraisuudesta. Kaikissa malleissa koealue oli määritelty satunnaismuuttujaksi.

Taulukko 11. Taulukossa on esitettyä eri malleista muuttujien määrät sekä Akaiken informaatiokriteerin ja delta-AIC arvot.

	<b>Malli</b>	<b>K</b>	<b>AIC</b>	<b><math>\Delta</math>AIC</b>
1	vesistö + vuosi	5	73,65	0,00
2	vesistö + vuosi + avoimuus	6	73,86	0,21
3	vesistö	3	74,97	1,32
4	vesistö + avoimuus	4	75,38	1,73
5	pellonreuna + vuosi	6	76,23	2,58
6	pellonreuna	3	78,40	4,75
7	pellonreuna + avoimuus	4	79,22	5,57
8	kontrolli	2	76,41	2,76

Supikoiran ensisijaisesti tuhoamalla pesäaineistolla vesistön vaikutus ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä, joten tulosten tulkinnan kanssa tulee olla varovainen (taulukko 12).

Taulukko 12. Saalistusympäristöanalyysin tunnusluvut.

	<b>estimaatti</b>	<b>keskivirhe</b>	<b>z-arvo</b>	<b>p-arvo</b>
vakiotermi	-6,3906	2,7317	-2,339	0,019
vesistö	0,6429	0,4296	1,496	0,135

Toisessa analyysissä otettiin huomioon myös sellaiset pesät, joissa supikoira oli havaittu toissijaisena predaattorina eli se oli käynyt tuhotulla pesällä varsinaisen predaattorin jälkeen. Analyysissä osoittautui, että kontrollimalli, jossa selittävät tekijät olivat poistettuna, sai pienimmän Akaiken informaatiokriteerin arvon, joten kyseessä oli täysin sattumanvaraisuudesta johtuva tulos (taulukko 13). Lisäksi pellonreunan ja vesistön vaikutus eivät kumpikaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Kaikissa malleissa koealue oli määritelty satunnaisuuttujaksi.

Analyysin perusteella etäisyydet pellon reunaan ja vesistöön eivät selittäneet supikoiran pesäpredaatiota, kun saalistusympäristöä tarkasteltiin koko supikoiran pesäaineiston pohjalta. Pesän avoimuus ja koevuosi selittävinä tekijöinä myös huononsivat selitystasetta.

Taulukko 13. Taulukossa on esitettyä eri malleista muuttujien määrät sekä Akaiken informaatiokriteerin ja delta-AIC arvot.

	<b>Malli</b>	<b>K</b>	<b>AIC</b>	<b><math>\Delta</math>AIC</b>
1	kontrolli	2	119,84	0,00
2	pellonreuna	4	120,02	0,18
3	pellonreuna + vesistö	5	120,94	1,10
4	vesistö	3	121,83	1,99

### 3.4 Supikoirien hajupostikäynti-indeksi

Hajupostikäyntien perusteella laskettiin indeksiarvoja supikoirille vuositasolla. Vuonna 2015 kävi keskimäärin 1,76 supikoira yhdellä hajupostilla viiden päivän aikana. Vastavat luvut vuosille 2016 ja 2017 ovat 1,15 ja 1,28. Koko tutkimusaikana (2015–2017) yhdellä hajupostilla kävi keskimäärin 1,4 supikoira viiden päivän aikana (taulukko 14).

Taulukko 14. Hajupostien lukumäärän ja hajuposteilla havaittujen supikoirien lukumäärän perusteella laskettuja indeksiarvoja.

	<b>Hajupostien lukumäärä</b>	<b>Havaittujen supikoirien lukumäärä</b>	<b>Indeksiarvo</b>
Vuosi 2015	22	38	1,763
Vuosi 2016	23	29	1,154
Vuosi 2017	32	41	1,281
Vuosi 2015–2017	77	108	1,399

Edellä mainitut luvut ovat indeksiarvoja, joten niistä ei voida suoraan johtaa supikoira-kannan tiheysarvioita. Supikoirien hajupostikäyntien lukumäärässä oli havaittavissa alueellista vaihtelua. Yhdellä koealueista supikoirat eivät käyneet kertaakaan hajuposteilla.

Tällä alueella supikoirat eivät myöskään tuhonneet yhtään koepesää. Vastaavasti oli alueita, joilla supikoiria havaittiin hajuposteilla keskimääräistä enemmän ja myös koepesiä tuhoutui enemmän.

### 3.4.1 Hajupostikäynti-indeksin ja tuhoutuneiden pesien korrelaatio

Hajupostikäyntien ja tuhoutuneiden pesien riippuvuutta tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimella. Riippuvuutta tarkasteltiin erikseen supikoiran ensisijaisesti tuhoamiin pesiin sekä sellaisiin pesiin, joissa supikoira oli käynyt myös toissijaisena predaattorina.

Vuonna 2016 supikoirien ensisijaisesti tuhoamien pesien määrällä ja hajuposteilla käyneiden supikoirien lukumäärällä oli vahva positiivinen korrelaatio, joka oli tilastollisesti merkitsevä (taulukko 15). Vuosina 2015 ja 2017 havaitut korrelaatiot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Koko tutkimusaikana hajuposteilla käyneiden supikoirien määrällä ja supikoirien ensisijaisesti tuhoamien pesien välillä oli positiivinen korrelaatio, joka oli tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 15. Supikoiran ensisijaisesti tuhoamien pesien ja havaittujen hajupostikäynti-indeksiarvojen välinen korrelaatio.

	<b>n</b>	<b>Pearsonin korrelaatiokerroin</b>	<b>p-arvo</b>
Hajupostit 2015 – koepesät 2015	6	0,577	0,115
Hajupostit 2016 – koepesät 2016	7	0,730	0,031
Hajupostit 2017 – koepesät 2017	8	-0,391	0,169
Hajupostit kaikki – koepesät kaikki	21	0,450	0,020

Supikoirien myös toissijaisena tuhoamien pesien ja hajupostikäyntien määrien välillä oli positiivinen korrelaatio, joka oli tilastollisesti merkitsevä (taulukko 16). Vuosina 2015 ja 2016 hajupostikäyntien ja tuhouttujen pesien välillä oli vahva positiivinen korrelaatio. Korrelaatiot olivat tilastollisesti merkitseviä. Vuonna 2017 tuhouttujen pesien ja hajupostikäyntien välinen korrelaatio ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

Taulukko 16. Supikoiran ensisijaisesti sekä toissijaisesti tuhoamien pesien ja havaittujen hajupostikäynti-indeksiarvojen välinen korrelaatio.

