



HELSINGIN YLIOPISTO
MAATALOUS-METSÄTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

Villisika pesäpredaattorina – koepesätutkimus predaatioasteesta erilaisissa petoyhteisöissä

Karoliina Haikoski

Maisterintutkielma

Helsingin yliopisto

Metsätieteiden maisteriohjelma

Metsien ekologia ja käyttö

Marraskuu 2021

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Metsätieteiden osasto, metsätieteiden maisteriohjelma	
Tekijä/Författare – Author Karoliina Haikoski			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Villisika pesäpredaattorina – koesäätutkimus predaatioasteesta erilaisissa petoyhteisöissä			
Oppiaine /Läroämne – Subject Metsien ekologia ja käyttö			
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterintutkielma	Aika/Datum – Month and year Marraskuu 2021	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 30	
Tiivistelmä/Referat – Abstract			
<p>Useiden maassa pesivien lintujen kannat ovat olleet laskusuuntaisia viime vuosikymmeninä Suomessa ja yhtenä merkittävimmistä syistä tälle on maiseman pirstaloituminen ja elinympäristöjen muutokset. Yhtenä syynä lisääntymismenestyksen heikentymiselle pidetään maassa pesiviin lintuihin kohdistuvaa pesäpredaatiota. Villisika (<i>Sus scrofa</i>) on tulokaslaji Suomessa ja sen kanta on vakaa. Villisika on opportunistinen sekasyöjä, jonka tiedetään syövän myös lintujen munia. Lajin vaikutuksista Suomen luonnolle ei silti tiedetä juuri mitään ja tutkimustietoa villisian aiheuttamasta pesäpredaatiosta on saatavilla vain vähän. Tässä tutkielmassa tarkastellaan villisian vaikutuksia maassa pesivien lintujen pesimämenestykseen pesäpredaatiokokeiden avulla. Kokeissa käytettiin keinopesiä ja tulosten avulla tehtiin johtopäätöksiä villisian vaikutuksista pesäpredaatioon. Ympäristön vaikutusta pesimämenestykseen ja petoyhteisöjen lajisuhteita tarkastellaan myös.</p> <p>Pesäpredaatiokokeet suoritettiin koesiä käyttämällä ja niillä vierailleita petoja tarkasteltiin riistakameroilla hankitun materiaalin avulla. Koealueiden nisäkäspetoyhteisöjen koostumuksesta saatiin tietoa hajupostikokeiden avulla, joissa käytettiin myös riistakameroita petojen tunnistamiseen. Kokeet suoritettiin pelto-metsämosaaikeilla sekä villisikojen ruokintapaikkojen läheisyydessä. Pesiä aineistoon kertyi yhteensä 150. Koealat sijaitsivat alueilla, joilla villisikatiheyksien tiedettiin olevan keskimääräistä korkeampia ja koealoja kertyi yhteensä 28. Saatuja tuloksia verrattiin samoilla menetelmillä hankittuun vertailuaineistoon villisioista vapailta alueilta.</p> <p>Villisika tuhosi kokeiden aikana yhteensä neljä pesää, eikä sen aiheuttaman pesäpredaation todettu olevan tilastollisesti merkitsevää. Villisian vaikutuksista petojen välisiin lajisuhteisiin ei aineiston perusteella voitu vetää johtopäätöksiä, vaikka supikoiran aiheuttama pesäpredaatio oli villisikojen esiintymisalueilla vertailuaineistoa vähäisempää. Suurin pesäpredaatiota aiheuttanut lajiryhmä oli varislinnut (<i>Corvidae</i>). Varislintujen aiheuttama pesäpredaatio sijoittui enimmäkseen peltoaloille sekä pellon ja metsän rajavyöhykkeelle, kun taas nisäkkäiden aiheuttama predaatio keskittyi enemmän metsäaloille.</p> <p>Villisian ei havaittu tutkimuksen perusteella aiheuttavan merkittävää pesäpredaatiota. Tulokset antavat lieviä viitteitä siitä, että villisialla voisi olla vaikutuksia esiintymisalueidensa petoyhteisöjen koostumukseen. Tutkimusta villisiasta ja sen vaikutuksista tarvitaan kuitenkin vielä lisää luotettavamman ja monipuolisemman tiedon saamiseksi.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Villisika, <i>Sus scrofa</i> , pesäpredaatio, pesimämenestys			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet) ethesis.helsinki.fi			

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	4
1.1 Maassa pesivät linnut ja pesäpredaatio.....	5
1.2 Tutkielman tavoitteet.....	6
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	7
2.1 Tutkimusalue	7
2.2 Keinotekoiset pesät.....	8
2.3 Hajupostikokeet ja niillä vierailleet pedot	9
2.4 Tilastolliset menetelmät.....	10
3. TULOKSET	11
3.1 Predaatioaste ja ympäristön vaikutus.....	11
3.2 Villisika ja muut pesäpredaattorit	12
3.3 Pesien selviytymisanalyysi.....	14
3.4 Hajupostit ja pedot.....	17
4. TULOSTEN TARKASTELU	20
4.1 Villisian ja muiden lajien aiheuttama pesäpredaatio	20
4.2 Pesien selviytymistodennäköisyys ja alueen vaikutus	22
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	23
6 KIITOKSET	24
7 LÄHTEET.....	25
LIITE 1 — PETOINDEKSIT ALUEITTAIN	30

1. JOHDANTO

Villisiialla (*Sus scrofa*) on vakiintunut kanta Suomessa ja se luokitellaan tulokaslajiksi (Ruha & Kunnasranta 2021). Tutkimustietoa villisian vaikutuksista maassa pesiviin lintuihin kohdistuvaan pesäpredaatioon eli pesien saalistukseen löytyy kuitenkin vain vähän. Tutkimustulokset villisian vaikutuksista pesäpredaatioon ovat ristiriitaisia, sillä villisiialla epäillään olevan lintujen pesintää heikentäviä (Cocquelet ym. 2019, Oja ym. 2017, Mori ym. 2021), mutta myös pesimämenestystä lisääviä vaikutuksia (Carpio ym. 2016). Tietoa villisian asemasta Suomen luonnossa on tärkeä saada lisää, jotta sen vaikutuksia ympäristölle olisi mahdollista arvioida.

Useiden maassa pesivien lintujen kantojen kehitys viime vuosikymmeninä on ollut lasusuuntaista (Valkama ym. 2011, Hyvärinen ym. 2019), jonka vuoksi on tärkeää selvittää myös villisian aiheuttaman pesäpredaation suuruutta. Vieraslajien myötä petopaine on saattanut kasvaa, joka voi osaltaan vaikuttaa lintukantojen kehitykseen (Krüger ym. 2018). Supikoira (*Nyctereutes procyonoides*), kettu (*Vulpes vulpes*), mäyrä (*Meles meles*), minkki (*Neovison vison*), näätä (*Martes martes*) ja varislinnut (*Corvidae*) ovat Suomessa yleisesti esiintyviä petoja, jotka kaikki voivat aiheuttaa maassa pesiviin lintuihin kohdistuvaa pesäpredaatiota. Villisian ja muiden petojen välisiä lajisuhteita on hyvä tarkastella, jotta lajin vaikutuksista pesäpredaatioon voidaan saada mahdollisimman kattava kokonaiskuva. Ympäristön vaikutus pesäpredaatioon voi olla merkittävä, jonka vuoksi se tulisi tutkimuksissa huomioida.

Villisikoja voi löytää nykyään kaikilta mantereilta Antarktista lukuun ottamatta (Barrios-Garcia & Ballari 2012) ja villisian kannat ovat viime vuosikymmenten aikana kasvanee Euroopassa huomattavasti (Frauendorf ym. 2016). Vanhimmat löydetyt villisian jäänteet Suomessa ovat noin 9000 vuoden takaa, mikä viittaa siihen, etteivät ne ole uusi tulokaslaji Suomessa (Ukkonen ym. 2015). Suomeen villisika on levinnyt Venäjältä ja Virosta etenkin 1950-luvun jälkeen (Ruha & Kunnasranta 2021). Villisikapopulaatioiden arvioidaan olevan tällä hetkellä noin 3400 yksilöä ja niiden tiheimmät esiintymisalueet sijaitsevat itäisellä Uudellamaalla ja Kaakkois-Suomessa (Luonnonvarakeskus 2021). Lajin alueelliset tiheydet vaihtelevat Suomessa runsaasti. Villisiat muodostavat useiden sukupolvien

yli ulottuvia alueellisia perheryhmiä (Podgórski ym. 2014), joiden oppimat tavat voivat siirtyä sukupolvelta toiselle (Sondej & Kwiatkowska-Falińska 2017).