	<b>n</b>	<b>Pearsonin korrelaatiokerroin</b>	<b>p-arvo</b>
Hajupostit 2015 – koepest 2015	6	0,893	0,008
Hajupostit 2016 – koepest 2016	7	0,758	0,024
Hajupostit 2017 – koepest 2017	8	0,374	0,181
Hajupostit kaikki – koepest kaikki	21	0,631	0,001

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Pesäpredaation vuotuinen vaihtelu

Vuosien välillä oli havaittavissa tilastollisesti merkitsevää eroa tuhottujen pesien määrässä. Ensimmäisenä tutkimusvuotena (2015) pesistä tuhoutui prosentuaalisesti eniten. Seuraavana vuonna (2016) pesiä tuhoutui prosentuaalisesti hieman vähemmän. Viimeisenä tutkimusvuotena (2017) pesiä ryöstettiin suhteellisesti huomattavasti vähemmän. Vuosina 2015 ja 2016 noin kaksi viidesosaa pesistä ryöstettiin ja vuonna 2017 noin joka neljäs pesistä tuhoutui. Kaikkiaan koko tutkimusaikana joka kolmas koepesä tuli ryöstetyksi.

Myös aiemmissa keinopesillä toteutetuissa pesäpredaatiotutkimuksissa ryöstöasteet ovat vaihdelleet suuresti. Röngän ym. (2006) Pohjanlahden rannikolla toteuttamassa tutkimuksessa noin 46 % keinopesistä tuhoutui. Vander Haegenin ym. (2002) Yhdysvalloissa tekemässä tutkimuksessa havaittiin 26 % keinopesistä ryöstetyn. Vastaavasti Pohjois-Ruotsin saaristossa toteutetussa tutkimuksessa 89 % koepestä tuhottiin (Dahl & Åhlen 2016). Andrénin (1992) Etelä-Ruotsissa tekemässä tutkimuksessa pesistä ryöstettiin keskimäärin 88 %. Angelstamin (1986) myös Etelä-Ruotsissa toteuttamassa tutkimuksessa noin 45 % keinopesistä tuli ryöstetyksi. Keski-Ruotsissa tehdyssä keinopesätutkimuksessa havaittiin noin 70 % predaatioaste (Carpio ym. 2016). Saksassa tehdyssä tutkimuksessa 64 % pesistä tuli ryöstetyksi (Storch ym. 2005). Poncen ym. (2018) Espanjassa tekemässä tutkimuksessa 66 % pesistä tuhottiin. Vastaavasti Suomessa toteutetussa tutkimuksessa 44 % koepestä ryöstettiin (Miettinen 2018).

Tässä tutkimuksessa koepestä ryöstivät supikoira, varis, harakka, naakka, mäyrä ja metsäkauris. Röngän ym. (2006) ranta-alueella lähellä merta toteuttamassa tutkimuksessa kalalokit *Larus canus* tuhosivat suuren osan pesistä. Muita havaittuja predaattoreita olivat karikukko *Arenaria interpres* ja supikoira. Vander Haegen ym. (2002) tutkivat pesien saalistusta peltojen rikkomassa pensasaroympäristössä; havaittuja predaattoreita olivat korppi *Corvus corax*, amerikanharakka *Pica hudsonia*, pikkumaaorava *Tamias minimus* ja hiiri. Angelstam (1986) raportoi pienten peltolaikkujen rikkomassa havumetsäympäristössä pesiä ryöstäneen närhen *Garrulus glandarius*, korpin, variksen, mäyrän, ketun ja näädän *Martes martes*. Carpio ym. (2016) selvittivät lintujen pesiin kohdistuvaa saalistusta Keski-Ruotsin vaihtelevassa ympäristössä. Tutkimuksessa pesiä ryöstivät kettu,

mäyrä, villisika sekä varis- ja lokkilinnut. Storch ym. (2005) mainitsevat tutkimuksessaan peltojen ja metsien rikkomassa ympäristössä potentiaalisiksi pesärosvoiksi ketun, mäyrän, näädän, nokivariksen *Corvus corone cornix* ja närhen. Opermanis ym. (2000) raportoivat tunnistettavia pesärosvoja olleen variksen, korpin, minkin *Neovison vison*, rusko-suohaukan *Circus aeruginosus* ja supikoiran. He toteuttivat tutkimuksen latvialaisella rehevällä kosteikkoalueella. Holopainen ym. (2017) tutkivat vastaavasti pesien saalistusta sekä vesistöjen rannoilla että metsäympäristössä ja havaitsivat predaattoreina supikoiran, näädän, minkin, variksen, harakan, korpin ja närhen.

Tulosten perusteella pesiä tuhonneiden lajien osuudet vaihtelivat suuresti vuosien välillä. Metsäkauriin vaikutus pesien tuhoutumiseen nousi esille ainoastaan vuonna 2015, vaikka kauriita nähtiin runsaasti kulkemassa pesien ohi myös muina vuosina. Amerikasta on raportoitu myös valkohäntäpeurojen *Odocoileus virginianus* syöneen lintujen munia (Pietz & Granfors 2000a). Vuonna 2016 vastaavasti yhden pesän kohtaloksi muodostui naakan saalistus. Muina vuosina naakat eivät pesiä tuhonneet. Mäyrät tuhosivat pesiä sekä vuonna 2015 että vuonna 2017. Vuonna 2016 mäyrät eivät tuhonneet yhtään pesää, vaikka niitä nähtiin kulkemassa pesien ohi.

Myös harakan osalta saalistus vaihteli vuosittain. Vuosina 2015 ja 2016 harakat tuhosivat huomattavasti pesiä, mutta vuonna 2017 ne eivät ryöstäneet yhtään pesää. Keskimäärin harakat ryöstivät joka viidennen pesän tuhotuista pesistä. Andrénin (1992) tutkimuksessa raportoitiin harakan ja naakan tuhonneen pesistä noin 30 %.

Varikset tuhosivat tutkimuksen koepesistä suurimman osuuden. Ne myös ryöstivät pesiä jokaisena tutkimusvuotena. Vuonna 2017 varisten tuhoamien pesien osuus oli huomattavan suuri, sillä niiden ryöstöosuus tuhotuista pesistä oli peräti 73 %. Koko tutkimusaikana varikset tuhosivat noin 40 % ryöstetyistä pesistä. Andrénin (1992) tutkimuksessa varikset ryöstivät 24 % tuhotuista pesistä. Buler ja Hamilton (2000) raportoivat varisten tuhonneen 61 % ryöstetyistä pesistä. Useissa tutkimuksissa varislintujen, erityisesti variksen, vaikutus nouseekin esille voimakkaasti (mm. Väänänen 2000, Holopainen ym. 2017).

Myös supikoirat ryöstivät joka vuosi pesiä, joskin niiden merkitys vaihteli vuosittain. Vuosina 2015 ja 2017 supikoiran saalistus oli vähäisempää, mutta vuonna 2016 ne ryöstivät lähes 40 % tuhotuista pesistä. Keskimäärin supikoirat ryöstivät hieman yli viidenneksen tuhotuista pesistä.

Yhteistä kaikilla tuhotuilla koepesillä oli, että pedon sattuessa pesälle, tuho oli aina täydellinen. Pedot ryöstivät aina kaikki munat. Myös muissa tutkimuksissa on saatu samansuuntaisia havaintoja (mm. Angelstam 1986, Storch ym. 2005).