Villisiat ovat opportunistisia sekasyöjiä, joiden ravinnon pääpaino on kasvipohjainen (Ballari & Barrios-Garcia 2014). Villisiat ruokailevat pääasiassa laiduntamalla ruohoja, etsimällä maasta hedelmiä, sieniä ja eläinperäistä ravintoa, kaivamalla juuria ja hyönteisiä sekä saalistamalla muita eläimiä (Ballari & Barrios-Garcia 2014). Pahnuekoko on keskimäärin kuusi porsaasta, mutta se voi nousta jopa 12 porsaaseen (Frauendorf ym. 2016). Suurten poikueiden lisäksi aikainen sukukypsyys tehostaa villisian lisääntymispotentiaalia (Malmsten & Dalin 2016). Villisikojen aktiivisuus painottuu useimmiten yöhön sekä aamu- ja iltahämärään, mutta aktiivisuus voi vaihdella paljon ympäristön mukaan. Esimerkiksi kaupunkialueilla villisiat liikkuvat lähes kokonaan vain yöaikaan, kun taas vanhoissa metsissä niiden aktiivisuus voi jakautua tasaisesti pitkin päivää (Podgórski ym. 2013). Avoimien alueiden läheisyydessä villisiat suosivat rajavyöhykkeitä, kuten pellon ja metsän rajaa, ja välttelevät suojattomia ja laajoja avoimia alueita (Thurfjell ym. 2009).

1.1 Maassa pesivät linnut ja pesäpredaatio

Todennäköisin ja voimakkaimmin vaikuttava syy metsäkanalintujen heikentyneeseen pesimämenestykseen ja kantojen laskuun on metsien pirstaloituminen (Kurki ym. 2000). Lintu- ja nisäkäspedot ovat huomattavia kuolleisuuden ja pesäpredaation aiheuttajia metsäkanalintujen kaikissa elämän vaiheissa ja niiden vaikutus on liitetty heikentyneeseen lisääntymismenestykseen (Kammerle ym. 2019). Monien viljelysmailla pesivien lintujen kannat ovat olleet laskusuuntaisia viime vuosikymmeninä (Valkama ym. 2011), johon yksi voimakkaimmin vaikuttaneista syistä on maatalouden tehostuminen (Evans 2004). Pesäpredaatio on yksi tärkeimmistä tekijöistä vaikuttaen lintujen lisääntymistuotokseen (Valkama ym. 2011). Useiden vesilintukantojen on huomattu myös laskevan ja osasyynä epäillään niihin kohdistuvaa pesäpredaatiota (Carpio ym. 2016, Dahl & Åhlén 2019, Nummi ym. 2019) pesimisympäristöjen vähenemisen ja heikentymisen lisäksi (Clemens ym. 2014). Elinympäristön heikkeneminen voi vaikuttaa pesäpredaatioon usealla tapaa; elinympäristön muutos voi lisätä petojen määrää, ympäristön heikentymisestä johtuva pesätiheyden kasvu voi nostaa pesäpredaatioastetta, elinympäristön muutos voi pakottaa linnut pesimään turvattomammilla paikoilla, vaihtoehtoisten ravinnon lähteiden väheneminen voi saada pedot vaihtamaan ruokavaliotaan ja elinympäristön muutokset voivat

johtaa lyhentyneeseen pesimäkauteen, jolloin pesäpredaation vaikutukset pesinnälle voivat olla suurempia (Evans 2004).

Carpio ym. (2016) tutkimuksessa villisian läsnäolo alueella vähensi yleistä pesäpredaation astetta verrattuna tilanteeseen, kun villisiat oli suljettu alueelta, jonne pienpedoilla, kuten ketulla, oli pääsy. Villisian on kuitenkin havaittu myös olevan merkittävä pesäpredaation aiheuttaja (Oja ym. 2017). Ruokintapaikkojen läheisyydellä on myös havaittu olevan pesäpredaation riskiä lisäävä vaikutus (Oja ym. 2015). Aiempien vähäisten ja riskitriitaisten tutkimusten valossa onkin tärkeää selvittää villisian vaikutuksia lintujen pesintään myös Suomessa.

1.2 Tutkielman tavoitteet

Tutkielman tavoitteena on selvittää villisian suoria ja epäsuoria vaikutuksia maassa pesivien lintujen pesimämenestykseen. Suora vaikutus on pesien tuhoaminen ja epäsuorana vaikutuksena voivat olla mahdolliset vaikutukset petoyhteisöön ja sitä kautta pesäpredaation voimakkuuteen. Vaikutuksia esimerkiksi supikoiran esiintymiseen ja sen aiheuttamaan pesäpredaatioon on hyvä tarkastella, koska supikoira on voimakkaasti leviävä vieraslaji ja sen on todettu olevan myös merkittävä pesäpredaattori (Krüger ym. 2018, Dahl & Åhlén 2019, Holopainen ym. 2020a, 2020b). Ympäristön vaikutusta pesien selviytymiseen tarkastellaan pelloilla ja metsissä. Pesäpredaatio- ja hajupostikoikeissa käytetään riistakameroita taltioimaan pesillä ja hajuposteilla käyneet pedot, sillä kamerat mahdollistavat petolajin tunnistuksen luotettavasti. Aineistoa vertaillaan aiemmin samalla koeasetelmalla hankittuun aineistoon alueilta, joilla villisikaa ei esiinny.

Tutkimuskysymykset ja hypoteesit:

1. Onko villisika merkittävä pesäpredaattori ja onko sen mahdollisesti aiheuttama pesäpredaatio kokonaispredaatiota vähentävää, korvaavaa vai lisäävää?

Oletuksena on, että villisian aiheuttama predatio ei ole merkittävää ja se on kokonaispredaatiota korvaavaa.

2. Onko villisialla suoria tai epäsuoria vaikutuksia massaa pesiviin lintuihin kohdistuvaan pesäpredaatioon?

Oletuksena on, että villisika tuhoaa pesiä, mutta niiden merkitys jää pieneksi kokonaispredaatiota tarkastellessa. Villisian epäsuorat vaikutukset saattavat vähentää kokonaispredaatioastetta, joka Carpio ym. (2016) tutkimuksessa havaittiin.

3. Onko villisialla vaikutuksia alueiden petoyhteisöihin?

Oletuksena on, että villisialla ei ole vaikutusta petoyhteisöihin. Voidaan kuitenkin tarkastella, voiko villisian läsnäolo vähentää esimerkiksi supikoirien määrää alueella, jota voidaan havainnoida hajuposti-indekseistä.

4. Millainen vaikutus ympäristöllä on pesien selviytymiseen?

Oletuksena on, että pesäpredaatio on voimakkaampaa pelto- kuin metsäalueilla. Peltoalueilla oletettavasti varislinnut ovat pesärosvoina merkittävimpiä ja metsäalueilla nisäkäspedot ovat suuremmassa roolissa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineiston hankinta mukailee Krüger ym. (2018) koeasetelmaa. Aineiston keräämiseen osallistuivat ja olivat apuna Elmo Miettinen ja tutkielman ohjaaja Veli-Matti Väänänen.

2.1 Tutkimusalue

Aineiston maastokokeet tehtiin Itäisellä Uudellamaalla ja Kaakkois-Suomessa alueilla, joilla villisikakannan tiheys on selvästi muuta maata korkeampi (Ruha & Kunnasranta 2021). Koealoja kertyi aineistoon yhteensä 28, jossa yksi koeala vastaa yhtä koejärjestelyyn aluekokonaisuutta. Aineisto kerättiin huhti-kesäkuussa 2020, joka mukailee lintujen pesimäkauden aloitusta. Kokeet suoritettiin koejärjestelyyn sopivilla pelto-metsä-mosaikkeilla, joissa metsän reuna toimii nollatasona, ja alueet jaettiin 100 metriä leveisiin vyöhykkeisiin ulottuen metsästä avoimelle pellolle (ks. Krüger ym. 2018). Vyöhykkeet merkittiin tunnuksin A (metsä, 50–150 metriä metsän reunasta), B (reunavyöhyke, 50 metriä metsän tai pellon puolella), C (pelto, 50–150 metriä metsän reunasta) ja D (pelto, 150–

250 metriä metsän reunasta). Pesä tehtiin jokaiselle vyöhykkeelle kaksi. Joillain alueilla osa vyöhykkeistä jouduttiin jättämään pois, jos ne eivät sopineet alueen pelto-metsä-konaisuuteen. Jokaisen koalueen sisällä oli myös vähintään yksi villisikoja varten ylläpidetty ruokintapaikka, jossa ruokinnan ylläpitäjän riistakamerojen perusteella vieraili villisikoja. Metsät olivat pääasiassa tyypillisiä tuoreita ja tuoreahkoja havupuuvaltaisia kangasmetsiä, mutta myös joitain karumpia kangasmetsiä ja lehtoja sekä ojitusalueita sisältyi koalueisiin. Pellot olivat suurimmalta osin aktiivisessa maatalouskäytössä olevia alueita.

Kokeita suoritettiin myös villisikaruokintojen ympärillä sijoittamalla pesiä ruokintojen läheisyyteen neljään pääilmansuuntaan ruokintapaikasta katsottuna. Pesät ryhmiteltiin etäisyyden mukaan vyöhykkeisiin ja etäisyys mitattiin ruokintapaikasta. Vyöhykkeiden leveys näissä kokeissa oli 50 metriä ja vyöhykkeitä oli neljä: 25–75 metriä, 75–125 metriä, 125–175 metriä ja 175–225 metriä ruokinnasta. Ruokintojen yhteydessä pesiä sijoitettiin yksi jokaiselle vyöhykkeelle. Ilmansuunta sekä siihen liittyvä vyöhyke arvottiin sattumanvaraisesti.

Kaikissa kokeissa pesien metrimäärät omassa vyöhykkeessään arvottiin sattumanvaraisesti ja pesät sijoitettiin tämän mukaisesti sopiviin kohtiin mahdollisimman lähelle arvotua sijaintia. Pesä sijoitettiin jokaiselle vyöhykkeelle huomioiden tiheydestä riippuva pesäpredaatio (Shitikov ym. 2017) ja pesiä vältettiin tekemästä liian lähelle toisiaan.

2.2 Keinotekoiset pesät

Kokeissa käytettiin fasaanin pesää jäljitteleviä keinotekoisia pesiä, yhteensä 150 kappaletta. Näistä pelto-metsäalueilla oli 102 ja ruokintojen ympärillä metsäalueilla 48 pesää. Maahan tehtiin pyöreä kuoppa, johon aseteltiin neljä fasaanin munaa. Munia käsiteltiin kumihanskoin ihmishajun tarttumisen minimoimiseksi. Pesä ja munat pyrittiin asettelemaan niin, että ne näkyvät kamerassa mahdollisimman selkeästi. Pesäpaikkojen ympäristön pääpiirteet, pesän peitteisyys ylhäältä päin katsottuna ja etäisyys lähimpään tähystyspuuhun kirjattiin muistiin.

Jokaisen pesän läheisyyteen noin 1,5 metrin päähän asetettiin riistakamera kuvaamaan pesää (Kuva 1). Kamerat aktivoituivat liikkeestä, jolloin ne ottivat kolme kuvaa, jonka

jälkeen seurasi minuutin viive ennen seuraavaa mahdollista kuvasarjaa. Kameroiden liiketunnistimen herkkyys asetettiin matalaksi, jotta kamera ei reagoisi liikaa esimerkiksi tuuleen ja kasvillisuuden liikkeisiin. Pesä pidettiin paikallaan kahdeksan vuorokautta ja ne olivat seuranta-ajan häiriöttä. Koevuorokausi alkoi kello 12 keskipäivällä ja kesti 24 tuntia. Pesät poistettiin koejakson jälkeen, jolloin myös kamerat kerättiin ja muistikorteilta saaduista kuvista tarkastettiin pesällä käyneet lajit. Kaikki pesillä käyneet pedot tunnistettiin lajilleen, ja merkittiin monesko pesällä käynyt eläin on ollut. Peto määritettiin pesäpredaattoriksi, jos se oli vienyt tai rikkonut pesästä ainakin yhden munan. Seuraavat pesällä käyneet, jotka olivat vierailleet pesällä, luettiin järjestyksessä toiseksi, kolmanneksi jne. pedoksi. Saman lajin yksilön peräkkäiset vierailut määritettiin erillisiksi vierailuiksi, mikäli vierailujen välillä oli yli puoli tuntia.



Kuva 1. Pesäpredaatiokokeen asetelma, jossa kuusen juurelle tehtyä keinotekoisia pesää riistakamera kuvaa.

2.3 Hajupostikokeet ja niillä vierailleet pedot

Nisäkäspetojen lajien ja määrän selvittämiseksi pesäkokeiden jälkeen suoritettiin hajupostikokeet. Hajupostien avulla voidaan laskea indeksiarvoja, joista voidaan arvioida alueen petoyhteisön kokoa ja lajisuhteita. Hajuposteja tehtiin yhdet jokaiselle vyöhykkeelle pesäkokeiden paikalle niin pelto-metsä- kuin ruokinta-alueilla, ja jos vyöhykkeellä oli

ollut kaksi pesää, hajupostin paikka arvottiin toiselle niistä. Hajuposteilla petojen houkuttimena käytettiin kaupallista pohjoisamerikkalaista ketun hajurauhasista valmistettua uutetta, jonka on todettu houkuttelevan yleisesti petoja (tuotenimi Grey Ambush). Maastosta etsittiin kivi ja tikku, joka kastettiin uutteeeseen ja tikusta levitettiin uutetta myös kivelle, joka käännettiin ympäri, jotta mahdollinen sade ei huuhtoisi kaikkea hajustetta pois. Tikku ja kivi aseteltiin lähekkäin ja riistakamera asetettiin kuvaamaan hajupostia noin 1,5 metrin päähän samoin asetuksin kuin pesäkokeissa. Hajupostia pidettiin paikallaan viiden vuorokauden ajan. Hajuposteilla käyneet pedot tunnistettiin kuvista ja saman lajin peto laskettiin samaksi yksilöksi, jos se vieraili hajupostilla puolen tunnin sisällä ensimmäisestä havainnosta. Puolen tunnin jälkeen havainnosta peto laskettiin taas uudeksi yksilöksi. Hajuposteja aineistoon tuli yhteensä 120. Lisäksi samana vuonna hankittua hajupostien kontrolliaineistoa oli 56 yksittäistä hajupostia 14 alueelta, joilla ei ole havaittu villisikoja. Näiden lisäksi olivat vertailuaineiston hajupostit vuosilta 2015–2017, jotka on hankittu samaa koeasetelmaa käyttäen 21 alueelta ja näitä hajuposteja oli kaikkiaan 84.

2.4 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisissa menetelmissä käytetyt ohjelmistot olivat Microsoft Excel ja RStudio (R-versio 3.4.4; RStudio Team 2021). Pesien predaatioasteen tuloksia laskettiin Excel-ohjelmalla, josta saatiin suhdelukuja ja kuvaajia havainnollistamaan pesien kohtaloa eri alueiden ja petojen suhteen.