## **4.2 Supikoiran merkitys pesäpredaattorina**

Supikoiran pesäpredaatiossa oli havaittavissa vuotuista vaihtelua. Vuosina 2015 ja 2017 supikoiran linnunpesien saalistus oli vähäisempää verrattuna vuoteen 2016, jolloin lähes 40 % tuhotuista pesistä oli supikoiran ryöstämiä. Koko tutkimusaikana supikoirien ryöstämien pesien määrä oli tilastollisesti merkitsevä. Tuhoutuneista pesistä noin joka viides oli supikoiran ryöstämä.

Supikoiria havaittiin potentiaalisista pesärosvoista runsaimmin koepesillä. Jokaisena tutkimusvuotena supikoiria nähtiin koepesillä prosentuaalisesti samassa suhteessa. Vuosi 2017 erosi kuitenkin aiemmista tutkimusvuosista käyntien jakautumisen suhteen. Supikoiria havaittiin pesillä, mutta ne eivät ryöstäneet niitä. Monella koepesillä supikoirat kulkivat aivan pesän vierestä, mutta siitä huolimatta ne eivät huomioineet pesää millään tavalla. Tämä voi mahdollisesti johtua siitä, etteivät ne vain yksinkertaisesti nähneet tai haistaneet pesää.

Pesien vaihteleva saalistus voi osaltaan selittyä myös vaihtoehtoissaalis-hypoteesilla. Ravintotutkimuksissa on todettu, että supikoira käyttää muun muassa pieniä jyräjyitä runsaasti ravinnokseen. Vaihtoehtoissaalis-hypoteesin mukaan pääasiallisen ravintokohteen saatavuuden romahtaessa saalistaja vaihtaa käyttämään muuta helpommin saatavilla olevaa ravintoa. Suomessa tiedetään myyräkantojen vaihtelevan sykleissä (Savola ym. 2013). Myyräkantojen ollessa huipussaan myyriä on runsaasti tarjolla saalistajille. Myyrät ovat monen eläimen ravintoa ja todennäköisesti huippuvuosina myös supikoira käyttää pääasiallisesti niitä ravintonaan. Myyräkannan romahtaessa on mahdollista, että supi-

koirat vaihtavat vaihtoehtoissaalis -hypoteesin mukaan helpommin saatavilla olevaan ravintoon, kuten keväällä ja alkukesästä yleisesti löydettäviin linnunmuniin. Myös muissa pesäpredaatiotutkimuksissa on nostettu esille vaihtoehtoissaalis -hypoteesin merkitys selitettäessä predaatioasteen vuotuista vaihtelua (Ibáñez-Álamo ym. 2015, Husby & Hoset 2018).

Supikoirakanta on pienimmillään keväällä ennen uuden sukupolven syntymistä. Pentujen synnyttyä kanta moninkertaistuu. Supikoiralle on tyypillistä suuri lisääntymiskapasiteetti. Pennut lähtevät liikkeelle juhannuksen aikoihin Etelä-Suomessa ja tämä oli havaittavissa myös koepesillä. Myöhäisimmät koepesät olivat hieman heinäkuun puolelle maastossa ja näillä pesillä havaittiin juhannukselta alkaen pentueiden liikkeelle lähteminen. Useampi koepesä joutui pentueen tuhoamaksi.

Pesäpoikasvaiheessa, kun pennut eivät ole vielä lähteneet pesältä liikkeelle, myös pentuja hoitavien vanhempien liikkuminen on vähäisempää. Pentujen kasvaessa myös ravinnon tarve kasvaa, jolloin vanhemmat joutuvat käyttämään enemmän aikaa ravinnonhakuun. Juhannuksen aikoihin pennut ovat kasvaneet sen verran isoiksi, että ne lähtevät vanhempiensa johdattelemana ravinnon etsintään.

On mahdollista, että linnunpesillä on suurempi mahdollisuus selviytyä toukokuussa ja kesäkuun alussa. Myöhemmin pesivät lintulajit ja uusintapesinnät ovat todennäköisesti suuremmassa vaarassa tulla supikoiran ryöstämiksi. Tosin tutkimustulosten perusteella oli myös havaittavissa, että supikoirat ryöstivät munat todennäköisemmin heti ”muninnan” alkuvaiheessa eli mitä kauemmin pesä oli maastossa, sitä pienemmäksi sen tuhoutumistodennäköisyys kävi.

Varislinnuille on ominaista ryöstää pesiä myös parhaaseen lintujen pesintäaikaan touko-kesäkuussa, sillä varislinnut ovat yleensä aikaisia pesijöitä ja ne etsivät ravintoa poikasilleen juuri muiden lintujen aktiivisimpaan pesintäaikaan.

Osaltaan supikoiran merkitykseen pesäpredaattorina voi vaikuttaa niiden voimakas runsastuminen viime vuosikymmeninä. Supikoiran elintapoja käsitteleviä tutkimuksia tehtiin useita Suomessa 2000-luvun vaihteessa (mm. Kauhala 1996, Kauhala & Auniola 2001, Kauhala ym. 2006). Vajaassa parissa kymmenessä vuodessa kuitenkin supikoirien määrät

ovat kasvaneet huomattavasti. Suuremmilla supikoiratiheyksillä voi olla aivan erilainen vaikutus saaliseläinkantoihin.

### **4.3 Supikoiran saalistusympäristö**

Tutkimuksessa selvitettiin minkälaisessa ympäristössä supikoira tuhoaa linnunpesiä. Tutkimusympäristönä oli tavanomainen maatalousmaisema, jossa saalistusta tarkasteltiin suhteessa pellon ja metsän reunaan sekä veteen.

Tutkimustulosten perusteella supikoira saalistaa monipuolisesti maatalousmaisemassa. Ne tuhosivat pesiä niin pellolla kuin metsässäkin. Tutkimustulosten perusteella saalistus kohdistuisi keskimäärin runsaimmin noin 50 metriä pellon puolelle metsän ja pellon reunasta mitattuna. Aivan metsän ja pellon reunassa vaikuttaisi olevan alue, jossa supikoira ei linnunpesiä tuhoa.

Supikoiran hieman runsaampi saalistus pellon puolella voi osaltaan selittyä sen saalistuskäyttäytymisellä. On mahdollista, että supikoirat ovat olleet etsimässä myyriä, minkä vuoksi pesiä on myös tuhoutunut runsaammin pellon puolella. Toisaalta hajupostien perusteella supikoirat liikkuvat myös aivan pellon ja metsän reunassa. Supikoirat voivat käyttää reunoja mahdollisesti pelkästään kulkureitteinä eikä niinkään saalistusympäristöinä.

Monissa tutkimuksissa on nostettu esille niin sanotun reunavaikutuksen (edge-effect) merkitys tutkittaessa esimerkiksi lintujen pesien saalistusta (mm. Marini ym. 1995, Storch ym. 2005, Šálek ym. 2010). Reunavaikutuksella tarkoitetaan kahden habitaatin välistä raja-aluetta, jossa laji- ja yksilömäärät ovat runsaampia kuin kummankaan habitaatin sisällä. Reunavaikutuksen uskotaan myös vaikuttavan lisäävästi saalistajien määrään, jonka myötä esimerkiksi linnun pesien saalistus olisi voimakkaampaa reunavyöhykkeellä. Osa tutkimuksista tukee tätä hypoteesia (Flaspohler ym. 2001, Storch ym. 2005). Vastaavasti on tutkimuksia, joissa ei ole havaittu pesäpredaation olevan suurempaa reuna-alueella (Marini ym. 1995, Lahti 2001). Tämän tutkimuksen tulosten perusteella pesäpredaatio ei olisi suurempaa lähellä reuna-aluetta.