Pesien selviytymisanalyysissä käytettiin Shafferin (2004) lähestymistapaa, jossa mallinetaan pesien päivittäistä selviytymistodennäköisyyttä. Mallissa hyödynnetään binaarista logistista regressioanalyysiä ja sitä käytetään paljon pesien selviytymisanalyyseissä. Malli olettaa jokaisen vuorokauden olevan itsenäinen koe. Analyysiä varten jokaiselle pesälle annettiin päivittäinen arvo, 1 jos pesä on selvinnyt ja 0 jos se predatoitiin. Jos pesä selviytyi koko kahdeksan vuorokauden tarkastelujakson, sai se kahdeksan 1-arvoa. Pesän tuhoutuessa sen rivi päättyy nolnaan predaatiopäivänä. Mallin selittäjinä toimi vuorokausi, osassa analyysejä villisian predatoimat pesät ja satunnaismuuttujana vyöhyke, jolla pesä sijaitsi. Tilastollisesti merkittävänä pidettiin p-arvoa, joka oli pienempi tai yhtä suuri kuin 0.05. Mallin kaava:

$$\text{selviytymistod.} = \log_e \left(\frac{\text{selv. tod.}^{\frac{1}{t}}}{1 - \text{selv. tod.}^{\frac{1}{t}}} \right)$$

Hajupostien indeksiarvo saatiin jakamalla vierailijoiden määrä hajuposteilla ja suhteuttamalla se vuorokausiin (5), jotka hajuposti on ollut paikoillaan. Indeksiarvoja voitiin laskea alueittain niin yksittäisille petolajeille kuin kaikille hajuposteilla esiintyneille pedoille yhteensä. Kaava:

$$\frac{n \text{ petoa}}{\text{hajuposti}} : 5 \text{ vrk}$$

Hajupostiaineistosta saatuja indeksiarvoja hyödynnettiin korrelaatioiden laskemiseen petojen indeksiarvojen ja predatoitujen pesien välillä Pearsonin korrelaatiokerrointa käyttäen. Pearsonin korrelaatiokerroin lasketaan jakamalla kovarianssi keskijajontojen tulolla. Mallin kaava:

$$r_{xy} = \frac{\text{kovarianssi}_{xy}}{s_x s_y}$$

3. TULOKSET

Villisika-alueiden koesistä (150 pesää) 59 pesää predatoitiin. Tuhoutuista pesistä neljän kohtalo predaattorin tai ajankohdan suhteen ei selvinnyt kuvista, joten ne jätettiin pois niistä analyyseistä, joissa näitä tietoja tarvittiin.

3.1 Predaatioaste ja ympäristön vaikutus

Kaikkien alueiden yhteenlaskettu predaatioaste oli 39 %. Predaatioaste saatiin laskemalla pesien kokonaismäärän suhde tuhottuihin pesiin. Predaatioaste vaihteli paljon eri vyöhykkeiden välillä. A-vyöhyke sai predaatioasteen 34 %, B-vyöhyke 44 %, C-vyöhyke 57 %, D-vyöhyke 60 % ja villisikaruokintojen yhteydessä pesiä tuhoutui 23 %, joista valtaosa oli metsäpesiä (Taulukko 1). Predatoitujen pesien määrä siis kasvaa mitä kauemmas

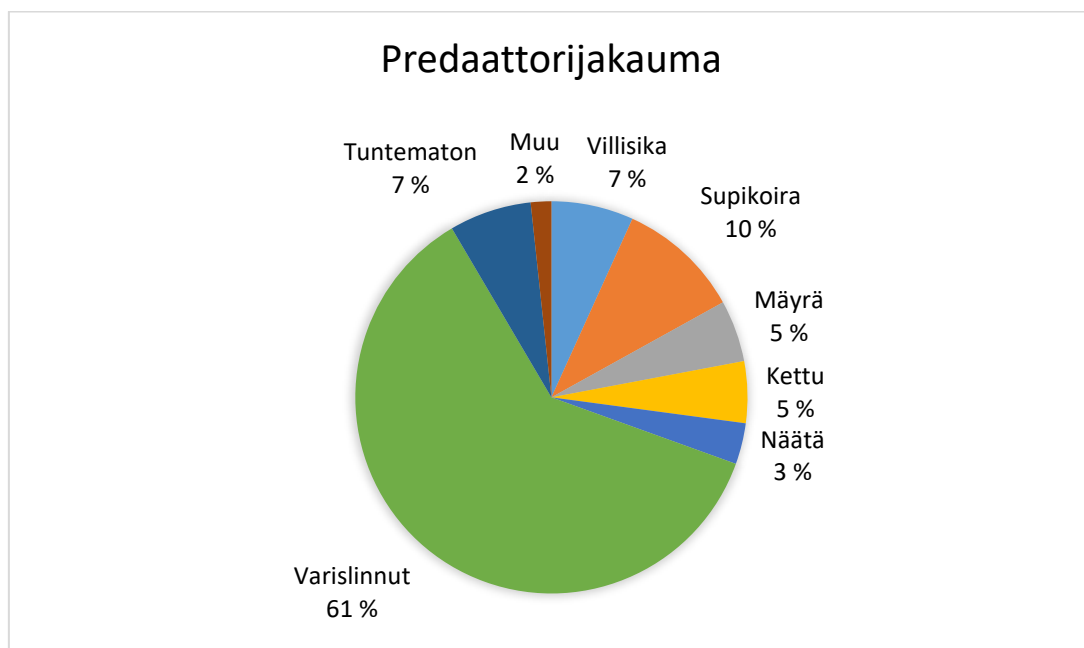
metsästä pellon puolelle siirrytään. Predaation kokonaisaste vertailuaineistossa (Ruuska 2018) oli 33 % ja se vaihteli eri vuosien välillä ollen vuonna 2015 42 %, vuonna 2016 38 % ja vuonna 2017 23 %.

Taulukko 1. Vyöhykkeillä sijainneet pesät, tuhoutuneet pesät sekä vyöhykkeen predaatioaste.

Vyöhykkeet	Pesät	Tuhotut	Predaatioaste
A	32	11	34 %
B	32	14	44 %
C	28	16	57 %
D	10	6	60 %
Ruokinnat	48	11	23 %
Yhteensä	150	59	39 %

3.2 Villisika ja muut pesäpredaattorit

Varislinnut aiheuttivat eniten pesäpredaatiota ja niiden osuus pesien ryöstöistä oli 61 % (36 pesää). Nisäkkäiden osuus predaatiosta oli 31 % (18 pesää) ja villisian 7 % (4 pesää) (Kuva 2). Supikoiran aiheuttaman pesäpredaation osuus oli 10 % (6 pesää) ja tuntemattomien 7 % (4 pesää). Vertailuaineistossa supikoira oli vastuussa 21 % pesäpredaatiosta, nisäkäspetojen yhteenlaskettu osuus predaatiosta oli 27 % ja varislintujen 57 %.



Kuva 2. Predaattorijakauma kuvaten eri lajien tai lajiryhmän aiheuttaman pesäpredaation osuutta ryöstetyistä pesistä.

Niin varislintujen kuin nisäkäslajien välillä oli hajontaa niiden aiheuttamassa pesäpredaatioissa. Selkeästi joukosta erottuvat lajit olivat varis, joka predatoi 13 ja harakka, joka predatoi 11 pesää (Taulukko 2). Hajontaa oli myös siinä, mille vyöhykkeille eri lajiryhmien predaatio kohdistui. Nisäkkäiden pesäpredaatio suuntautui pääosin metsäpesiin ja varislintujen pesäpredaatio peltopesiin. Villisian predatoimat pesät sijoittuivat kaikki metsäalueille, joista yksi syöty pesä oli pelto-metsäalueen A-vyöhykkeellä ja kolme pesää alueilla ruokintojen ympärillä (Kuva 3).

Taulukko 2. Eri lajien predatoimien pesien määrät vyöhykkeittäin. Poikittaiset viivat rajaavat eri lajiryhmät toisistaan. Tunt.=tuntematon

Predaattori	A-vyöhyke	B-vyöhyke	C-vyöhyke	D-vyöhyke	Ruokinta	Yhteensä
Supikoira	1	1			4	6
Villisika	1				3	4
Kettu	1		1	1		3
Mäyrä	2				1	3
Näätä	2					2
Varis		5	5	3		13
Harakka	2	3	4	2		11
Närhi	1	3	4		1	9
Korppi	1	1				2
Naakka			1			1
Kurki					1	1
Tunt.		1	1		2	4
Yhteensä	11	14	16	6	12	59



Kuva 3. Villisiat ovat löytäneet koivun juurella olevan keinopesän. Tilannetta seuranneissa kuvissa on nähtävissä, kuinka villisika siirtää pesän yläpuolella olevat oksat kärsällään, jonka jälkeen siat syövät munat pesästä.