Pesien tuhoutumista tarkasteltiin myös suhteessa etäisyyteen vesistöstä. Tulosten perusteella aivan veden lähellä olleet pesät säästyivät paremmin supikoiran saalistukselta. Supikoirat ryöstivät pesiä, jotka olivat 50 metrin päässä tai kauempana vesistöstä.

Koealueiksi valikoituneet alueet eivät välttämättä tuoneet parhaalla tavalla esille isojen vesistöjen vaikutusta, joiden ranta-alueilla supikoiratiheydet voivat olla huomattavia. Koealueet olivat pääasiassa peltometsä –aluetta; pieniä jokia ja valtaojia lukuun ottamatta. Valtaojasta isommat laskettiin kuuluvaksi vesistöihin.

#### **4.4 Supikoiran tuhoamien pesien ja hajupostikäyntien välinen yhteys**

Koko tutkimusaikana (2015–2017) supikoirien tuhoamien pesien ja hajupostikäyntien välillä havaittiin kohtalainen positiivinen korrelaatio. Pesien ja hajupostien välisestä yhteydestä voidaan päätellä, että todennäköisesti alueilla, joilla on enemmän supikoiria, myös pesiä joutuu runsaammin supikoirien suihin.

Hajupostien perusteella oli havaittavissa, että supikoirat kulkevat maaseutuymäristössä sekä metsässä että pellolla; käytännössä ne siis hyödyntävät monipuolisesti tavanomaista rikkonaista peltometsä -maisemaa. Supikoiria havaittiin myös pellon ja metsän välisellä reuna-alueella, vaikka ne eivät siellä yhtään koepeesä tuhonneet.

#### **4.5 Tulosten virhelähteet**

##### **4.5.1 Tutkimusasetelma**

Termin ”metsä” määrittelemistä voidaan pitää tutkimusasetelman yhtenä haasteena. Onko vähintään 300 metriä halkaisijaltaan oleva alue riittävän suuri edustamaan metsää käsitteenä niin, ettei reunavyöhykkeen vaikutus enää näy siellä? Käytännössä kuitenkin alueet, mihin metsäpesät sijoitettiin, olivat osa paljon suurempaa metsäkokonaisuutta. Pieniä peltojen keskellä olevia saarekkeita, joissa kasvoi puita, ei luettu kuuluvaksi metsäympäristöön. Tavanomaiselle eteläsuomalaiselle maatalousympäristölle on tyypillistä, että alueet ovat rikkonaisia ja yhtenäisiä suurempia metsäalueita on harvemmassa. Puuston iällä ei ollut merkitystä metsän määrittelyssä.

Peltojen kanssa samaa tulkitsemishaastetta ei ollut. Pesät, jotka tulivat pellon puoleiseen ääripäähän, olivat riittävän kaukana metsän ja pellon reunasta, jotta niiden voidaan katsoa edustavan hyvin peltoympäristöä. Joissakin tapauksissa haasteena olikin löytää tarpeeksi suuria peltoaukeita, jotta kauimmainen pesä saatiin riittävän kauaksi metsän reunasta. Pesä, joka tuli 250 metriä pellon puolelle, edellytti vähintään 500 metriä halkaisijaltaan olevaa peltoaukeata. Peltoympäristön määrittelyn haasteena oli lähinnä hakamaiden luokittelu. Avoimet hakamaat voitiin tulkita kuuluvaksi peltomaahan ja puustoisemmat hakamaat määriteltiin tapauskohtaisesti.

Nykyisellä tutkimusasetelmalla ja koepesämäärällä pesät eivät ole jakaantuneet aivan tasaisesti tutkittavalle pellon ja metsän väliselle vyöhykkeelle. Suuremmalla havaintoaineistolla pesät voivat jakaantua tasaisemmin. Pesien paikat on satunnaistettu, joten niiden sijainnit ovat sattumasta kiinni. Aineiston analysoinnissa pesien epätasaisesta jakaantumisesta ei varsinaisesti ole haittaa, sillä analyysit osaavat ottaa huomioon pesien jakaantumisen ja laskevat sen mukaan todennäköisyyksiä.

Veden vaikutuksen tutkimiseen nykyinen tutkimusasetelma ei sovellu hyvin. Asetelma käytännössä estää pesien sijoittamisen suurempien vesistöjen rannoille, joiden läheisyydessä erityisesti supikoiratiheydet voivat kasvaa huomattaviksi. Pienet vesistöt, kuten purot ja valtaojat, eivät välttämättä tuo niin hyvin esille vesistöjen todellista vaikutusta. Ne eivät ole esimerkiksi supikoiran näkökulmasta yhtä hyviä ympäristöjä kuin isojen vesistöjen ranta-alueet.

#### **4.5.2 Keinopesäkokeet**

Keinopesäkoetilanne ei vastaa täysin luonnollista pesintätilannetta (mm. Donalty & Henke 2001, Faaborg 2004, Moore & Robinson 2004). Keinopesää tehdessä pyritään mahdollisimman luonnolliseen vaikutelmaan, mutta ylimääräisten ihmisestä johtuvien hajujen mahdollisuutta ei pystytä täysin sulkemaan pois, vaikka käytettäisiin suojavälineitä, kuten kumikäsineitä ja hengityssuojaimia.

Keinopesäkokeessa myös emolinnun vaikutuksen puuttuminen lisää virhemarginaalin riskiä verrattuna luonnolliseen pesintään. Emolintu on suurimman ajan pesinnästä hautomassa munia. Maassa pesiville linnuille on tyypillistä, että naaras omaa hyvän suojavärin,

jolloin sitä on vaikea huomata, kun se on liikkumatta pesällä. Keinopesät altistuvat todennäköisesti helpommin ilmasta saalistavien petojen ryöstelylle, sillä munat ovat helpommin havaittavissa ylhäältä päin. Lisäksi keskikokoiset maassa pesivät linnut, kuten fasaani, pystyvät yleensä puolustamaan pesäänsä aina variksen kokoluokkaa olevia lentäviä pesärosvoja vastaan (Jahren 2017). Maapetojen kuten ketun ja supikoiran saalistukselle ne eivät mahda mitään.

Emolinnun puuttuminen keinopesäkokeessa voi vaikuttaa myös maapetojen saalistukseen. Varsinkin kana- ja sorsalinnuille on tyypillistä, että emolintu esittää siipirikkoa pedon sattuessa pesälle. Näin tehdessään se pyrkii saamaan pedon kiinnostumaan itsestään ja jättämään pesän rauhaan. Emolinnut poistuvat haudontavaiheessa myös lyhyeksi aikaa pesältä kerran vuorokaudessa, jolloin pesän ympäristöön syntyy hajujälkiä, jotka voivat houkutella petoja paikalle ja johdattaa ne pesälle.