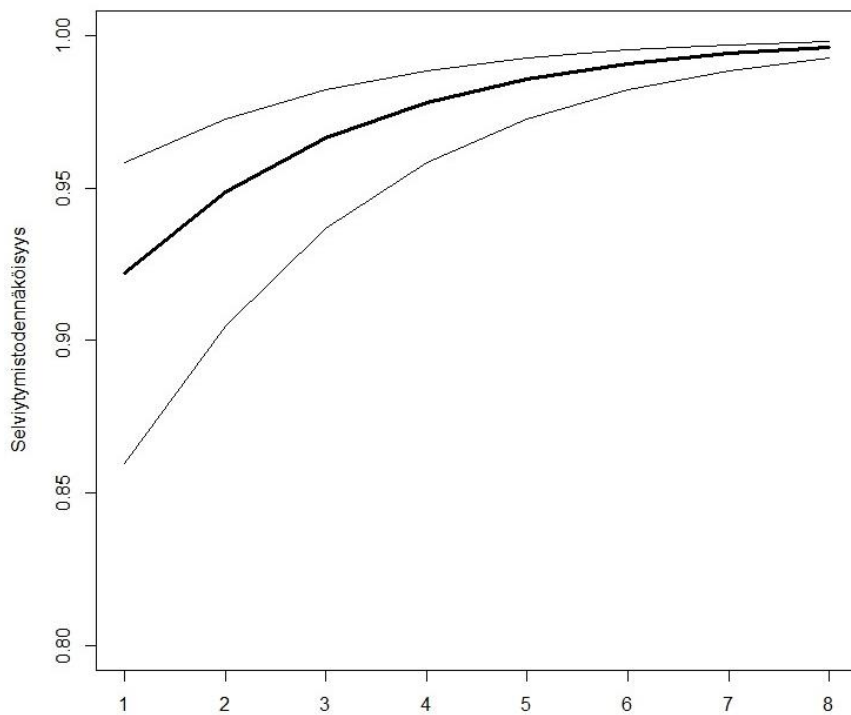
3.3 Pesien selviytymisanalyysi

Pesien selviytymisanalyysissä käytettiin logistista regressioanalyysiä, jossa mallinnetaan kahdeksan päivän ajanjaksoa ja pesien selviytymistodennäköisyyttä aineiston pohjalta (Taulukko 3). Neljän pesän kohdalla ei ollut varmuutta predaation ajankohdasta tai predaattorista, joten ne jätettiin tämän analyysin ulkopuolelle, jolloin aineistoon pesiä jäi 146 joista 55 on predatoitu. Ruokintojen ympärille tehdyt pesät on tässä analyysissä luokiteltu metsäpesiksi (A-vyöhyke) ja ne sisällytettiin malliin, sillä niiden ei havaittu alustavassa analyysissä vaikuttavan merkittävästi tuloksiin muulla tavoin, kuin parantamalla niiden selitystasetta.

Taulukko 3. Selviytymistodennäköisyyden analyysiin mukaan otettujen selviytyneiden pesien määrät kunkin koepäivän alussa.

	1. vrk	2. vrk	3. vrk	4. vrk	5. vrk	6. vrk	7. vrk	8. vrk
Pesien määrä tarkasteltavan päivän alussa	146	134	125	114	109	103	102	93

Pesien selviytymistodennäköisyys koko kahdeksan päivän tarkastelujakson ajan alueen vaikutuksen ollessa satunnaismuuttujana on keskimäärin yli 90 % (Kuva 4). Ensimmäisen päivän jälkeen pesien selviytymistodennäköisyys paranee kokeen loppua kohden, saavuttaen kahdeksantena päivänä lähes täyden todennäköisyyden selviytymiselle. Vuorokausi selittävänä muuttujana on mallissa tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 4).

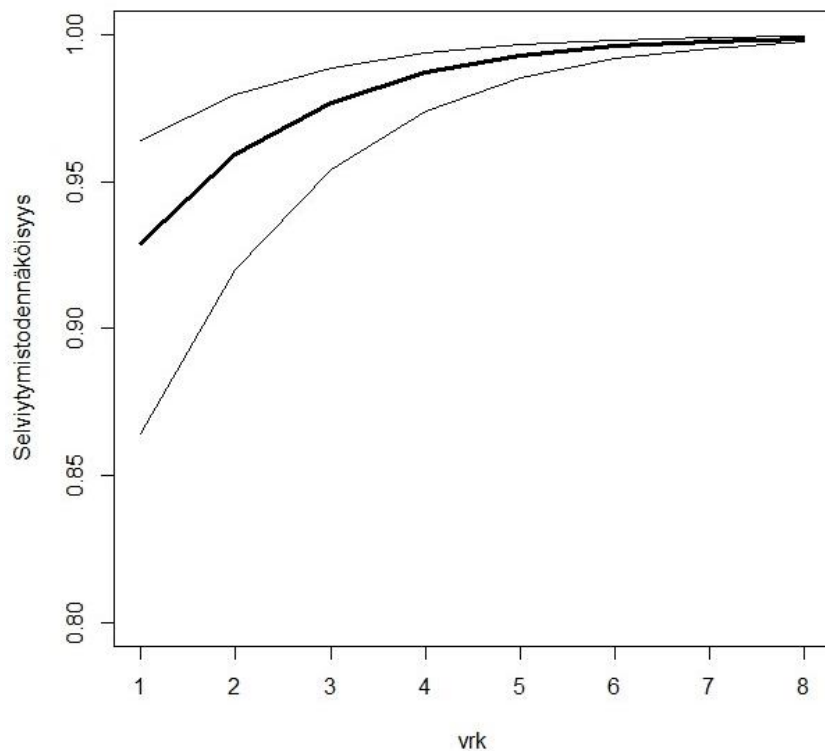


Kuva 4. Pesien selviytymistodennäköisyys koejaksolla. Tumma keskiviiva kuvaa keskimääräistä selviytymistodennäköisyyttä ja harmaat viivat satunnaismuuttujan määräämää vaihteluväliä.

Taulukko 4. Selviytymisanalyysin tilastolliset tunnusluvut

	Estimaatti	Keskivirhe	z-arvo	p-arvo
Vakiotermi	2.03340	0.32147	6.325	<0.001
Vrk	0.44072	0.06585	6.693	<0.001

Vertailuaineisto on kerätty vuosina 2015–2017 alueilta, joilla villisian ei tiedetä esiintyvän. Vertailuaineistosta osa pesistä jätettiin pois analyysistä, koska niiden koeaika erosi käytetystä kahdeksan vuorokauden aikajaksosta. Aineistosta jätettiin myös analyysin ulkopuolelle pesät, joiden predaatioajasta tai predaattorista ei ollut varmuutta, jolloin aineistoa jäi 154 pesän verran. Pesien selviytymistodennäköisyys on lähes samalla tasolla villisika-alueiden kanssa (Kuva 5). Vuorokausi selittävänä muuttujana on mallissa tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 5).

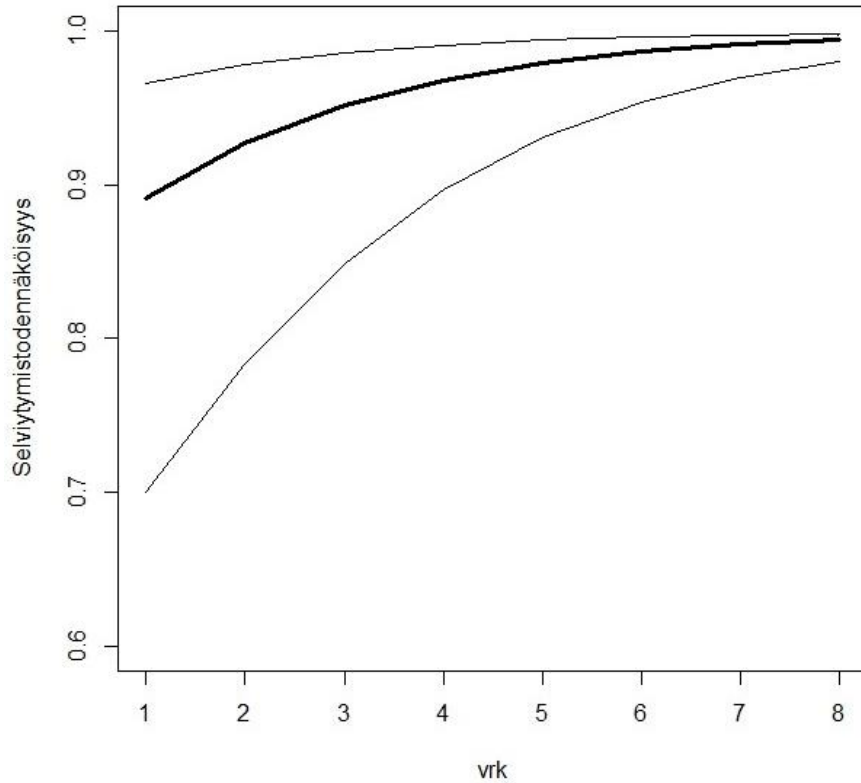


Kuva 5. Vertailuaineiston pesien selviytymistodennäköisyys koeajaksolla. Tumma keskiviiva kuvaa keskimääräistä selviytymistodennäköisyyttä ja harmaat viivat satunnaismuuttujan määräämää vaihteluväliä.