Toisaalta tämä tutkimus kuvastaa ennemminkin munintavaiheessa pesiin kohdistuvaa predaatiota kuin haudontavaiheessa. Munintavaiheessa emo ei istu jatkuvasti pesällä vaan käy kerran päivässä munimassa munan pesään. Emo aloittaa haudonnan vasta, kun se on saanut kaikki munat munittua.

Keinopesäkokeessa emolinnun hajujälkien puuttuminen voi vaikuttaa erityisesti ketun ja näädän tyyliin saalistajiin. Supikoirille on tavanomaisempaa syödä mitä eteen sattuu.

Keinopesätutkimuksissa on ollut havaittavissa, että arkoina ja varovaisina pidettyjä lajeja, kuten kettuja ja näätiä, ei juurikaan havaita tuhoamassa pesiä (Pietz & Granfors 2000b, Richardson ym. 2009). Tämä voi johtua ylimääräisistä hajuista keinopesillä tai jostain muusta tavanomaisesta poikkeavasta, mikä herättää niiden epäilyksen. Esimerkiksi keinopesää kuvaava riistakamera voi vaikuttaa asiaan. Toisaalta kettuja ja näätiä havaittiin hajuposteilla, missä myös olivat riistakamerat kuvaamassa. Kettujen ja näätien tiedetään kuitenkin hyödyntävän linnunmunia ravintonaan, joten keinopesäkokeet eivät anna näiden lajien osalta selvää kuvaa niiden vaikutuksesta linnunpesien tuhoamiseen.

Etenkin varislintujen kohdalla pidetään mahdollisena, että ne oppivat tunnistamaan tavallisuudesta poikkeavia asioita ja kiinnittämään erityistä huomiota niihin (Picozzi 1975, Buler & Hamilton 2000, Thompson & Burhans 2004). Riistakamerat voivat esimerkiksi

olla tällaisia asioita, jolloin on mahdollista, että varislinnut oppisivat löytämään niiden avulla keinopesät helpommin.

Pärt ja Wretenberg (2002) selvittivät tutkimuksessaan ovatko keinopesillä tehtyjen pesä-predaatiokokeiden tulokset verrattavissa aidoilla pesillä tehtyihin tutkimuksiin. Tutkimuksessa osoittautui, että keinopesistä ryöstettiin 42 % ja aidoista pesistä 19 %. Tulosten perusteella joissakin tapauksissa keinopesäkokeet voivat antaa samanlaisia tuloksia kuin aidoilla pesillä tehdyt kokeet, mutta keinopesäkokeiden tuloksiin tulisi kuitenkin suhtautua kriittisesti.

Vertailtaessa keinopesäkokeiden ja aidoilla pesillä tehtyjen kokeiden tuloksia keinopesillä on yleensä havaittu korkeampia predaatioasteita (Buler & Hamilton 2000, Zanette 2002, Burke ym. 2004). Toisaalta osassa tutkimuksista aidoilla pesillä on todettu korkeampia predaatioasteita (Storaas 1988, Major & Kendal 1996, Davison & Bollinger 2000). Keinopesäkokeet antavat joka tapauksessa viitteitä pesiin kohdistuvan saalistuksen voimakkuudesta.

### **4.5.3 Hajupostit**

Hajupostien ongelmaksi voi muodostua sääolot. Kova vesisade voi huonontaa hajusteiden vaikutusta, jolloin se houkuttelee eläimiä paikalle heikommin. Kuivaan aikaan hajusteiden teho säilyy paremmin. Hajuposteilla ei myöskään pystytä laskemaan varislinnuille käyntitaajuuksia, sillä hajuste ei houkuttele lintuja, vaan pelkäänsä nisäkkäitä.

Hajupostikäynti-indeksistä tulee huomioida, että kyseessä on indeksiarvo, joka ei kerro supikoirayksilöiden tarkkaa määrää. Siitä ei siis voida suoraan johtaa päätelmiä supikoiratiheyksistä. Indeksiarvo kuvastaa pikemminkin eläinten aktiivisuutta kuin tarkkaa lukumäärää.

### **4.5.4 Aineisto**

Keinopesäkoelaineiston heikkoutena voidaan pitää vähäistä supikoirahavaintojen määrää tuhotuissa pesissä vuosina 2015 ja 2017. Keinopesien määrä oli kokonaisuudessaan riittävä ja edustava. Aineisto kuvaa pesien kohtaloa kahdeksan ensimmäisen päivän aikana

eli käytännössä munintaan kuluva aika, eikä siis edusta kaikkiaan pesintään kuluva  
aikaa.

Draycott ym. (2008) huomauttavat tutkimuksessaan, että pesäpredaatiokokeissa tulisi las-  
kea todellinen predaatioaste koko pesintäaika huomioiden. Monissa tutkimuksissa pre-  
daatioaste lasketaan lyhyellä koeajalla, joka ei vastaa kestoaltaan täysimittaista pesintää.  
Sekä muninta- että haudonta-aika huomioimalla saadaan todellisempi kuva tuhoutuvien  
pesien määrästä pesintävaiheessa.

## 5 Johtopäätökset

Kaikkiaan tutkimuksessa ryöstettiin koepesistä kolmasosa, joista supikoira tuhosi reilun viidenneksen. Niin kokonaispredaatio kuin supikoiran predaation osuus oli tilastollisesti merkitsevää. Kokonaisuutta tarkasteltaessa osoittautui, että koepesillä on suurempi todennäköisyys tuhoutua parina ensimmäisenä päivänä, jonka jälkeen todennäköisyys pesän tuhoutumiselle pienenee.

Supikoiran merkitys pesien tuhoajana vaihteli vuosittain. Tulosten perusteella predaatio voi olla joinain vuosina merkittävää, kun taas jonakin vuonna supikoira ei juurikaan vaikuta tuhoutuneiden pesien määrään. Koko tutkimusjaksolla supikoiran predaatio vaikutti tilastollisesti merkitsevästi pesien tuhoutumiseen. Voidaan siis todeta, että supikoira on merkittävä pesäpredaattori, joskin sen linnunpesien saalistus voi vaihdella vuosittain.

Koepesiä ryöstettiin eteläsuomalaisessa maatalousmaisemassa sekä metsä- että peltoympäristössä. Suurinta tuhoutumistodennäköisyys oli peltopesillä. Vähäisintä predaatio vaikutti olevan pellon ja metsän välisellä reuna-alueella, mikä on vastoin reunavaikutus - hypoteesin olettamusta. Tämän tutkimuksen tulokset eivät tue siis käsitystä, että predaatio olisi suurempaa reuna-alueella. Supikoiran saalistuksen suhteen vastoin olettamusta etäisyys pellon reunaan ei ollut predaatiota selittävä tekijä. Myöskään etäisyys vesistöön ei ollut tilastollisesti merkitsevä selittävä tekijä. Toisaalta tutkimusasetelma ei tuonut parhaalla tavalla esille vesistöjen todellista vaikutusta supikoiran saalistuskäyttäytymiseen. Tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että supikoira käyttää maatalousympäristöä monipuolisesti ravinnon etsinnässä.

Tutkimuksen tulokset tukevat käsitystä supikoirasta kaikkiruokaisena generalistipetona. Supikoiralle on ominaista hyödyntää monenlaisia ravintolähteitä ja vaihdella tilanteen mukaan niiden käyttöä. Saatavilla olevan ravinnon määrä näyttää vaikuttavan supikoiran linnunpesien saalistukseen. Vuosina, jolloin muuta ravintoa on vähemmän tarjolla, supikoiran saalistus voi kohdistua aktiivisemmin linnunpesiin. Generalistipedoille on ominaista olla mukautuvia ympäristön suhteen ja kyetä hyödyntämään monenlaisia elinympäristöjä. Tutkimuksen tulosten perusteella supikoira toimii generalistisesti ja hyödyntää monipuolisesti tyypillistä eteläsuomalaista maatalousympäristöä ravinnonetsintään.

Tulee kuitenkin muistaa, että keinopesäkkeet eivät välttämättä anna todellista kuvaa luontaisiin pesiin kohdistuvasta predaatiosta. Keinopesillä toteutetut tutkimukset antavat kuitenkin viitteitä pesiin kohdistuvan saalistuksen voimakkuudesta erityisesti lintujen muninta-aikana, jolloin hautova emo ei ole naamioimassa munapesää.

## **5.1 Jatkotutkimustarpeet**

Jotta ymmärtäisimme vielä paremmin, minkälaisia vaikutuksia supikoira vieraslajina aiheuttaa luonnollemme, tulisi pesäpredaatiota tutkia myös aidoilla linnunpesillä, sillä keinopesillä saatujen tulosten perusteella supikoirat todistetusti käyttävät linnunmunia ravintonaan. Aidoilla pesillä toteutettu tutkimus ei välttämättä mahdollista niin monipuolista tutkimusasetelmaa, mutta antaisi kuitenkin varmemman kuvan supikoiran vaikutuksesta lintujen pesien tuhoajana.

Lisäksi olisi hyvä selvittää, kuinka paljon munien rikkoutuminen pesässä vaikuttaa pesän tuhoutumistodennäköisyyteen. Rikkoutunut muna pesässä helpottaa nisäkäspetojen mahdollisuutta löytää pesä. Emolintu saattaa puolustustilanteessa vahingoittaa hautomiaan munia, jolloin rikkoutuneesta munasta voi levitä ylimääräistä hajua, joka mahdollistaa nisäkäspetojen pesän helpomman löytämisen. Edellä kuvatun kaltaisen selvitystyön tutkimiseen tulisi käyttää keinopesiä, sillä muuten asian kokeellinen tutkiminen on hankalaa.

## 6 Kiitokset

Taival pro gradun kanssa on ollut haasteellinen, mutta samalla myös varsin antoisa ja opettavainen kokemus. Haluan kiittää ohjaajiani yliopiston lehtori Veli-Matti Väänästä ja tutkijatohtori Sari Holopaista erinomaisesta ohjauksesta, asiantuntevista kommentteista ja pikaisesta avusta aina sitä tarvitessani. Kiitos kuuluu myös tohtorikoulutettavalle Heidi Krügerille, jolta sain käyttööni pesäpredaatiokokeiden aineiston vuosilta 2015–2016. Lisäksi haluan kiittää kaikkia niitä maanomistajia, joiden mailla saimme tutkimusta tehdä. Viimeisimpänä, mutta ei vähäisimpänä, haluan osoittaa erityyisiä kiitokset kotiväelleni tinkimättömästä avusta ja tuesta gradun työstämisen kanssa.

## 7 Lähteet

- Andresen, C. H. 2015. The effect of human disturbance on nest predation rate of ground-nesting birds. Master thesis. Telemark University College.
- Andrén, H. 1992. Corvid Density and Nest Predation in Relation to Forest Fragmentation: A Landscape Perspective. *Ecology* 73: 794–804.
- Angelstam, P. 1986. Predation on Ground-Nesting Birds' Nests in Relation to Predator Densities and Habitat Edge. *Oikos* 47: 365–373.
- Baltrūnaitė, L. 2002. Diet Composition of the Red Fox (*Vulpes Vulpes* L.), Pine Marten (*Martes Martes* L.) and Raccoon Dog (*Nyctereutes Procyonoides* Gray) in Clay Plain Landscape, Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica* 12: 362–368.
- Bridges, A. S. & Noss, A. J. 2011. Behavior and Activity Patterns. Julkaisussa: O'Connell, A. F., Nichols, J. D. & Karanth, K. U. (toim.). *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer. s. 57–70.
- Buler, J. J. & Hamilton, R. B. 2000. Predation of Natural and Artificial Nests in a Southern Pine Forest. *The Auk* 117: 739–747.
- Burke, D. M., Elliott, K., Moore, L., Dunford, W., Nol, E., Phillips, J., Holmes, S. & Freemark, K. 2004. Patterns of Nest Predation on Artificial and Natural Nests in Forests. *Conservation Biology* 18: 381–388.
- Carpio, A. J., Hillström, L. & Tortosa, F. S. 2016. Effects of wild boar predation on nests of wading birds in various Swedish habitats. *European Journal of Wildlife Research* 62: 423–430.
- Cox, W. A., Pruett, M. S., Benson, T. J., Chiavacci, S. J. & Thompson, F. R. 2012. Development of Camera Technology for Monitoring Nests. Julkaisussa: Ribic, C. A., Thompson, F. R. & Pietz, P. J. (toim.). *Video surveillance of nesting birds. Studies in Avian Biology*. University of California Press, Berkeley, CA. s. 185–210.
- Dahl, F. & Åhlen, P. A. 2016. Egg predation by raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in the archipelago of northern Sweden. *Transdisciplinary Wildlife Management: The XVI Nordic Congress of Wildlife Research. Natural resources and bioeconomy studies* 21/2016: 25.
- Davison, W. B. & Bollinger, E. 2000. Predation rates on real and artificial nests of grassland birds. *The Auk* 117: 147–153.
- Donalby, S. M. & Henke, S. E. 2001. Can Researchers Conceal Their Scent from Predators in Artificial Nest Studies? *Wildlife Society Bulletin* 29: 814–820.
- Draycott, R. A. H., Hoodless, A. N., Woodburn, M. I. A. & Sage, R. B. 2008. Nest predation of Common Pheasants *Phasianus colchicus*. *Ibis* 150: 37–44.