Taulukko 5. Vertailuaineiston selviytymisanalyysin tilastolliset tunnusluvut.

	Estimaatti	Keskivirhe	z-arvo	p-arvo
Vakiotermi	1.97959	0.34356	5.762	<0.001
Vrk	0.59125	0.07972	7.416	<0.001

Villisian liittäminen malliin selittävänä muuttujana laskee hieman selviytymistodennäköisyyttä ja lisää hajontaa, mutta ei vielä merkittävässä määrin (Kuva 6). Villisian vaikutuksen pesien selviytymiseen ei havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää (Taulukko 6).



Kuva 6. Pesien selviytymistodennäköisyys koejaksolla villisian ollessa mukana mallissa. Tumma keskiviiva kuvaa keskimääräistä selviytymistodennäköisyyttä ja harmaat viivat satunnaismuuttujan määräämää vaihteluväliä.

Taulukko 6. Selviytymisanalyysin tilastolliset tunnusluvut villisian ollessa mukana mallissa.

	Estimaatti	Keskivirhe	z-arvo	p-arvo
Vakiotermi	2.05540	0.34062	6.034	<0.001
Vrk	0.44089	0.06748	6.533	<0.001
Villisika	45.82023	57.40309	0.798	0.425

3.4 Hajupostit ja pedot

Hajuposteilla vieraili laaja kirjo eri petoja, mukaan lukien villisikoja (Kuva 7). Hajuposteilta saatujen kuvien avulla laskettiin indeksiarvoja eri petoryhmille ja saadut arvot vaihtelivat nollan ja yhden välillä (Liite 1). Villisian keskimääräinen indeksiarvo oli 0,09.

Vain yhdessä tapauksessa 28:sta villisian indeksiarvo oli keskimääräistä korkeampi ja supikoiran vastaava arvo matala (indeksiarvojen erotus 0,9). Saatujen indeksiarvojen perusteella ei voida päätellä villisian läsnäolon vähentävän supikoiran esiintymistä niiden yhteisillä esiintymisalueilla.



Kuva 7. Villisika tutkii kuvan etualalla näkyvän hajupostin nisäkkäitä houkuttelevaan uutteeseen kastettua tikkua, jonka vieressä on hajupostiin kuuluva kivi.

Toteutuneen pesäpredaation ja petojen indeksiarvojen välistä korrelaatiota mallinnettiin Pearsonin korrelaatiokertoimella, selvittäen eri petoindexien ja predatoitujen pesien suhdetta. Mikään yhdistelmä ei ollut tilastollisesti merkitsevä eikä korrelaatiota pesäpredaation ja petoindexien välillä ollut havaittavissa (Taulukko 9). Villisian ja supikoiran indeksiarvojen välillä ei myöskään havaittu korrelaatiota.

Taulukko 2. Toteutuneen predaation ja petojen indeksiarvojen välisen korrelaation tunnuslukuja. Korrelaation ei havaittu olevan merkitsevää millään yhdistelmällä.

	Pearsonin korrelaatiokerroin	p-arvo
Petoindeksi-kaikki tuhotut pesät	-0,149	0,450
Petoindeksi-nisäkkäiden tuhoamat pesät	-0,049	0,803
Villisika-kaikki tuhotut pesät	-0,123	0,534
Villisika-nisäkkäiden tuhoamat pesät	0,105	0,594
Supikoira-kaikki tuhotut pesät	-0,241	0,216
Supikoira-nisäkkäiden tuhoamat pesät	-0,225	0,250
Villisika-supikoira	-0,089	0,651

Keskimääräinen petoindeksi, jossa kaikki nisäkäspedot on laskettu mukaan, oli koko aineistossa 0,27 ja supikoiralla 0,13 (Taulukko 10). Vertailuaineistossa keskimääräinen petoindeksi oli 0,32 ja supikoiralla 0,22. Sekä koko aineiston, että supikoiran indeksi oli hieman pienempi villisika-alueilla kuin vertailuaineistossa. Kontrollialueiden petoindeksi on indekseistä korkein lukemalla 0,6.

Taulukko 3. Keskimääräisiä tutkielman aineiston ja vertailu- sekä kontrolliaineiston petoindksejä.

Keskimääräinen petoindeksi	0,27
Keskimääräinen supikoiraindeksi	0,13
Keskimääräinen petoindeksi, vertailuaineisto	0,32
Keskimääräinen supikoiraindeksi, vertailuaineisto	0,22
Kontrollihajupostit	0,6

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Villisian ja muiden lajien aiheuttama pesäpredaatio

Villisian ei havaittu tämän aineiston pohjalta olevan merkittävä pesäpredaattori. Sen aiheuttaman predaation ei havaittu olevan kokonaispredaatiota lisäävää vertailuaineistoon nähden, vaan kokonaispredaatiota korvaavaa tai jopa sitä laskevaa. Aikaisemmissa tutkimuksissa villisian on havaittu olevan merkittävä pesäpredaation aiheuttaja (Oja ym. 2017, Mori ym. 2021), mutta tämän tutkielman aineisto ei tue näitä havaintoja. Lintujen, jotka koostuivat yhtä kurkea lukuun ottamatta varislinnuista, osuus pesäpredaatiosta oli merkittävä. Niiden aiheuttama predaatio painottui vahvasti peltoalueille, mikä on huomattu myös muissa tutkimuksissa (Krüger ym. 2018, Kammerle ym. 2019). Myös vertailuaineistossa varislintujen osuus pesäpredaattoreina oli huomattava. Pellon ja metsän rajavyöhykkeen pesät kärsivät huomattavasta varislintujen aiheuttamasta pesäpredaatiosta. Syy peltopesien alttiudelle voi olla niiden usein vähäinen näkösuoja ylhäältä päin katsotuna, jolloin lintujen on muita petoja helpompi havaita ne. Varislinnut viihtyvät peltomaisemassa (Andren 1992), mikä voi lisätä niiden aiheuttamaa predaatiota. Linnut saattavat myös havaita aitojen pesien tapauksessa emon ajoittaisen poistumisen pesältä muninta-aikaan, jolloin pesä jää suojatta.

Nisäkkäiden aiheuttama pesäpredaatio painottui metsäalueille ja nisäkäspetojen tuhoamien pesien osuus oli vertailuaineiston kanssa melko yhteneväinen. Nisäkkäiden välillä ei ollut suuria eroja predatoitujen pesien määrissä, toisin kuin vertailuaineistossa, jossa supikoira oli merkittävin pesäpredaattori. Petojen esiintyminen villisika-alueilta kerätyssä predaatioaineistossa vaikuttaa olevan lajien välillä tasaisempaa. Supikoirien esiintymisen indeksit eivät aineistojen välillä eronneet huomattavasti, vaikka ne olivatkin keskimäärin hieman matalammat villisian esiintymisalueilla. Vertailuaineistossa supikoiran vaikutus pesäpredaattorina vaihteli kuitenkin eri vuosien välillä, vaikka keskimääräinen vaikutus predaatioon olikin merkittävä. Supikoirien vaikutusta pesäpredaattorina on tutkittu ja havaittu sen olevan merkittävä pesäpredaation aiheuttaja monissa ympäristöissä (Krüger ym. 2018, Dahl & Åhlén, 2019, Holopainen ym. 2020a, Koshev ym. 2020). Supikoirat saattavat olla villisian esiintymisalueilla arempia tai niiden määrä vähäisempi,

jolla niiden pienempi osuus pesäpredaatiosta selittyisi. Johtopäätöksiä on vielä vaikea vetää pienehkön aineiston perusteella, vaikka Carpio ym. (2016) tutkimuksessa villisian läsnäolo vähensi kokonaispredaatiota alueella.

Villisian esiintymisalueilla predaatiota aiheuttaneiden petojen lajikirjo oli laajempi verrattuna verrokkiaineistoon. Villisialla saattaisi siis olla vaikutusta petojen monimuotoisuuden ilman, että petojen aiheuttama predaatioaste nousee. Villisian tiedetään muokkaavan ympäristöään (Horčíčková ym. 2019). Sen myötä myös petolajien monimuotoisuus voisi mahdollisesti nousta tai monimuotoisuus kokonaisuudessaan. Villisiat saattavat myös viihtyä alueilla, joiden monimuotoisuus ja kantokyky sopivat useille eri petolajeille.