- Drygala, F., Stier, N., Zoller, H., Bögelsack, K., Mix, H. M. & Roth, M. 2008a. Habitat use of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in north-eastern Germany. *Mammalian Biology* 73: 371–378.
- Drygala, F., Stier, N., Zoller, H., Mix, H. M., Bögelsack, K. & Roth, M. 2008b. Spatial organisation and intra-specific relationship of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in Central Europe. *Wildlife Biology* 14: 457–466.
- Drygala, F., Zoller, H., Stier, N. & Roth, M. 2010. Dispersal of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* into a newly invaded area in Central Europe. *Wildlife Biology* 16: 150–161.
- Eronen, V. 2007. Supikoiran ravinnon koostumus uusmaalaisilla lintuvesillä. Pro gradu - tutkielma. Helsingin yliopisto. Metsäekologian laitos.
- Euroopan komissio. 2013. MIRDINEC – Management of the invasive Raccoon Dog (*Nyctereutes procyonoides*) in the north-European countries. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n\\_proj\\_id=3784&docType=pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3784&docType=pdf). [Viitattu 28.3.2017].
- Faaborg, J. 2004. Truly artificial nest studies. *Conservation Biology* 18: 369–370.
- Flaspohler, D. J., Temple, S. A. & Rosenfield, R. N. 2001. Species-specific edge effects on nest success and breeding bird density in a forested landscape. *Ecological Applications* 11: 32–46.
- Helle, E. & Kauhala, K. 1991. Distribution history and present status of the raccoon dog in Finland. *Holarctic ecology* 14: 278–286.
- Helle, E. & Kauhala, K. 1993. Age structure, mortality and sex ratio of the raccoon dog in Finland. *Journal of Mammalogy* 74: 936–942.
- Helle, E. & Kauhala, K. 1995. Reproduction in the raccoon dog in Finland. *Journal of Mammalogy* 76: 1036–1046.
- Holopainen, S., Miettinen, E., Väänänen, V-M. & Nummi, P. 2017. Sorsanpesien viholliset - koepesät ja riistakamerat kertovat. *Jahti-lehti* 3/2017: 54-56.
- Huhta, E., Mappes, T. & Jokimäki, J. 1996. Predation on artificial ground nests in relation to forest fragmentation, agricultural land and habitat structure. *Ecography* 19: 85–91.
- Husby, M. & Hoset, K. S. 2018. Seasonal variation in nest predation rates in boreal forests. *Journal of Ornithology*. s. 1–10.
- Ibáñez-Álamo, J. D., Magrath, R. D., Oteyza, J. C., Chalfoun, A. D., Haff, T. M., Schmidt, K. A., Thomson, R. L. & Martin, T. E. 2015. Nest predation research: recent findings and future perspectives. *Journal of Ornithology* 156: 247–262.

Jahren, T. 2017. The role of nest predation and nest predators in population declines of capercaillie and black grouse. Doctoral thesis. Inland Norway University of Applied Sciences: Faculty of Applied Ecology and Agricultural Sciences.

Jedrzejewska, B. & Jedrzejewski, W. 1998. Predation in vertebrate communities. The Bialowieza Primeval Forest as a case study. Berlin: Springer-Verlag. s. 114–115.

Kauhala, K. 1996. Habitat use of Raccoon dogs, *Nyctereutes procyonoides*, in southern Finland. Zeitschrift für Säugetierkunde 6: 269–275.

Kauhala, K. 2004. Removal of medium-size predators and the success of ducks in Finland. Folia Zoologica 53: 367–378.

Kauhala, K. 2005. Supikoira – kaikkiruokainen keräilijä. Julkaisussa: Nummi, P. & Väänänen, V-M. (toim.). Jahtimailla osa 2: Riistanisäkkäät. Weilin+Göös Oy. Helsinki. s. 138–143.

Kauhala, K. 2009. Diet of the omnivorous raccoon dog in Europe and in the Far East. Suomen Riista 55: 45–62.

Kauhala, K. & Auniola, M. 2001. Diet of raccoon dogs in summer in the Finnish archipelago. Ecography 24: 151–156.

Kauhala, K. & Helle, E. 1994. Home ranges and monogamy of the raccoon dog in southern Finland. Suomen Riista 40: 32–41.

Kauhala, K. & Holmala, K. 2006. Contact rate and risk of rabies spread between medium-sized carnivores in southeast Finland. Annales Zoologici Fennici 43: 348–357.

Kauhala, K. & Ihalainen, A. 2014. Impact of landscape and habitat diversity on the diversity of diets of two omnivorous carnivores. Acta Theriologica 59: 1–12.

Kauhala, K. & Kowalczyk, R. 2011. Invasion of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in Europe: History of colonization, features behind its success, and threats to native fauna. Current Zoology 57: 584–598.

Kauhala, K. & Saeki, M. 2004. Raccoon dog. Julkaisussa: Sillero-Zubiri, C. Hoffmann, M. Macdonald, D.W. (toim.) Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. s.136–142.

Kauhala, K. & Saeki, M. 2016. *Nyctereutes procyonoides*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T14925A85658776. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T14925A85658776.en> [Viitattu 8.4.2018].

Kauhala, K. Kaunisto, M. & Helle, E. 1993a. Diet of the raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides*, in Finland. Z. Säugetierkunde 58: 129–136.

- Kauhala, K., Helle, E. & Taskinen, K. 1993b. Home range of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in southern Finland. *Journal of Zoology* 231: 95–106.
- Kauhala, K., Laukkanen, P. & von Rége, I. 1998. Summer food composition and food niche overlap of the raccoon dog, red fox and badger in Finland. *Ecography* 21: 457–463.
- Kauhala, K., Holmala, K., Lammers, W. & Schregel, J. 2006. Home ranges and densities of medium-sized carnivores in south-east Finland, with special reference to rabies spread. *Acta Theriologica* 51: 1–13.
- Kauhala, K., Holmala, K. & Schregel, J. 2007. Seasonal activity patterns and movements of the raccoon dog, a vector of diseases and parasites, in southern Finland. *Mammalian Biology* 72: 342–353.
- Kauhala, K., Schregel, J. & Auttila, M. 2010. Habitat impact on raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* home range size in southern Finland. *Acta Theriologica* 55: 371–380.
- Kowalczyk, R., Jędrzejewska, B., Zalewski, A. & Jędrzejewski, W. 2008. Facilitative interactions between the Eurasian badger *Meles meles*, the red fox *Vulpes vulpes* and the invasive raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Canadian Journal of Zoology* 86: 1389–1396.
- Kucera, T. E. & Barrett, R. H. 2011. *A History of Camera Trapping*. Julkaisussa: O’Connell, A. F., Nichols, J. D. & Karanth, K. U. (toim.). *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer. s. 9–26.
- Lahti, D. C. 2001. The “edge effect on nest predation” hypothesis after twenty years. *Biological Conservation* 99: 365–374.
- Lavrov, N. P. 1971. I togi introduktsii enotovidnoj sobaki (Npg) v otdel’nye oblasti SSSR. *Trudy kafedry biologii MGZPI* 29: 101–166.
- Lever, C. 1985. *Naturalized Mammals of the World*. New York. Longman.
- Lindström, M. 2011. Supikoiraprojektilla vilkas ensimmäinen vuosi. *Metsästäjä-lehti* 6/2011: 66–68.
- Luonnonvarakeskus. 2018. Tilastotietokanta. Riistasaalis. Saatavissa: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_06%20Kala%20ja%20riista\\_\\_02%20Rakenne%20ja%20tuotanto\\_\\_16%20Metsastys/5\\_Mets\\_saalis.px/?rxid=61ae8652-2a26-41c0-ab11-996566cddb43](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__06%20Kala%20ja%20riista__02%20Rakenne%20ja%20tuotanto__16%20Metsastys/5_Mets_saalis.px/?rxid=61ae8652-2a26-41c0-ab11-996566cddb43). [Viitattu 8.4.2018].
- Macdonald, M. A. & Bolton, M. 2008. Predation on wader nests in Europe. *Ibis* 140: 54–73.
- Major, R. E. & Kendal, C. E. 1996. The contribution of artificial nest experiments to understanding avian reproductive success: a review of methods and conclusions. *Ibis* 138: 298–307.