Osalla koealueista tai niiden läheisyydessä tehtiin havaintoja karhuista, joita villisikakin väistää, ja karhujen läsnäolo alueella voisi toimia osasyynä villisian vähäiseen pesien tuhoamiseen. Vähäiseen pesäpredaatioon on voinut vaikuttaa myös villisian arkuus, koska kameroille on tallentunut tilanteita, joissa villisika kulkee aivan pesän läheltä tai käy jopa haistamassa sitä, mutta ei koske muniin. Samankaltaista käytöstä havaittiin myös muilta lajeilta eri koealueilla. Ketun ja supikoiran on havaittu useammalla pesällä liikkuvan aivan pesän viereltä, mutta ne eivät ole koskeneet muniin. Koeasetelmassa epäilystä eläimissä saattaa herättää kamera etenkin yöaikaan, koska liiketunnistimen valo syttyy sen havaitessa liikettä. Eri merkkisten kameroiden valojen värit myös vaihtelevat ja eläimet saattavat havaita niitä eri tavalla.

Koepesien haju eroaa oikeista pesistä. Hajujen puuttuminen, jota hautovasta emolinnusta tarttuu voi vaikuttaa pesien havaitsemiseen, koska nisäkkäät käyttävät paljon hajuaistiaan ruokaa etsiessään. Emolinnut voivat myös puolustaa pesiään etenkin varislinnuilta, joten keinopesien käyttö saattaa korostaa varislintujen osuutta aineistossa pesäpredaattoreina (ks. Krüger ym. 2018). Käytettyjä keinopesiä ei tulisi liikaa verrata aitoihin pesiin, sillä niiden tarkoitus on kuvastaa munintavaihetta, jolloin emolintu ei vielä haudo munia. Keinopesiä ei voi verrata suoraan aitoihin pesiin, mutta niiden avulla saatu aineisto voi kuitenkin kertoa jotain maassa pesiviin lintuihin kohdistuvasta predaatiosta ja sitä aiheuttavista pedoista.

Hajuposteista saadut indeksiarvot olivat yleisesti ottaen melko vaihtelevia eikä niiden perusteella ollut mahdollista tehdä juurikaan päätelmiä, vaikka ne olivat vertailuaineiston ja kontrollialueiden keskimääräisiä petoindeksejä hieman matalampia. Myöskään minkäänlaisia korrelaatioita pesäpredaation ja petojen indeksiarvojen välillä ei havaittu.

4.2 Pesien selviytymistodennäköisyys ja alueen vaikutus

Pesien selviytymistodennäköisyys koealueilla oli vertailuaineiston kanssa hyvin samankaltaista. Villisian lisääminen selviytymistodennäköisyyden malliin lisäsi hieman hajontaa keskimääräisen selviytymistodennäköisyyden ympärillä verrattuna malliin ilman villisikaa sekä vertailuaineistoon, mutta erot olivat hyvin pieniä. Verrattavat aineistot on kerätty eri vuosina, mutta se ei aiheuttanut havaittavaa eroa keskimääräiseen selviytymistodennäköisyyteen aineistojen välillä.

Aineistossa eri vyöhykkeiden pesäpredaatioissa havaittiin huomattaviakin eroja, peltopesien ollessa alttiimpia pesäpredaatiolle kuin metsäpesien. Etenkin peltoalueilla ja pelton ja metsän rajavyöhykkeillä pesivien lintujen kannalta pesäpredaatio saattaa toimia lintujen lisääntymistä heikentävänä tekijänä, samoin kuin vertailuaineistossakin. Tämän kaltaisissa tutkimusasetelmissä epäilty varislintujen pesäpredaation korostuminen (Krüger ym. 2018) saattaa kuitenkin liioitella tuloksia niiden haitallisuudesta maassa pesiville linnuille.

Ojan ym. (2015) tutkimuksessa villisian ruokinnalla havaittiin olevan vaikutusta pesäpredaation suuruuteen. Tutkimuksessa suuremmat ruokamäärät villisikojen ruokintapaikoilla johtivat suurempaan pesäpredaation riskiin, ja riski pieneni siirryttäessä kauemmas ruokintapaikalta. Predaatoririski myös pieneni, jos ruokinta lopetettiin, mutta ruokintapaikkojen läheisyydessä predatioriski säilyi keskimääräistä suurempana vielä vuosien ajan ruokinnan päättymisestä. Ojan ym. (2015) tutkimuksessa ei otettu huomioon pesien tiheydestä riippuvaa pesäpredaatiota (Shitikov ym. 2017), joka on saattanut vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin. Tämän tutkielman aineistossa ei ole havaittavissa voimakkaampaa pesiin kohdistuvaa predatiota ruokintapaikkojen läheisyydessä, päinvastoin se on ollut niillä keskimäärin pienempää muihin alueisiin verrattuna. Osasyynä pienempään predatioasteeseen aineistossa voi olla pesien sijainti metsässä, jossa valtaosa ruokintojen yhteydessä olleista pesistä sijaitti. Predaation on havaittu olevan keskimääräistä pienempää

myös pelto-metsäaineistojen A-vyöhykkeillä, jotka ovat metsäalueita. Tutkimuksen tulokset eivät siten tue Ojan ym. (2015) tuloksia.

Maassa pesivien lintujen pesimämenestyksen heikentymiseen löytyy useita syitä ja yhtenä niistä toimii todennäköisesti pesäpredaatio. Maiseman pirstoutuminen ja pesimäalueiden laadun heikkeneminen on tutkimusten mukaan edelleen yksi suurimmista syistä maassa pesivien lintujen taantumisen taustalla (Gilbert ym. 2010). Maankäytön muutokset voivat myös lisätä tai voimistaa pesäpredaation vaikutuksia maassa pesiviin lintuihin (Gilbert ym. 2010, Kurki ym. 2000).

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkielman tulosten perusteella villisikaa ei voida pitää merkittävänä pesäpredaation aiheuttajana maassa pesiville linnuille Suomessa. Villisian vaikutuksista kokonaispredaation asteeseen tai petojen välisiin lajisuhteisiin ei ole näiden tulosten valossa tarpeeksi näyttöä selkeiden johtopäätösten vetämiseen. Varislintujen havaittiin tämän tutkielman perusteella olevan merkittäviä pesäpredaation aiheuttajia koepesillä. Riistakameroiden käytön havaittiin olevan tehokasta ja luotettavaa pesäkokeiden ja hajupostien seurannassa, sillä vain muutamien pesien tuhoutumisen ajankohta tai pesäpredaattori jäi kuvista selviämättä. Villisian vaikutukset ympäristölleen voivat olla moninaisia ja lajin ja sen vaikutusten tutkimista olisikin syytä jatkaa tiedon luotettavuuden lisäämiseksi.

6 KIITOKSET

Suuri kiitos työn ohjaajille Veli-Matti Väänäselle tutkielman ohjaamisesta sekä avusta aineiston keräämisessä sekä Sari Holopaiselle avusta tilastollisissa menetelmissä. Kiitokset myös Elmo Miettiselle työstä aineiston keräämisessä ja muusta tuesta tutkielman kanssa. Kiitos kaikille yhteistyötä tehneille ja kokeiden mahdollistaneille maanomistajille ja metsästäjille. Kiitokset Suomen Riistanhoito-Säätiölle sen myöntämästä stipendistä tutkielmaa varten.

7 LÄHTEET

Andren, H. 1992. Corvid Density and Nest Predation in Relation to Forest Fragmentation: A Landscape Perspective. *Ecology (Durham)* 73 (3), s. 794–804.

Ballari, S. & Barrios-García, N. 2014. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. *Mammal review* 44 (2), s. 124–134.

Barrios-Garcia, N. & Ballari, S. 2012. Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biological invasions* 14 (11), s. 2283–2300.

Carpio, A., Hillström, L. & Tortosa, F. 2016. Effects of wild boar predation on nests of wading birds in various Swedish habitats. *European journal of wildlife research* 62 (4), s. 423–430.

Cocquelet, A., Mårell, A., Bonthoux, S., Baltzinger, C. & Archaux, F. 2019. Direct and indirect effects of ungulates on forest birds' nesting failure? An experimental test with artificial nests. *Forest ecology and management* 437, s. 148–155.

Clemens, R., Herrod, A. & Weston, M. 2014. Lines in the mud; revisiting the boundaries of important shorebird areas. *Journal of nature conservation* 22 (1), s. 59–67.

Dahl, F. & Åhlén, P-A. 2019. Nest predation by raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in the archipelago of northern Sweden. *Biological invasions* 21 (3), s. 743–755.

Evans, K. 2004. The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis (London, England)* 146 (1), s. 1–13.

Frauendorf, M., Gethöffer, F., Siebert, U. & Keuling, O. 2016. The influence of environmental and physiological factors on the litter size of wild boar (*Sus scrofa*) in an agriculture dominated area in Germany. *The Science of the total environment* 541, s. 877–882.

Henrik T., Spong, G. & Ericsson, G. 2013. Effects of hunting on wild boar *Sus scrofa* behaviour. *Wildlife Biology* 19 (1), s. 87–93.

Holopainen, S., Väänänen, V-M. & Fox, A. 2020a: Landscape and habitat affects frequency of native but not alien predation of artificial duck nests. *Basic and Applied Ecology* 48: 52-60.

Holopainen, S., Väänänen, V-M. & Fox, A. 2020b: Artificial nest experiment reveals inter-guild facilitation in duck nest predation. *Global Ecology and Conservation* 24 (2020).

Horčíčková, E., Brůna, J. & Vojta, J. 2019. Wild boar (*Sus scrofa*) increases species diversity of semidry grassland: Field experiment with simulated soil disturbances. *Ecology and evolution* 9 (5), s. 2765–2774.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U-M. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. ISBN: 978-952-11-4974-0.

Kammerle, J-L. & Storch, I. 2019. Predation, predator control and grouse populations: a review. *Wildlife biology* 2019 (1). s. 1.

Koshev, Y.S., Petrov, M.M., Nedyalkov, N.P. & Raykov, I.A. 2020. Invasive raccoon dog depredation on nests can have strong negative impact on the Dalmatian pelican's breeding population in Bulgaria. *European Journal of Wildlife Research* 66:85.

Krüger, H., Väänänen, V-M., Holopainen, S. & Nummi, P. 2018. The new faces of nest predation in agricultural landscapes—a wildlife camera survey with artificial nests. *European Journal of Wildlife Research* 64 (76).

Kurki, S., Nikula, A., Helle, P. & Lindén, H. 2000. Landscape Fragmentation and Forest Composition Effects on Grouse Breeding Success in Boreal Forests. *Ecology (Durham)* 81 (7). s. 1985–1997.

Ludwig, G., Alatalo, R., Helle, P. & Siitari, H. 2010. Individual and Environmental Determinants of Daily Black Grouse Nest Survival Rates at Variable Predator Densities. *Annales Zoologici Fennici* 47 (6), s. 387–397.

Luonnonvarakeskus. 2021. Villisikojen määrä kasvanut – kanta arvioidaan uudella mallilla. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.luke.fi/uutinen/villisikojen-maara-kasvanut-kanta-arvioidaan-uudella-mallilla/> [Viitattu 31.5.2021].

Malmsten, A. & Dalin, A-M. 2016. Puberty in female wild boar (*Sus scrofa*) in Sweden. *Acta veterinaria scandinavica* 58 (1).

Mori, E., Lazzeri, L., Ferretti, F., Gordigiani, L. & Rubolini, D. 2021. The wild boar *Sus scrofa* as a threat to ground-nesting bird species: an artificial nest experiment. *Journal of Zoology*, 314 (4). s. 311–320.

Nummi, P., Väänänen, V-M., Pekkarinen, A-J., Eronen, V., Mikkola-Roos, M., Nurmi, J., Rautiainen, A. & Rusanen, P. 2019. Alien predation in wetlands – the Raccoon Dog and water birds breeding success. *Baltic forestry* 25 (2), s. 228–237.

Oja, R., Zilmer, K., Valdmann, H. & Apollonio, M. 2015. Spatiotemporal Effects of Supplementary Feeding of Wild Boar (*Sus scrofa*) on Artificial Ground Nest Depredation. *PloS one* 10 (8).

Oja, R., Soe, E., Valdmann, H., Saarma, U. & Apollonio, M. 2017. Non-invasive genetics outperforms morphological methods in faecal dietary analysis, revealing wild boar as a considerable conservation concern for ground-nesting birds. *PloS one* 12 (6).

Podgórski, T., Baś, G., Jędrzejewska, B., Sönnichsen, L., Śnieżko, S., Jędrzejewski, W. & Okarma, H. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy* 94 (1), s. 109–119.

Podgórski, T., Lusseau, D., Scandura, M., Sönnichsen, L., Jędrzejewska, B. & Widdig, A. 2014. Long-lasting, kin-directed female interactions in a spatially structured wild boar social network. *PloS one* 9 (6).

RStudio Team. 2021. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. URL <http://www.rstudio.com/>.

Ruha, L. & Kunnasranta, M. 2021. Suomen villisikakanta tammikuussa 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 16 s.

Ruuska, T. 2018. Supikoira linnunpesien saalistajana suomalaisessa maatalousmaise-massa. Pro Gradu, Helsingin yliopisto, pro gradu-tutkielmat.

Shaffer, T. 2004. A unified approach to analyzing nest success. *The Auk* 121 (2), s. 526–540.

Shitikov, D., Vaytina, T., Makarova, T., Fedotova, S., Volkova, V. & Samsonov, S. 2017. Species-specific nest predation depends on the total passerine nest density in open-nesting passerines. *Journal of ornithology* 159 (2), s. 483–491.

Sondej, I. & Kwiatkowska-Falińska, A. 2017. Effects of Wild Boar (*Sus scrofa* L.) Rooting on Seedling Emergence in Białowieża Forest. *Polish journal of ecology* 65 (4), s. 380–389.

Thurfjell, H., Ball, J., Åhlén, P.-A., Kornacher, P., Dettki, H. & Sjöberg, K. 2009. Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.): agricultural fields and edges. *European journal of wildlife research* 55 (5), s. 517–523.

Ukkonen, P., Mannermaa, K. & Nummi, P. 2015. New evidence of the presence of wild boar (*Sus scrofa*) in Finland during early Holocene: Dispersal restricted by snow and hunting? *Holocene (Sevenoaks)* 25 (2), s. 391–397.

Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A. 2011. Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. <<http://atlas3.lintuatlas.fi>> (viitattu [16.10.2021]) ISBN 978-952-10-6918-5.

Zuur, A., Ieno, E., Walker, N., Saveliev, A. & Smith, G. 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. Springer.

LIITE 1 — PETOINDEKSIT ALUEITTAIN

Taulukon lyhenteet: L=lintu, N=nisäkäs, Su=supikoira, T=tuntematon, V=villisika. Luku kirjainlyhenteen jälkeen kertoo predatoitujen pesien määrän. Jokainen rivi kertoo yksittäisen alueen predaatioasteen, predaattorit ja petoindeksi, jotka villisialle ja supikoiralle on kerrottu viimeisissä sarakkeissa erikseen.

Predaatioaste	Predaattori	Petoindeksi	Villisika	Supikoira
25 %	L1/N1	0	0	0
75 %	L6	0,2	0	0,05
33 %	L2	0,47	0,13	0,2
33 %	Su1/N1	0,45	0,1	0,2
63 %	L5	0,15	0	0,05
50 %	L2/N1/T1	0	0	0
17 %	L1	0,1	0,05	0
0 %	-	0,05	0	0
50 %	L1/Su1/T1	0,15	0,5	0,5
100 %	L5/N1	0,45	0,2	0,05
50 %	L1/V1	0,25	0,2	0,05
83 %	L4/N1	0,05	0	0
25 %	N1	0	0	0
25 %	V1	0,9	0	0,55
25 %	T1	0,6	0,1	0,45
100 %	L5/N1	0,3	0,05	0,2
33 %	L2	0,25	0	0,25
13 %	L1	0,2	0	0,2
0 %	-	0,5	0	0,5
0 %	-	0,15	0,15	0
0 %	-	0,25	0,1	0,1
75 %	L1/V2	0,1	0	0,05
50 %	Su2	0,13	0,07	0,07
50 %	Su2	0,1	0,1	0
0 %	-	0,05	0	0,05
0 %	-	0,25	0,1	0,1
25 %	T1	0,55	0,15	0,35
25 %	N1	1	0,95	0,05