- Marini, M. A., Robinson, S. K. & Heske, E. J. 1995. Edge effects on nest predation in the Shawnee national forest, Southern Illinois. *Biological Conservation* 74: 203–213.
- Miettinen, E. 2018. Kosteikkotyypit sorsien lisääntymiselinympäristöinä. Julkaisematon pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. Biologian osasto.
- Moore, R. P. & Robinson, W. D. 2004. Artificial bird nests, external validity, and bias in ecological field studies. *Ecology* 85: 1562–1567.
- Mulder, J. L. 2012. A review of the ecology of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) in Europe. *Lutra* 55: 101–127.
- Mustonen, A-M. & Nieminen, P. 2018. A review of the physiology of a survival expert of big freeze, deep snow, and an empty stomach: the boreal raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*). *Journal of Comparative Physiology B* 188: 15–25.
- Norjan ympäristövirasto. 2017. Kamera fanget mårhund i Tromsø. Saatavissa: <http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/2017/Januar-2017/Kamera-fanget-marhund-i-Tromso/>. [Viitattu 21.11.2017].
- Nowak, E. 1984. Verbreitungs- und Bestandsentwicklung des Marderhundes, *Nyctereutes procyonoides* (Gray, 1834) in Europa. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 30: 137–154.
- Nummi, P. 1988. Suomeen istutetut riistaeläimet. Helsingin yliopisto. Maatalous- ja metsätieteiden laitos.
- Opermanis, O., Mednis, A. & Bauga, I. 2001. Duck nests and predators: interaction, specialization and possible management. *Wildlife Biology* 7: 87–96.
- Pietz, P. J. & Granfors, D. A. 2000a. White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) predation on grassland songbird nestlings. *The American Midland Naturalist* 144: 419–422.
- Pietz, P. J. & Granfors, D. A. 2000b. Identifying Predators and Fates of Grassland Passerine Nests Using Miniature Video Cameras. *The Journal of Wildlife Management* 64: 71–87.
- Picozzi, N. 1975. Crow predation on marked nests. *The journal of wildlife management* 39: 151–155.
- Ponce, C., Salgado, I., Bravo, C., Gutiérrez, N. & Alonso, J. C. 2018. Effects of farming practices on nesting success of steppe birds in dry cereal farmland. *European Journal of Wildlife Research* 64: 1–10.
- Pärt, T. & Wretenberg, J. 2002. Do artificial nests reveal relative nest predation risk for real nests? *Journal of Avian Biology* 33: 39–46.
- Richardson, T. W., Gardali, T. & Jenkins, S. H. 2009. Review and Meta-Analysis of Camera Effects on Avian Nest Success. *Journal of Wildlife Management* 73: 287–293.

- Rönkä, A., Koivula, K., Ojanen, M., Pakanen, V.-M., Pohjoismäki, M., Rannikko, K. & Rauhala, P. 2006. Increased nest predation in a declining and threatened Temminck's Stint *Calidris temminckii* population. *Ibis* 148: 55–65.
- Saeki, M., Johnson, P. J. & Macdonald, D. W. 2007. Movements and habitat selection of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in a mosaic landscape. *Journal of Mammalogy* 88: 1098–1111.
- Šálek, M., Kreisinger, J., Sedláček, F. & Albrecht, T. 2010. Do prey densities determine preferences of mammalian predators for habitat edges in an agricultural landscape? *Landscape and Urban Planning* 98: 86–91.
- Savola, S., Henttonen, H. & Lindén, H. 2013. Vole population dynamics during the succession of a commercial forest in northern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 50: 79–88.
- Seibold, S., Hempel, A., Piehl, S., Bässler, C., Brandl, R., Rösner, S. & Müller, J. 2013. Forest vegetation structure has more influence on predation risk of artificial ground nests than human activities. *Basic and Applied Ecology* 14: 687–693.
- Shaffer, T. L. 2004. A unified approach to analysing nest success. *The Auk* 121: 526–540.
- Sidorovich V. E., Solovej I. A., Sidorovich A. A. & Dyman A. A. 2008. Seasonal and annual variation in the diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in northern Belarus: the role of habitat type and family group. *Acta Theriologica* 53: 27–38.
- Sutor, A. & Schwarz, S. 2012. Home ranges of raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*, Gray, 1834) in Southern Brandenburg, Germany. *European Journal of Wildlife Research* 58: 85–97.
- Sutor, A., Kauhala, K. & Ansorge, H. 2010. Diet of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* – a canid with an opportunistic foraging strategy. *Acta Theriologica* 55: 165–176.
- Storch, I., Woitke, E. & Krieger, S. 2005. Landscape-scale edge effects in predation risk in forest-farmland mosaics of central Europe. *Landscape Ecology* 20: 927–940.
- Thompson, F. R. & Burhans, D. E. 2004. Differences in Predators of Artificial and Real Songbird Nests: Evidence of Bias in Artificial Nest Studies. *Conservation Biology* 18: 373–380.
- Tossavainen, S., Alhainen, M. & Mäkimartti, J. 2017. Supikoirasta torjuntavoitto Lapissa – asemasotavaihe alkaa. *Metsästäjä-lehti* 4/2017: 34–35.
- Vander Haegen, W. M., Schroeder, M. A. & DeGraaf, R. M. 2002. Predation on real and artificial nests in shrubsteppe landscapes fragmented by agriculture. *The Condor* 104: 496–506.

- Väänänen, V-M. 2000. Predation risk associated with nesting in gull colonies by two *Aythya* species: observations and an experimental test. *Journal of avian biology* 31: 31–35.
- Väänänen, V-M., Nummi, P., Rautiainen, A., Asanti, T., Huolman, I., Mikkola-Roos, M., Nurmi, J., Orava, R. & Rusanen, P. 2007. Vieraspeto kosteikolla – vaikuttaako supikoira vesilintujen ja kahlaajien poikueiden määrään? *Suomen Riista* 53: 49–63.
- Wang, Q-Y., Zhao, Y-Z., Luo, X., Hua, J-Q., Li, Z. & Xu, J-L. 2016. Potential nest predators of *Syrnaticus reevesii* based on camera traps and artificial nests. *Chinese Journal of Applied Ecology* 27: 1968–1974.
- Williams, G. E. & Wood, P. B. 2002. Are Traditional Methods of Determining Nest Predators and Nest Fates Reliable? An Experiment with Wood Thrushes (*Hylocichla ustulata*) Using Miniature Video Cameras. *The Auk* 119: 1126–1132.
- Zanette, L. 2002. What do artificial nests tells us about nest predation? *Biological Conservation* 103: 323–329.



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI