

**Värikyyden vaikutus petolintujen saaliinvalintaan**  
Iida-Sofia Holma

Pro gradu –tutkielma

Turun yliopisto  
Biologian laitos

*Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti  
tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu  
Turnitin OriginalityCheck-järjestelmällä*

TURUN YLIOPISTO

Biologian laitos

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

HOLMA IIDA-SOFIA: Värikkyuden vaikutus petolintujen saaliinvalintaan

Pro gradu -tutkielma, 36 s. 1 liite.

Biologia

Toukokuu 2021

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -järjestelmällä.

---

Petolintujen saaliinvalintaan vaikuttaa vahvasti saaliin koko, saaliin populaation tiheys ja saaliin oma haavoittuvuus. Koska linnut ovat yksi värikkäimmistä eläinkunnan luokista, on mahdollista, että myös saalislintulajien värikkyys vaikuttaa niitä saalistavien petojen saaliinvalintaan. Värikkyys voi mahdollisesti lisätä tai vähentää saaliiksi joutumisen todennäköisyyttä joillakin saalislajeilla. Aiheesta tehdyt tutkimukset ovat osoittautuneet ristiriitaisiksi ja tulokset värikkyuden vaikutuksesta ovat vaihdelleet tarkasteltavasta petolinnusta riippuen. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia sekä ihmissilmin havaittavan värikkyuden, että ultraviolettivärikkyuden vaikutusta eri petolintujen saaliinvalintaan. Tutkimuksessa käytettiin kahtatoista Suomessa esiintyvistä petolinnuista tehtyä biologista tutkimusartikkelia, joissa oli valmista aineistoa petolintujen ravinnon koostumuksesta. Lisäksi aineistoa täydennettiin saalislajien tiheysarvioilla ja saalislajien keskimääräisellä painolla muista kirjallisista lähteistä. Saalislajien värikkyuden arviointiin käytettiin valokuvia, joita 7 vapaaehtoista arvioi. Värikkyudesta arvioitiin sekä kontrasti että kirjavuus asteikolla 0–4. Ultraviolettivärikkyyttä arvioitiin käyttämällä UV-taskulamppua ja arvioimalla sen tuottaman valon heijastumista Turun yliopiston eläinmuseon linnunnahkanäytteistä sekä täytetyistä näytteistä asteikolla 0–4. Aineistoista muodostettiin lineaarinen malli, jossa selitettävänä muuttujana oli saalislukumäärät ja selittävinä muuttujina saalislajin tiheys (pari/ km<sup>2</sup>), paino (g), saalislajin UV-arvo, saalislajin kirjavuus ja kontrasti. Tuloksista ilmeni, että tiheys ja paino vaikuttavat merkitsevästi suurimalla osalla tutkimukseen valituista petolinnuista. Tiheys vaikuttaa positiivisesti, eli mitä suurempi saalispopulaation tiheys, sitä enemmän sitä joutuu saaliiksi. Painon vaikutus riippuu petolinnusta. Myös värikkyuden vaikutus vaihteli petolinnusta riippuen. Tämä tukee aiempia tutkimuksia ja ajatusta siitä, että eri lajien näköaisti on kehittynyt tietynlaiseen tehtävään ja kuvastaa siten lajien erilaisia ekolokeroita.

Asiasanat:

Petolinnut, saaliinvalinta, värikkyys, ultravioletti

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	1
1.1 Petolintujen saalistuksesta .....	1
1.2 Petolintujen ruokavalion koostumus ja saaliinvalinta .....	1
1.3 Lintujen näkökyvystä .....	4
1.4 Lintujen värikkydestä .....	5
1.5 Värikkyden vaikutus saaliinvalintaan .....	6
1.6 Tutkielman tavoitteet.....	7
2. Materiaalit ja menetelmät.....	7
2.1 Kirjallinen aineisto .....	7
2.2 Värikkyden määrittely .....	10
2.2.1 Ihmissilmin havaittavan värikkyden määrittely.....	10
2.2.2 Ultraviolettivärikkyden määrittely.....	12
2.3 Tilastollinen tarkastelu .....	13
3. Tulokset.....	14
4. Pohdinta .....	16
4.1 Tiheyden ja painon vaikutus saaliinvalintaan.....	16
4.2 Värikkyden vaikutus saaliinvalintaan .....	16
4.1 Virhelähteet .....	18
4.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet .....	20
Kiitokset .....	21
Lähteet.....	22
LIITEET .....	27

## **1. Johdanto**

### **1.1 Petolintujen saalistuksesta**

Suurin osa petolinnuista on generalistipetoja eli niiden ruokavalio koostuu monipuolisesti erilaista saalislajeista (Bildstein 2017). Petolintujen ruokavalioon kuuluu pieniä selkärangattomia, kaloja, matelijoita, sammakkoeläimiä, lintuja ja nisäkkäitä. Saaliina pelkästään erilaisia lintulajeja on noin 500. Näiden lisäksi petolinnut voivat hyödyntää ravintonaan suurempien eläinten ruhon osia. Lisäksi joidenkin lajien tiedetään hyödyntävän ravinnossaan myös kasveja (Bildstein 2017). Esimerkiksi pöllöt (Strigidae) syövät keskimäärin päivän aikana noin 16–48 % oman massansa verran nisäkkäitä, lintuja, liskoja, sammakoita ja selkärangattomia (Mikkola 1982).

Tärkeimmiksi saaliin kriteereiksi nousevat saaliin koko suhteessa saalistajaan, saalislajin populaation tiheys ja saaliin haavoittuvuus. Petolinnut käyttävät saalistustekniikoinaan mm. vaanimista, syöksymistä suojasta, yläpuolella liitelyä, jahtaamista, odottamista ja tähystelyä. Saalistaessa on tavallista, että saalistava lintu käyttää ja yhdistelee vähintään kahta eri tekniikkaa (Bildstein 2017).

Saalistuksessa auttaa petolinnuille muodostuva ns. ”etsintäkuva” (eng. searching image). Tutkimusten mukaan, kun saalislajin populaation tiheys kasvaa tiettyyn pisteeseen, saalistajat virittäytyvät havaitsemaan tätä saalislajia ja muodostaa ns. ”etsintäkuvan” (Mook 1960). Tämä ns. ”etsintäkuva” muodostetaan oppimalla saalistamaan ja hyödyntämään uusia lajeja (Bond 2007). ”Etsintäkuvan” avulla saalistajat pystyvät entistä tehokkaammin hyödyntämään uusia kryptisiä lajeja saaliinaan. Tämä on todella tärkeää saalistuksessa ensisijaisesti näköaistiansa käyttäville lajeille. Sen avulla saalistaja voi oppia tunnistamaan pedolle oudon näköisiä harvinaisia saalislajeja (Mook 1960; Bond 2007; Ishii ym. 2009).

### **1.2 Petolintujen ruokavalion koostumus ja saaliinvalinta**

Mikkolan (1982) mukaan Fennoskandian pöllöjen ruokavaliosta suurin osa koostuu nisäkkäistä, mutta lajeilla, jotka luokitellaan generalistipedoiksi lintujen osuus ruokavaliosta voi olla 16–44 % kaikesta saaliista. On siis todennäköistä, että Pohjois-Euroopan pöllöjen ruokavalio perustuu nisäkkäiden saalistukselle ja sitä täydennetään tarvittaessa esimerkiksi linnuilla, sammakoilla ja liskoilla. Suurin vaikutus ruokavalion

koostumukseen on saatavilla olevan saaliiden määrä ja koostumus (Mikkola 1982). Pöllöt siis hyödyntävät eniten sitä saalista, mitä on eniten saatavilla. On siis tärkeää, että jos ensisijainen saalis on altis suurille kannanvaihteluille, kuten esimerkiksi monien pöllölajin hyödyntämät myyrät ovat (esim. Ostffeld ym. 1993), on pöllöjen pystyttävä vaihtamaan ja hyödyntämään myös muita lajeja saaliinaan (Mikkola 1982). Tämä voi näkyä esimerkiksi petolinnun reviirin valinnassa. Esimerkiksi tuulihaukan (*Falco tinnunculus*) reviirin valinnasta tiedetään, että heterogeenisen alueen valitseminen on kannattavampaa, koska heterogeeniset alueet tarjoavat suuremman valikoiman erilaisia saaliseläimiä. Se on erityisen tärkeää, jos saaliseläinten kannat vaihtelevat paljon (Navarro-López & Fargallo 2015).

Sekä säällä että ilmastolla on huomattu olevan vaikutusta ruokavalion koostumukseen. Lämpötilojen ollessa alle 0 °C ja kun selkärangattomia ei ole saatavilla, eräät jalohaukka (Falconidae) sukuun kuuluvat petolinnut alkavat suosia ruokavaliossaan enemmän pieniä nisäkkäitä (Bildstein 2017). Mikäli alueella on paljon lunta, haukat alkavat suosia pikkulintuja nisäkkäiden sijaan. Tämä johtuu siitä, että paksu lumi suojaa myyriä ja pieniä jyrsijöitä (esim. Halonen ym. 2007). Lauhkean ilmanalan alueilla suurin osa ruokavaliosta koostuu pienistä nisäkkäistä ja hyönteisistä, joskin pienistä linnuista haetaan täydennystä. Erot petolintulajien ruokavalion erilaisuuksissa ja erikoistumisissa usein kuvastat erilaisia ympäristöjä, joista petolintuja voidaan löytää (Bildstein 2017). Samanlainen ilmiö on huomattu tutkittaessa lumipeitteen vaikutusta varpuspöllön (*Glaucidium passerinum*) ruokavaliioon. Myyrät ovat varpuspöllön halutuin saaliskohde, mutta talvella lumipeite vähentää varpuspöllön ruokavaliossa olevien myyrien määrää. Tilannetta puskuroidakseen varpuspöllö varastoi ravintoa ennen lumen tuloa ja hyödyntää saaliinaan myös lintuja (Halonen ym. 2007).

Petolintujen ruokavalion koostumukseen voi vaikuttaa myös petoyksilön sukupuoli. Petolinnuilla on sukupuolten välinen kokoero eli dimorfismia, jossa naaras linnut ovat usein isompia kuin koiraat (Sigurjónsdóttir 1981; Lundberg 1986; Bildstein 2017). Naaras linnut pystyvät saalistamaan isompia ja hitaampia saalieläimiä kuin koiraat (Bildstein 2017). Koko voi esimerkiksi vähentää sukupuolten välistä kilpailua saaliista (Sigurjónsdóttir 1981) ja lisätä lintujen määrää koiraiden ruokavaliossa (Lundberg 1986). Sukupuolen lisäksi myös yksilön ikä voi vaikuttaa ruokavalion koostumukseen. Nuoret yksilöt erikoistuvat usein pieniin ja helpommin saalistettaviin saaliisiin, kuten pieniin nisäkkäisiin eikä pikkulintuihin (Bildstein 2017).

Eräs tekijä generalistipetojen ruokavalion koostumuksessa on saalislajien oma alttius joutua saaliiksi (Ekman 1986). Esimerkiksi eräät tiaislajit (*Parus spp*) ruokailevat puiden uloimmissa osissa ja niin ovat alttiimpia petojen hyökkäyksille ja sitä kautta myös niiden ravinnoksi joutumiselle (Ekman 1986; Suhonen ym. 1993). Samankaltaisia tuloksia saatiin tutkittaessa lokkien (*Larus spp*) pesän sijainnin vaikutusta saaliiksi joutumisen todennäköisyyteen. Ne yksilöt, jotka pesivät lähempänä pöllöä, joutuivat todennäköisimmin pöllön saaliiksi (Jehl & Chase 1987).

Saaliinvalintaan voi vaikuttaa moni tekijä. Esimerkiksi Korpimäen (1981) julkaisussa käydään läpi helmipöllön (*Aegolius funereus*) saaliita. Huomattiin, että helmipöllö suosii saaliikseen suurimmaksi osaksi tasalämpöisiä eläimiä, vaihtolämpöiset eläimet puuttuivat sen ruokavaliosta melkein kokonaan. Tutkimuksessa havaittiin myös, että suurin osa helmipöllön saalista oli koiraita. Esimerkiksi keskimäärin noin 70 % saaliiksi jääneistä nisäkkäistä oli koiraita. Tämä voi johtua siitä, että pikkunisäkkäiden populaatiossa on enemmän koiraita verrattuna naaraisiin. Lintujen osalta eroa sukupuolten välillä selittää esimerkiksi se, että koiraat liikkuvat aktiivisemmin kuin naaraat lisääntymiskaudella. Erot sukupuolten välillä kuitenkin tasaantuivat kesäkaudeksi. Lisäksi huomattiin myös, että saaliinvalinnan voimakkuus ja tiettyihin lajeihin erikoistuminen, voimistuivat kun ravintoa oli runsaasti tarjolla (Korpimäki 1981).

Myös saaliin paino voi olla tekijä saaliinvalinnassa. Varpushaukoilla (*Accipiter nisus*) tehdyn tutkimuksen mukaan, varpushaukat valitsivat saaliikseen keskimäärin 51–150 grammaa painavia saaliita, mutta suosivat selvästi 101–150 grammaa painavia saaliita (Cresswell 1995). Varpushaukan lisäksi samankaltaisia tuloksia on saatu kanahaukka (*Accipiter gentilis*) tutkimuksista. Kanahaukka suosii eniten 100–400 grammaisia saaliita. Lisäksi huomattiin, että kanahaukka suosii metsäisten ympäristön saaliita enemmän, kuin ei-metsäisiä lajeja (Rebollo 2017). Saaliin koon lisäksi, myös saalistajan koolla on väliä. Comayn (2018) tutkimuksen mukaan isoimmat pöllölajit hyödyntävät laajemmalla skaalalla erikokoisia saaliita, kuin pienemmät pöllölajit (Comayn 2018). Saalislajin populaation tiheyden vaikutusta saaliinvalintaan ja ruokavaliokoostumukseen on tutkittu useammalla lajilla. Esimerkiksi tuulihaukan on havaittu valitsevan saaliiksi eniten niitä lintulajeja, joita sen asuttamalta alueelta löytyy (Souttou ym. 2007). Myös helmipöllöllä on havaittu samanlaista käytöstä (Korpimäki 1981).

### 1.3 Lintujen näkökyvystä

Näkökyky on erittäin tärkeä linnuille ja ne käyttävät paljon visuaalisia merkkejä ja vihjeitä erilaisissa tilanteissa, kuten esimerkiksi saalistuksessa ja lajitovereiden aistimisessa. Kaikista selkärangkaisista, linnut omaavat yhden parhaiten varustelluista visuaalisista järjestelmistä. Ne pystyvät aistimaan ultraviolettisäteilyä ja niillä tetrakromaattinen värinäkökyky. Suurella osalla linnuista on silmissään viittä erilaista tappisolua, kun taas ihmisillä vain kolmea. Lisäksi lintujen silmät ovat suuret suhteessa niiden pään massaan. Ne pystyvät aistimaan valon eri aallonpituuksia keskimäärin 300–700 nanometrin spektrillä (Bennet & Théry 2007).

Lintujen näkökyky voidaan jakaa kahteen päätyyppiin. Ultravioletti sensitiiviseen (eng. UV-sensitive tai UVS) ja violetti sensitiiviseen (eng. violet-sensitive tai VS) (esim. Hart ym. 2000; Hart 2001). Päätyypit eroavat lähinnä lintujen havaitsemisessa valon maksimiaalipituuksissa ja eritoten ultraviolettivalon aistimisessa. Tämä tarkoittaa, että toinen luokka on herkempi UV-säteilylle, kuin toinen luokka (Hart ym. 2000). Kahden päätyypin erojen vaikutuksia on tutkinut esimerkiksi Håstad (2005), jonka tutkimuksessa kävi ilmi, että saalislintulajit pystyvät näkemään ja erottamaan toisensa paremmin metsäisestä taustasta, kuin petolinnut ja varislinnut (Håstad 2005). Näitä tutkimuksia tukee myös Lind ym. (2013) tutkimus, jossa saatiin samankaltaisia tuloksia.

Ultravioletin valon näkeminen on tärkeää linnuille käyttäytymiseen liittyvissä toiminnoissa, esimerkiksi etsiessä ravintoa ja viestiessä lajikumppaneille. Lisäksi lintujen tiedetään hyödyntävän ultraviolettivaloa ja -väritystä esimerkiksi parinvalinnassa (Cuthill ym. 2000). Esimerkiksi tuulihaukka pystyy aistimaan ultraviolettiheijastavuutta ympäristössä olevasta myyrien virtsasta ja mahdollisesti hyödyntämään sitä saalistuksessa (Viitala ym. 1995). Samankaltaisia tuloksia on saatu myös varpupöllöillä tehdystä tutkimuksesta (Härmä ym. 2011).

Päiväpetolintujen näkökyky on kaikista optimaalisin kirkkaassa valossa ja olosuhteissa, jossa kontrastit ovat suuria. Lisäksi tutkimuksen mukaan päiväpetolinnun silmät ovat kehittyneet vähentämään valon sirontaa, joka puolestaan saa aikaan näön korkeamman resoluution. Usealla päiväpetolajilla on myös löydetty silmistä rakenteita, jotka antavat viitteitä värinäön tärkeydestä päiväpetolinnuille (Potier ym. 2020). Värinäön tärkeydestä kertoo esimerkiksi Potierin ym. vuoden 2018 tutkimus, jossa tutkittiin ritarihaukan (*Parabuteo unicinctus*) näkökykyä. Tuloksista kävi ilmi, että kyseisen haukkalajin

näkökyky on erityisen hyvä erottamaan eri värisiä kappaleita, esimerkiksi saaliskohteita, hyvinkin kaukaa (Potier ym. 2018). Tulokset viittaavat siihen, että paras visuaalinen järjestelmä ei välttämättä ole kokonaisvaltaisesti paras vaan tiettyyn käyttäytymiseen ja ekologiaan erikoistunut systeemi (Potier ym. 2018; Potier 2020).

#### **1.4 Lintujen värikyydestä**

Linnut ovat yksi väkirikkaimmista eläinmaailman luokista ja monet sen lajit ovat silmiinpistävä värikkäitä. Lintujen värikyydestä on tehty monia tutkimuksia, joita Andersson (2019) kirjassaan *Sexual selection* käy kattavasti läpi. Erään teorian mukaan silmiinpistävä värikkyys voi toimia esimerkiksi varoituksena saalistajille. Se voi kertoa esimerkiksi saaliin myrkyllisyydestä, vaarallisuudesta tai muusta saaliiksi kelpaamattomuudesta. Värikkyys on myös vahvasti yhteydessä seksuaalivalintaan, sillä tutkimuksissa on huomattu monien lintulajinaaraiden suosivan värikkäimpiä koiraita pariutumisessa. Värikkyys voi toimia lajin sisäisenä viestinä lajin yksilöiden välillä ja kertoa esimerkiksi kelpoisuudesta pariutumistilanteissa (Andersson 2019).

Andersson (2019) käsittelee kirjassaan laajasti myös lintujen värikyyden evoluutiota. Värikyyden evoluutioon ei kuitenkaan olla löydetty yksiselitteistä selitystä. Yhden näkemyksen mukaan seksuaalivalinta on ollut lintulajien värikyyden kehittymisen ajavana voimana. Naaraiden valitessa värikkäitä koiraita ja koiraiden kilpaillessa keskenään naaraista, värikkyys lisääntyy populaatiossa. Toisaalta värikkyys voi myös lisätä saaliksi joutumisen riskiä, koska värikkyys voi lisätä taustasta erottumista ja lisätä pedon todennäköisyyttä huomata saalis. Toinen ajatus on, että lajien saalistus ajaa lintujen värikyyden evoluutiota. Saalistajat voivat värikyydellä viestiä saalistajille olevansa ns. kannattamattomia tai pahanmakuisia saaliita, joten siksi niitä myös saalistetaan vähemmän. Tämä johtaa värikyyden lisääntymiseen populaatiossa. Seksuaalivalinnan ja ns. kannattamattoman saaliin teorioilla on takanaan paljon tutkittua tietoa ja julkaistuja artikkeleita, mutta seksuaalivalintaa pidetään todennäköisempänä syynä värikyyden evoluutioon (Andersson 2019).



## 1.5 Värikyyden vaikutus saaliinvalintaan

Saalislintulajien värikyyden vaikutusta saaliinvalintaan linnuilla on myös tutkittu paljon ja tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Esimerkiksi Götmarkin (1993) tutkimuksessa varpushaukka hyökkäsi todennäköisemmin värikkäisiin peippokoiraisiin (*Fringilla coelebs*), kuin paremmin taustaan sulautuviin peipponaaraisiin. Samassa tutkimuksessa kuitenkin huomattiin, että varpushaukka myös saalisti todennäköisemmin hyvin naamioituneita kirjosiepponaaraita (*Fidicula hypoleuca*), kuin selkeästi taustastaan erottuvia koiraita. Värikyyden vaikutus saaliiksi joutumisen riskiin voi siis erota saalislajien kesken.

Haukoilla tehdyn tutkimuksen mukaan, haukat saalistivat todennäköisemmin oudon tai niille vieraan värisiä saaliita, vaikka tarjolla oli myös niille tutumman väristä saalista. Tämän kaltainen preferenssi voi olla merkki siitä, että haukat saalistavat todennäköisemmin joukosta erottuvia yksilöitä, koska joukosta erottuminen voi viestiä yksilön huonokuntoisuudesta (Mueller 1975). Värikyyden on huomattu vaikuttavan vahvasti esimerkiksi varpushaukan saaliinvalintaan, jopa voimakkaammin kuin saaliin massa tai saalispopulaation tiheys (Huhta ym. 2003). Samankaltaisia tuloksia saatiin Rytkösen (1998) varpushaukka tutkimuksessa. Tulokset saaliin värikyyden ja saaliiksi joutumisen riskin korrelaatiosta olivat merkitseviä, kun huomioon otettiin saalislajien sukulaissuhteet. Tämä tukee ajatusta, että värikkyys lisää saalislajien riskiä joutua saaliiksi (Rytkönen 1998).

Koska monien lintulajien höyhenpeite heijastaa ultraviolettivaloa ja niiden ympäristö ja luonnollinen tausta taas eivät, on ajateltu, että petolinnut pystyisivät käyttämään lintujen ultraviolettivärikkyttä saalistuksen apuna, joka puolestaan nostaisi ultraviolettivaloa vahvasti heijastavien saalislajien saaliiksi joutumisen riskiä. Toisaalta on myös arveltu, että ultravioletti väritys voisi viestiä saalistajille huonoa makua tai muuta saaliiksi kelpaamattomuutta. Ultraviolettiväriytyksen rooli saalistuksessa on kuitenkin kyseenalainen ja aiheesta on tehty useita keskenään ristiriidassa olevia tutkimuksia (Cuthill ym. 2000). Esimerkiksi hiirihaukalla (*Buteo buteo*), varpushaukalla ja isohaarahaukalla (*Milvus milvus*) tehdyn tutkimuksen mukaan ultraviolettinen väritys ei ole tärkeää pedolle saalistuksessa (Lind ym. 2013). Toisaalta vastakkaisia tuloksia on saatu tutkimuksista, joissa on tutkittu esimerkiksi tuulihaukan ja varpuspöllön kiinnostuneisuutta ultravioletin värisiin tai sitä heijastaviin kohteisiin (Viitala ym. 1995; Zampiga ym. 2006; Härmä ym. 2011).

## **1.6 Tutkielman tavoitteet**

Tämän tutkimuksen tavoitteina on selvittää, miten värikkyys vaikuttaa petolintujen saaliinvalintaan saalislintujen massan ja populaatiotiheyden ohella. Mitkä saaliin kriteereistä ovat tärkeimpiä saaliinvalinnassa? Tutkimuksessa tarkastellaan myös, miten värikkyys vaikuttaa saaliinvalintaan. Lisääkö värikkyys saaliin todennäköisyyttä joutua saaliiksi vai vähentääkö se sitä? Esiintyykö tarkasteltavien petolintulajien välillä eroja värikyyden vaikutuksesta saaliinvalintaan ja jos esiintyy niin minkälaisia?

Hypoteesina on, että saalislajin värikyyden vaikutus sitä saalistavan petolinnun saaliinvalintaan riippuu kyseisestä petolintulajista. Tätä hypoteesia tukevat aiheesta tehdyt tutkimukset, joiden tulokset ovat vaihdelleet tutkittavasta petolinnusta riippuen (Götmark 1993; Rytönen 1998; Cuthill ym. 2000; Huhta ym. 2003; Lind ym. 2012). Todennäköistä on, että värikyyden vaikutus on vähäisempi, kuin muut saaliin valintaan vaikuttavat tekijät. Tärkeimpinä saaliin kriteereitä ovat esimerkiksi saalislajin populaation tiheys ja saaliin massa (Bildstein 2017).

Mikäli värikkyys vaikuttaa saaliinvalintaan, se mitä luultavimmin lisää lajin todennäköisyyttä joutua saaliiksi, eli mitä värikkäämpi laji tai yksilö on, sitä suurempi todennäköisyys sillä on joutua saaliiksi (Viitala ym. 1995; Rytönen 1998; Zampiga ym. 2006; Huhta ym. 2003; Härmä ym. 2011).

## **2. Materiaalit ja menetelmät**

### **2.1 Kirjallinen aineisto**

Jotta voidaan selvittää vaikuttaako saalislintulajien värikkyys saaliinvalintaan, tarvitaan aineistoa petolintujen ruokavaliosta ja saaliiksi joutuneiden lajien määrästä. Tähän hyödynnetään muissa tutkimuksissa kerättyä ja käytettyä aineistoa. Tarkasteltaviksi petolintu lajeiksi on valittu vain petolintuja, joita esiintyy Pohjois-Euroopassa, eritoten Suomessa ja joiden tiedetään hyödyntävän ravintonaan lintuja. Aineistoksi on valittu vain niitä tutkimuksia, missä on tutkittu Suomessa olevia petolintuja. Lisäksi tutkimukseen on valittu vain tutkimuksia, missä saaliit on eroteltu lajilleen. Työhön aineistoksi valitut artikkelit löytyvät taulukosta 1.

Taulukko 1. Tutkimukseen valitut petolinnut, saalislintulajien määrät, saaliismäärät ja lähteet.

<b>Petolintu</b>	<b>Saalislintulajeja</b>	<b>Lintuja saaliina</b>	<b>Lähde</b>
Helmipöllö ( <i>Aegolius funereus</i> )	37	1464	Korpimäki 1988.
Huuhkaja ( <i>Bubo bubo</i> ) I	17	89	Huhtala ym. 1976.
Huuhkaja ( <i>Bubo bubo</i> ) II	18	36	Grönlund & Mikkola 1974.
Merikotka ( <i>Haliaeetus albicilla</i> )	58	1 481	Sulkava ym. 1997.
Muuttohaukka ( <i>Falco peregrinus</i> )	15	723	Korpimäki ym. 2001.
Ruskosuohaukka ( <i>Circus aeruginosus</i> )	54	396	Tornberg & Haapala 2013.
Tunturihaukka ( <i>Falco rusticolus</i> )	27	586	Huhtala ym. 1996.
Tuulihaukka ( <i>Falco tinnunculus</i> )	27	137	Korpimäki 1985.
Varpushaukka ( <i>Accipiter nisus</i> ) I	62	1804	Solonen 1997.
Varpushaukka ( <i>Accipiter nisus</i> ) II	22	180	Rytkönen ym. 1998.
Varpuspöllö ( <i>Glaucidium passerinum</i> )	36	758	Kellomäki 1977.
Viirupöllö ( <i>Strix uralensis</i> )	16	4211	Vrezec ym. 2018.

Tutkimuksesta päätettiin jättää pois muutama ilmoitettu saalislaji. Tämä johtui pääsääntöisesti siitä, ettei kyseisiä lajeja ollut mahdollista arvioida nahkanäytteiden puutteiden vuoksi tai liian laajan lajin sisäisen värimonimuotoisuuden vuoksi. Tällainen laji oli esimerkiksi kana (*Gallus gallus domesticus*). Saalislintulajeja valittiin tutkimukseen yhteensä 144.

Saalismäärien ja saalislajien lisäksi tarvittiin aineistoa saalispopulaatioista ja -populaation keskimääräisestä tiheydestä, jotta se voidaan ottaa huomioon tilastollisessa analyysissä. Osassa valituista tutkimuksista on valmiiksi aineistoa kyseisen tutkimuksen tutkimusalueiden saalislaji populaatioiden tiheyksistä, joita myös tässä tutkimuksessa voi hyödyntää.

Niiden lisäksi käytetään tilastoja Väisäsen ym. vuoden 1998 teosta Muuttuva pesimälinnusto. Kirjasta haettiin tietoja lajin tiheydestä (pari/km<sup>2</sup>). Lajin tiheys katsottiin artikkelien ilmoittamien tutkimusalueiden kohdalta. Jos alueita oli useampia, tai ne olivat niin suuria, että yksi tiheys ei kuvasta kokoaluetta, laskettiin eri alueiden tiheydestä keskiarvo. Joidenkin saalislajien kohdalla tällaista tietoa ei ollut merkattu suoraan alueellisesti, joten se jouduttiin arvioimaan kirjan muun aineiston pohjalta, esimerkiksi käyttämällä laajemmalla alueella laskettua pari/km<sup>2</sup> -keskiarvoa tai arvioimaan tiheyttä kirjan tekstin pohjalta. Mikäli Väisäsen ym. kirjassa ei ollut mitään tietoa saalislajista, käytettiin tiheyden arvioimiseen Suomen lintuatlasta (Valkama ym. 2011).

Koska myös linnun massan tiedetään vaikuttavan saaliinvalintaan, tilastollisiin testeihin haluttiin ottaa huomioon myös saalislajin keskimääräinen massa. Jossakin tutkimukseen valituissa artikkeleissa oli valmis aineisto saalislajien massasta, joten niitä pyrittiin hyödyntämään suoraan myös tässä tutkimuksessa. Jos massaa ei saatu alkuperäisestä artikkelista, saalislajien keskimääräisestä massa saatiin Jukka Suhosen julkaisemattomasta aineistosta ja LuontoPortti -nettisivuilta.

## 2.2 Värikkyuden määrittely

### 2.2.1 Ihmissilmin havaittavan värikkyuden määrittely

Ihmissilmin havaittavaa värikkyyttä määriteltäessä tutkimuksessa mukailtiin Huhdan ym. (2003) tutkimusta, jossa myös tutkittiin värikkyuden vaikutusta saaliinvalintaan. Lintulajien värikkyuden arviointiin käytettiin valokuvia saalislinnuista, joita joukko vapaaehtoisia arvioi. Vapaaehtoiset koostuivat suurimmaksi osaksi biologian opiskelijoista, joilla oli hallussa ainakin perusteet suomalaisista yleisimmistä lintulajeista. Arvioinnin tapahtui etänä tietokoneen välityksellä, hyödyntäen Microsoft PowerPoint -esitysgraafiikkaohjelmaa, eli diaesitystä ja Zoom -videotapaamispalvelua. Ennen arviointia käytiin vapaaehtoisten kanssa yhteisesti läpi, miten arviointi tapahtuu ja arvioitiin yhdessä muutama harjoituslaji (Esimerkiksi keisaripingviini (*Aptenodyte fosteri*), puna-ara (*Ara macao*) ja australianpöllökehräjä (*Podargus strigoides*)), joita tutkimuksessa ei käytetä. Näin varmistettiin, että jokainen vapaaehtoinen arvioitsija käytti suurin piirtein samalla arvoasteikolla ja siten pienennettiin mahdollisia vinoumia arvioitsijoiden välillä.

Arvioitujen lajien valokuvina pääasiassa käytettiin LuontoPortti-nettisivuilla olevia valokuvia. Muutaman lajin kohdalla jouduttiin turvautumaan muihin kovalähteisiin. Kuvien valitsemisessa pyrittiin valitsemaan mahdollisimman luonnollisia ja muokkaamattoman näköisiä valokuvia. Linnuista pyrittiin myös valitsemaan kuvia, jossa yksilöt olivat mahdollisimman luonnollista taustaan vasten. Lisäksi kuvia valittaessa, haluttiin kuvien resoluution olevan mahdollisimman hyvä.

Värikkyuden arvioinnista hyödynnettiin ja arvioitiin kahta värikyyteen olennaisesti liittyvää ja siitä kertovaa ominaisuutta: kontrastia ja kirjavuutta. Kontrastilla tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin lintu erottuu taustaansa vasten. Kirjavuus taas kuvastaa sitä, kuinka monta väriä linnusta on selkeästi havaittavissa ja erotettavissa. Nämä ominaisuudet arvioitiin asteikolla 0–4, jossa 0 tarkoittaa ominaisuuden puuttumista tai muuten todella pientä havaittavuutta ja 4 taas maksimi arvoa eli todella suurta kontrasti eroa verrattuna taustaan ja/tai värimäärältään runsasta eli todella kirjavaa höyhenpukua. Arviointikriteerit löytyvät taulukosta 2.

Taulukko 2. Lintulajien värikkyden määrittelyn kriteerit kontrastille, kirjavuudelle ja UV-värikkyydelle asteikolla 0–4.

Muuttuja	Arvoasteikko				
	0	1	2	3	4
<b>Kontrasti</b>	Lintua ei erota taustastaan	Lintu sulautuu taustaansa hyvin	Lintu osittain erottuu ja osittain sulautuu taustastaan	Lintu erottuu taustasta hyvin	Lintu erottuu taustasta erittäin hyvin
<b>Kirjavuus</b>	Lintu on yksivärinen	Linnussa kohtalaisesti erotettavissa olevia värejä noin 2–3	Linnussa muutama erotettavissa oleva väri	Linnussa useampaa hyvin toisesta erottuvaa väriä	Linnussa havaittavassa useita erittäin hyvin toisesta erottuvia värejä
<b>UV</b>	<20 % näytteestä heijastaa UV:ta.	n. 20–40 % näytteestä heijastaa UV:ta	n. 40–60 % näytteestä heijastaa UV:ta	n. 60–80 % näytteestä heijastaa UV:ta.	>80 % näytteestä heijastaa UV:ta

Koska usealla lintulajilla on sukupuolidimorfia värikkyden suhteen, valittiin niistä lajeista, jossa sukupuolten välinen dimorfia on suurta, kuvat sekä koiraasta että naarasta. Vapaaehtoiset arvioivat niiden lajien sukupuolten värikkyudet erikseen. Naaraiden ja koiraiden arvoista laskettiin keskiarvo, jota käytetään lajikohtaisena kirjavuus- ja kontrastiarvona.

### 2.2.2 Ultraviolettivärikkyden määrittely

Koska linnut pystyvät aistimaan ja havaitsemaan ultraviolettivaloa, on tärkeää myös tutkia vaikuttaako se saaliinvalintaan (Bennet & Théry 2007). Ultraviolettivärikkyttä tai ultraviolettivalon heijastavuutta arvioitiin valaisemalla Turun eläinmuseon linnunnahkanäytteitä, sekä näytteillä olevia täytettyjä näytteitä Inova x5 - ultraviolettitaskulampulla ja arvioimalla valon heijastumaa näytteestä. Taskulamppu tuottaa aallonpituudeltaan 365–400 nanometrin valoa eli UVA-säteilyä. UV-valoksi katsotaan kaikki aallonpituudeltaan 100–380 nm oleva valo. Pienin aallonpituus mitä ihminen voi aistia on noin 380 nm. Näytteen heijastavuus arvioitiin näytteistä asteikolla 0–4, samaan tapaan, kuin ihmissilmin havaittava värikkyys (Kts. Taulukko 2). Arvoasteikolla 0 tarkoittaa sitä, että näytteestä alle 20 % heijastaa ultraviolettivaloa. Arvo 1 tarkoittaa, että näytteestä noin 20–40 % heijastaa ultraviolettia. Asteikon arvo 2 tarkoittaa sitä, että näytteen koko höyhenpuvusta pystyi havaitsemaan ultravioletti heijastumista noin 40–60 % kokoiselta alueelta, ja arvo 3 taas tarkoittaa, että heijastumista havaittiin noin 60–80 % kattavalta alueelta. Jos näyte heijastaa enemmän kuin 80 % kattavalta alueelta ultraviolettivaloa, arvo oli silloin korkein eli 4. Ultraviolettiheijastavuus arvioitiin lampuin valaistussa, suurin piirtein päivänvaloa vastaavassa, tilassa.

Niiltä lajeilta, joilla on ihmissilmin havaittavaa värikkyden sukupuolidimorfia oli tarkoitus katsoa kolme koiras yksilöä ja kolme naaras yksilöä ja arvioida ne myös UV-heijastavuuden osalta erikseen. Näistä arvoista lasketaan keskiarvo lajin koiraan ja naaraan ultraviolettiheijastavuudelle, sekä lajikohtainen ultraviolettiheijastavuus -arvo. Lajeista, joissa ei ole havaittavissa suurta värikkyyseroa sukupuolen välillä, oli tarkoitus arvioida kolme satunnaista sukupuolta olevaa yksilöä per laji.

Koska osan lajeista näytteiden määrä oli vähäinen, kaikista lajeista tai sukupuolista ei ollut mahdollista saada arvioita kolmesta yksilöstä. Näin ollessa, joidenkin lajien kohdalla on voitu arvioida heijastavuutta käyttäen vain yhtä sukupuolta tai jopa vain yhtä yksilöä.

### **2.3 Tilastollinen tarkastelu**

Aineisto kerättiin Windows Excel 2016 -taulukointi ohjelmaan ja Google Sheets -laskentataulukoihin (LIITE 1). Tilastolliseen tarkasteluun käytettiin SAS University edition -ohjelmistoa ja sen SAS studio 3.8 tilasto-ohjelmistoa. Arvioitsijoiden antamille kirjavuuden ja kontrastin arvoille laskettiin lajikohtaiset kirjavuuden ja kontrastin keskiarvot. Lisäksi kirjavuudelle ja kontrastille laskettiin Spearmanin järjestyskorrelaatio. Koska aineisto koostui lukumääräisistä muuttujista, jakaumaksi valikoitu negatiivinen binomijakauma. Tämä huomioiden rakennettiin jokaisesta aineistoista yleistetty lineaarinen malli, jossa käytettiin linkkifunktiona log -linkkiä. Mallissa selitettävänä muuttujana oli saalislukumäärät ja niitä selitettiin saalislajin tiheydellä (pari/ km<sup>2</sup>), painolla (g), saalislajin UV-arvolla, saalilajin kirjavuudella ja kontrastilla. Tilastoanalyysien tulosten pohjalta piirrettiin taulukko käyttäen Windows Excel 2016 -taulukointi ohjelmaa ja Microsoft Word -tekstinkäsittelyohjelmistoa.



### 3. Tulokset

Eri lintulajien UV:ssa, kirjavuudessa ja kontrastissa aineistosta koostettiin taulukko (Kts. taulukko 3.). Keskihajonnan mukaan hajonta oli pientä. Spearmanin järjestyskorrelaatio kontrastin ja kirjavuuden välillä on 0,276 ja sen p-arvo on <0,001. Kontrastin, kirjavuuden ja UV:n keskiarvot olivat lähellä arvoasteikon arvoa 2. Taulukon 3 minimi- ja maksimiarvojen mukaan, lajit saivat sekä arvoasteikon pienempiä arvoja (0) että suurimpia arvoja (4).

Taulukko 3. Värikyydestä kertovien ominaisuuksista koostettu taulukko. Mukana lajien määrä (N), keskiarvo, keskihajonta, sekä minimi ja maksimi arvot.

	N	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
<b>Kontrasti</b>	144	1,89	0,83	0,00	3,67
<b>Kirjavuus</b>	144	1,89	0,62	0,33	4,00
<b>UV</b>	144	1,96	0,84	0,00	4,00

Aineistoista muodostetuista lineaaristen mallien tuloksista koostettiin taulukko (Taulukko 4), johon on valittu vain merkitsevät tulokset. Huuhkaja (*Bubo bubo*) II aineistosta (kts. taulukko 1) ei löytynyt ollenkaan merkitseviä muuttujia, jotka selittäisivät saaliiksi joutumisen riskiä. Tästä syystä se myös jätettiin pois taulukosta 4. Saaliinvalintaan vaikuttavat tekijät (tiheys, paino, UV, kontrasti ja kirjavuus) sekä niiden vaikutukset vaihtelivat suuresti tarkasteltavasta petolinnusta riippuen. Eniten ja laajimmin saaliinvalintaan vaikutti tiheys, joka oli merkitsevä seitsemässä aineistossa kahdestatoista. Tiheys lisäsi saalislintulajin saaliiksi joutumista. Toiseksi laajimmin vaikutti saalislajin paino, joka oli merkitsevä neljässä aineistossa. Painon vaikutus oli pieni ja se vähensi lajien saaliiksi joutumista. Värikyyteen liittyvistä selittäivistä tekijöistä sekä kontrasti että UV vaikuttivat kolmella pedolla merkitsevästi. Kontrastin vaikutti merkitsevästi ruskosuohaukalla (*Circus aeruginosus*), tunturihaukalla (*Falco rusticolus*) ja tuulihaukalla. UV vaikutti huuhkajalla muuttohaukalla (*Falco peregrinus*) ja varpushaukalla merkitsevästi. Vaikutus vaihteli riippuen tarkasteltavasta petolinnusta. Vain yhdellä tarkasteltavista petolintulajeista, merikotkalla (*Haliaeetus albicilla*), saalislajien kirjavuus vaikutti merkitsevästi ja sen vaikutus oli negatiivinen eli mitä kirjavampi laji, sitä vähemmän sitä on joutunut saaliiksi.

Taulukko 4. Kooste 12 petolintulajin aineistosta muodostettujen yleistettyjen lineaaristen mallien merkitsevistä tuloksista. Jakaumana oli negatiivinen binomi ja linkkifunktiona käytettiin log-linkkiä. Mallissa saalistusta (eri saalislintulajien lukumäärää) selitettiin saalislajin tiheydellä (pari/ km<sup>2</sup>), painolla (g), saalislajin UV-arvolla, saalislajin kirjavuudella ja kontrastilla.

Laji	N	Merkitsevät muuttujat	Estimaatti	Keskivirhe	Luottamusvälit	p-arvo	
Helmipöllö	37	Tiheys	0,13	0,03	0,07	0,2	<0,001
		Paino	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01
Huuhkaja I	17	UV	0,56	0,24	0,09	1,04	0,02
Merikotka	57	Tiheys	0,34	0,12	0,12	0,57	<0,01
		Kirjavuus	-0,97	0,36	-1,67	-0,27	0,01
Muuttohaukka	15	UV	-0,44	0,17	-0,78	-0,1	0,01
Ruskosuohaukka	54	Tiheys	0,11	0,04	0,03	0,2	0,01
		Kontrasti	0,42	0,21	0,02	0,83	0,04
Tunturihaukka	27	Kontrasti	-0,97	0,31	-1,57	-0,37	<0,001
Tuulihaukka	27	Kontrasti	-0,63	0,31	-1,23	-0,03	0,04
Varpushaukka I	62	Tiheys	0,21	0,06	0,09	0,34	<0,01
		Paino	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,01
		UV	0,52	0,18	0,17	0,88	<0,01
Varpushaukka II	22	Tiheys	0,19	0,07	0,04	0,33	0,01
		Paino	0,00	0,00	0,00	0,01	<0,001
Varpuspöllö	36	Tiheys	0,14	0,05	0,05	0,23	<0,001
		Paino	-0,04	-0,07	-0,07	-0,02	<0,001
Viirupöllö	16	Tiheys	0,1	0,05	0	0,19	0,05

## **4. Pohdinta**

### **4.1 Tiheyden ja painon vaikutus saaliinvalintaan**

Hypoteesin mukaisesti, tiheys osoittautui yhdeksi tärkeimmistä saaliinvalintaan vaikuttavista tekijöistä. Kuudella kymmenestä tutkimuksen petolintulajilla saalislintulajin tiheys vaikutti saaliinvalintaan merkitsevästi lisäämällä saalislajien todennäköisyyttä joutua saaliiksi. Tämä tulos tukee aikaisempaa tutkittua tietoa (esim. Bildstein 2017). Tiedetään esimerkiksi, että varpuspöllö hyödyntää eniten juuri niitä saaliita, joita on eniten tarjolla (Ekman 1986, Halonen ym. 2007). Tiheyden voimakas vaikutus johtunee myös siitä, että suurin osa petolinnuista on generalistipetoja, eli ne hyödyntävät hyvin laajasti erilaisia saaliskohteita, eivätkä erikoistu vain muutamaaan saaliskohteeseen (Bildstein 2017). Tämä voi saada pedon hyödyntämään niitä saaliita eniten, mitä sen reviirillä kulloinkin sattuu olemaan.

Toiseksi eniten saaliinvalintaan vaikutti saalislajin paino, jonka vaikutus oli merkitsevä neljällä tutkimuksen petolintulajilla. Vaikutus oli tiheydestä poiketen suurimmaksi osaksi negatiivinen, eli saaliina oli enemmän massaltaan pienempiä saalislajeja, kuin suuria. Tämä voi johtua tarkasteltavan petolinnun omasta koosta, koska saalistajat valitsevat sopivia saaliita suhteutettuna aina omaan kokoonsa (Bildstein 2017). Lisäksi tiedetään, että saaliin käsittelyajalla voi olla vaikutusta petojen saalistukseen (Danchin 2008). Mahdollisesti isoimpien saaliskohteiden käsittely on hankalampaa ja vie enemmän aikaa ja voi siksi olla pedolle kannattamaton valinta.

### **4.2 Värikyyden vaikutus saaliinvalintaan**

Pöllöistä vain yhdellä lajilla, huuhkajalla, jokin värikyyttä kuvaavista muuttujista vaikutti merkitsevästi saaliinvalintaan. Värikkyys siis vaikutti merkitsevästi suurimmaksi osaksi ainoastaan tutkimuksen jalohaukkojen (Falconidae) ja haukkojen (Accipitridae) saaliinvalintaan. Aikaisemmista tutkimuksista tiedetään, että yöaktiivisten lintujen, joihin suurin osa pöllöistä kuuluu, silmät eivät ole sopeutuneet hyödyntämään esimerkiksi UV-säteilyä samaan tapaan kuin päiväpetolinnut (Potier ym. 2020). Lisäksi tiedetään, että pöllöjen ja päiväpetolintujen silmissä on muitakin fysiologisia eroja, kuten eroja sarveiskalvon koossa, sauva- ja tappisolujen määrien suhteessa ja resoluutioiden tarkkuudessa. Näiden erojen tiedetään kuvastavan pöllöjen adaptaatiota hämäränäköön.

(Potier 2020). On siis mahdollista, että suurimmaksi hämärässä saalistaville pöllöille saaliin värikkyys ei vaikuta saaliinvalintaan tai saaliinvalinnassa muut kriteerit ovat tärkeämpiä.

Värikkyystä kertovat muuttajat saivat merkitseviä tuloksia satunnaisesti eri petolintulajeilla. Esimerkiksi kontrasti oli merkitsevä kahdella jalohaukkalajilla, tunturihaukalla (*Falco rusticolus*) ja tuulihaukalla (*Falco tinnunculus*), sekä yhdellä haukkalajilla, ruskosuohaukalla (*Circus aeruginosus*). Jalohaukoilla kontrasti vaikutti negatiivisesti saaliinvalintaan, kun taas ruskosuohaukalla se lisäsi saaliiksi joutumisen riskiä. Erot voivat johtua silmien fysiologiasta. Tiedetään, että jalohaukkojen silmien rakenteissa on eroja verrattuna muiden päiväpetolintujen silmien rakenteeseen (esim. O'Rourke ym. 2010; Potier 2018). Ainoastaan yhdellä lajilla, merikotkalla (*Circus aeruginosus*), kirjavuus vaikutti merkitsevästi saaliinvalintaan. Vaikutus oli negatiivinen, eli mitä kirjavampi saalis sitä vähemmän sitä oli jäänyt merikotkan saaliiksi. Merikotka oli ainoa tutkimukseen valittu puhtaasti mereinen petolaji, joten sen erottuminen muista petolinnuista voidaan ehkä selittää sillä, kuinka sen ekologia ja asuttama ympäristö eroaa suuresti muista tutkimuksen petolajeista. Tiedetään, että erot eri heimojen ja lajien ekologiassa ovat yhteydessä eroavaisuuksiin myös näköaistissa. Petolintujen näköaisti on kehittynyt ja erikoistunut tietynlaiseen tehtävään, joka heijastuu sen käyttäytymiseen ja saalistukseen (Potier ym. 2018; Potier 2020). Tämä voi johtaa siihen, että tietyt yksittäiset tekijät värikkydessä voivat vaikuttaa toisilla lajeilla enemmän ja toisilla vähemmän.

Ihmissilminhavaittavan värikyyden vaikutus oli hypoteesista poiketen lähes poikkeuksetta negatiivinen. Voi olla, että saaliin värikkyys viestii pedolle saaliin huonoa makua, jonka vuoksi peto suosii toisia saaliskohteita. Ehkä myös mahdollista, että seksuaalivalinnan avulla kehittynyt värikkyys, joka viestii yksilön kelpoisuudesta, toimii myös viestinä pedolle. Esimerkiksi värikkyys voi toimia lajikumppanille signaalina yksilön nopeudesta tai voimista, mutta pedolle se voi tarkoittaa yksilön olevan myös hyvä pakenemaan. Ainoa positiivisesti vaikuttava merkitsevä tulos oli ruskosuohaukalla, jolla saalislajin kontrasti vaikutti positiivisesti. Tämä voi selittyä ruskosuon saalistustekniikalla tai -käyttäytymisellä.

Ultraviolettivärikyyden vaikutus vaikutti kolmella lajilla merkitsevästi, mutta sen vaikutukset olivat keskenään ristiriitaisia. Kahdella kolmesta vaikutus oli positiivinen ja yhdellä lajilla negatiivinen. Vaikutuksen vähäisyyteen voi vaikuttaa erot saalislintujen ja niitä saalistavien petolintujen näköaistissa. Aikaisemmista tutkimuksista tiedetään, että

petolinnut eivät voi havaita saalislintujen UV-heijastavuutta näköaistin erojen vuoksi (Håstad 2005; Lind 2013). Ultraviolettivärikkyuden vaikutuksesta olisi tärkeä saada enemmän tietoa, joka ei perustu ihmissilmän arvioon, vaan esimerkiksi spektrometrisiin mittauksiin.

#### 4.1 Virhelähteet

Tämän tutkielman suurimmat virhelähteet tulevat lähinnä sen menetelmästä. Tutkimuksessa mukailtiin Huhdan ym. (2013) tutkimusta. Sekä tässä, että Huhdan tutkimuksessa lintujen ja ihmisten näkökyky ja -aisti on oletettu olevan tarpeeksi samankaltainen, jotta saalislajien värikkyuden arvioinnissa on voitu hyödyntää ihmisten antamia arvioita lintujen värikkyudesta. Lintujen ja ihmisten näköaistien tiedetään kuitenkin olevan hyvin erilaisia, esimerkiksi linnut pystyvät aistimaan valoa paljon laajemmalla spektriltä, kuin ihmiset. Ne pystyvät aistimaan UV-heijastavuutta ja linnuilla tiedetään olevan viittä erilaista tappisolua, kun taas ihmisillä vain kolmea (Bennet & Théry 2007). Kun kyseessä on kaksi hyvin erilaista näköjärjestelmää, se luo ongelman värikkyyttä ja sen vaikutuksia tutkittaessa, jos erilaisuutta ei oteta huomioon (Danchin 2008).

Ihmissilmin havaittavaa värikkyyttä arvioidessa valokuvien käyttö voi aiheuttaa ongelmia. Valokuviksi pyrittiin valitsemaan mahdollisimman luonnolliselta näyttävät kuvat lajista ja jotka antavat hyvän käsityksen lajin höyhenpuvusta ja sen värikkyudesta. Koska valokuvia on mahdollista muokata, kuvat voivat antaa todellisuudesta poikkeavaa tietoa arvioitsijalle. Tämä johtaa virheelliseen arviointiin. Lisäksi koska kuvia ei ole standardoitu, kuvat on otettu hyvin toisistaan poikkeavissa olosuhteissa, esimerkiksi eri vuodenaikoina, linnun ollessa erilaisessa asennoissa tai ympäristöissä. Tämä nostaa kysymyksen valokuvamenetelmän sopivuudesta tutkimukseen. Olisikin mielenkiintoista tietää minkälaisia värikkyysarvioita lajit saisivat, jos tutkimus toistettaisiin erilaisilla valokuvilla. Lisäksi olisi mielenkiintoista tietää vaikuttaako arvioitsijoiden käyttämät erilaiset tietokoneet tai vastaavat laitteet arviointiin, esim. näytönkirkkauden kautta.

Värikkyuden arvioinnissa ei ole tilastollisissa testeissä erikseen tarkasteltu eri sukupuolia. Koska monella lintulajilla on värikkyuden suhteen dimorfiaa, se olisi tilastollisessa tarkastelussa tärkeää ottaa huomioon. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, sillä ruokavalion koostumuksen aineistoon ei ollut merkattu erikseen saaliiksi joutuneiden

sukupuolia. Lisäksi myös lintujen ikä vaikuttaa sen höyhenpiteen värikkyyteen ja sulkapukuun. Nämä kaikki tekijät vaikuttavat tulosten luotettavuuteen ihmissilmin havaittavan värikyyden osalta.

Myös UV-heijastavuuden arvioinnissa on omat ongelmansa, kun arviointiin käytetään nahka- tai täytettyjä näytteitä. Museonäytteet käsitellään erilaisilla kemikaaleilla, jotta niiden mahdollisimman pitkä säilyvyys voidaan varmistaa. Aineiden tehtävänä voi olla esimerkiksi olla toimia hyönteismyrkkyinä. Joidenkin käytössä olevien ja olleiden säilöntäaineiden tiedetään olevan fluoresoivia eli hohtavan UV-valoa. On siis mahdollista, että osa tässä tutkimuksessa käytetyissä näytteistä on tahriintunut säilöntäaineesta, joka puolestaan on voinut vaikuttaa näytteen UV-heijastavuuteen. Tällaisessa tapauksessa näytteestä ei ole voinut saada todellisuutta vastaavaa UV-aineistoa (Pohland ym. 2006).

Lisäksi tiedetään, että museonahkanäytteiden ikä voi vaikuttaa näytteen värikkyyteen. Tiedetään, että ajansaatossa nahkanäytteet voivat haalistua ja eivät siten enää kuvasta lajien todellista värikkyttä. On myös osoitettu, että eri värit ja ruumiinosat haalistuvat eri tahtia, mutta näytteiden ollessa suhteellisen nuoria (<50 vuotta) ajan aiheuttamalla haalistuminen ei ole merkittävä tekijä (Armenta ym. 2008). Tässä tutkimuksessa pyrittiin valitsemaan saatavilla olevista näytteistä nuorimmat ja parhaassa kunnossa olevat. Joidenkin lajien kohdalla jouduttiin näytteiden vähäisyydestä johtuen valitsemaan myös huonokuntoisempia ja vanhoja, jopa yli 100-vuotiaita, näytteitä. On siis mahdollista, että nahkanäytteiden kunto ja ikä on vaikuttanut UV-heijastumisen arviointiin.

Koska tutkimuksessa käytetään montaa eri artikkelia monelta eri vuodelta ja tutkimusalueelta, myös arvioit saalislajien tiheyksistä eivät välttämättä kuvasta todellisuutta. Tiheyksien arviointiin käytettiin Muuttuva pesimälinnusto -kirjaa (Väisänen 1998), joka kuvastaa lintulajien populaatioiden tilaa vuosina 1974–1989. Tutkimuksessa käytetyt artikkelit sijoittuvat vuosien 1977–2018 väliin, joten Väisäsen kirja ei välttämättä täysin kuvasta artikkelien aikaista tilannetta tuoreimpien artikkeleiden kohdalla.

## 4.2 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Värikyyden vaikutuksesta saalistukseen on suhteellisen vähän tutkimusta linnuilla, varsinkin jos määrää vertaa esimerkiksi tiheyden vaikutuksesta tehtyihin tutkimusten määrään tai tutkimuksiin värikyyden ja seksuaalivalinnan yhteydestä. Lisäksi saaliinvalintaan vaikuttavien kriteereiden keskinäisistä suhteista on tehty verrattain vähän tutkimusta. Onkin tärkeä tietää miten eri saaliinvalinnan kriteerit mahdollisesti vaikuttavat toisiinsa tai mikä on niiden yhteisvaikutus saalistuksessa. Kriteerien interaktioiden tutkiminen lisäisi tietoa petojen saalistamisesta ja saaliinvalinnasta. Aiheesta puuttuu paljon vertailevaa tutkimusta, joka voisi antaa laajemman ja mahdollisesti jopa yleistettävän kuvan aiheeseen. Tarvitaan myös lisää kokeellista tutkimusta petojen saaliinvalinnasta ja näköaistin roolista saalistuksesta. Lisäksi tarvitaan ennen kaikkea tutkimusta, joka ottaa huomioon lintujen silmien fysiologiset erot sekä ihmisen kanssa että toisien lintulajien kanssa (Danchin 2008). Tutkimuksissa olisi myös hyvä muistaa ottaa huomioon lajien väliset sukulaissuhteet ja tutkia niiden vaikutuksia.

## **Kiitokset**

Haluan kiittää erityisesti graduohjaajani Jukka Suhosta neuvoista, aineistosta, materiaaleista ja kannustuksesta. Haluan myös kiittää väriarviointiin osallistuneita Aliisa Wahlstenia, Ela Arasolaa, Iris Purmaa, Liisa Maanpäättä, Lydia Leinoa, Pujo Pirhosta ja Sofia Vesterkvistiä.



## Lähteet

- Andersson, M. 2019. Birds. Teoksessa: *Sexual Selection*. s. 329-344. Princeton University Press.
- Armenta, J., Dunn, P. & Whittingham, L. 2008. Effects of specimen age on plumage color. *The Auk*. 125(4): 803-808.
- Bennet, A. & Théry, M. 2017. Avian color vision and coloration: multidisciplinary. *Evolutionary Biology*. *The American Naturalist*. 169(1): 1-6.
- Bildstein, K. 2017. *Raptors: The Curious Nature of Diurnal Birds of Prey*. s. 151-161. 1st ed. Ithaca: Cornell University Press.
- Bond, A. 2007. The evolution of color polymorphism: crypticity, searching images, and apostatic Selection. *Annual Review of Ecology, evolution, and systematics*. 38(1): 489–514.
- Comay, O. 2018. What determines prey selection in owls? Roles of prey traits, prey class, environmental variables, and taxonomic specialization. *Ecology and Evolution*. 8(6): 3382-3392.
- Cresswell, W. 1995. Selection of avian prey by wintering sparrowhawks *accipiter nisus* in southern Scotland. *Ardea*. 83(2): 381-389.
- Cuthill, C., Partridge, J., Bennet, A., Church, S., Hart, N. & Hunt, S. 2000. Ultraviolet vision in birds. *Advances in the Study of Behavior*. 29: 159-214.
- Danchin, E., Giraldeau, L. & Cezilly F. 2008. *Behavioural ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- Ekman, J. 1986. Tree use and predator vulnerability of wintering passerine. *Ornis Scandinavia*. 17(3): 261–267.
- Grönlund, S., Mikkola, H. 1974. Huuhkajan ravinnosta Kymenlaaksossa. *Kymenlaakson Luonto* 15: 13–17.
- Götmark, F. 1993. Conspicuous coloration in male birds is favoured by predation in some species and disfavoured in others. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 253(1337): 143-146.

- Halonen, M., Mappes, T., Meri, T. & Suhonen, J. 2007. Influence of snow cover on food hoarding in pygmy owls *Glaucidium passerinum*. *Ornis Fennica*. 84(3): 105-111.
- Hart, NS. 2001. The visual ecology of avian photoreceptors. *Progress in Retinal and Eye Research*. 20(5): 675-703.
- Hart, N. S., Partridge, J. C., Cuthill, I. C., & Bennett, A. T. D. 2000. Visual pigments, oil droplets, ocular media and cone photoreceptor distribution in two species of passerine bird: The blue tit (*Parus caeruleus l.*) and the blackbird (*Turdus merula l.*). *Journal of Comparative Physiology - A Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*. 186(4): 375-387.
- Huhta, E., Rytönen, S., & Solonen, T. 2003. Plumage brightness of prey increases predation risk: an among-species comparison. *Ecology*. 84(7): 1793–1799.
- Huhtala, K., Finnlund, M., Korpimäki, E. 1976. Huuhkajan pesimäaikaisesta ravinnosta Vaasan läänissä. *Suomenselän Linnut* 11:4–13.
- Huhtala, K., Pulliainen, E., Jussila, P. & Tunkkari, P. 1996. Food niche of the gyrfalcon *Falco rusticolus* nesting in the far north of Finland as compared with other choices of the species. *Ornis Fennica*. 73(2): 78–87.
- Håstad, O., Victorsson, J., & Ödeen, A. 2005. Differences in color vision make passerines less conspicuous in the eyes of their predators. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 102(18): 6391–6394
- Härmä, O., Kareksela, S., Siitari, H. & Suhonen, J. 2011. Pygmy owl "*Glaucidium passerinum*" and the usage of ultraviolet cues of prey. *Journal of Avian Biology*. 42(1): 89-91.
- Ishii, Y., & Shimada, M. (2010). The effect of learning and search images on predator-prey interactions. *Population Ecology*. 52(1): 27-35.
- Jehl, J., & Chase, C. 1987. Foraging pattern and prey selection by avian predator: a comparative study in two colonies of California gulls. *Studies in Avian Biology*. 10: 91-101.
- Kellomäki, E. 1977. Food of the Pygmy Owl *Glaucidium passerinum* in the breeding season. *Ornis Fennica*. 54(1): 1–29.

- Korpimäki, E. 1981. *On the ecology and biology of tengmalm's owl (aegolius funereus) in Southern Ostrobothnia and Suomonselkä, Western Finland.* s.33-70. Oulu: University of Oulu.
- Korpimäki, E. 1985. Diet of the kestrel *Falco tinnunculus* in the breeding season. *Ornis Fennica.* 62(3): 130–137.
- Korpimäki, E. 1988. Diet of breeding Tengmalm's owls *Aegolius funereus*: long-term changes and year-to-year variation under cyclic food conditions. *Ornis Fennica.* 65(1): 21–30.
- Korpimäki, V., Rauhala, P. & Tornberg, R. 2001. Muuttohaukan ravinnosta suhteessa pesimälinnustoon. *Linnut* 3/2001 36vk.
- Lind, O., Mindaugas, M., Olsson, P. & Kelber, A. 2013. Ultraviolet sensitivity and colour vision in raptor foraging. *Journal of Experimental Biology.* 216(10): 1819–1826.
- Lundberg, A. 1986. Adaptive advantages of reversed sexual size dimorphism in European owls. *Ornis Scandinavica.* 17(2): 133-140.
- Mikkola, H. 1982. *Ecological relationships in European owls.* Kuopio: University of Kuopio.
- Mook, J.H., Mook, L.J., & Heikens, H.S. 1960. Further evidence for the role of "searching images" in the hunting behaviour of titmice. *Archives Néerlandaises de Zoologie.* 13(3):448-465.
- Mueller, H. C. 1975. Hawks Select Odd Prey. *Science.* 188(4191), 953–954.
- Navarro-López, J. & Fargallo, J. 2015. Trophic niche in a raptor species: the relationship between diet diversity, habitat diversity and territory quality. *PLoS ONE,* 10(6): e0128855–e0128855.
- O'Rourke, C., Pitlik, T., Hoover, M. & Fernandez-Juricic, E. (2010). Hawk eyes II: diurnal raptors differ in head movement strategies when scanning from perches. *PLoS ONE.* 5(9): e12169
- Ostffeld, R., Canham, C. & Pugh, S. 1993. Intrinsic density-dependent regulation of vole populations. *Nature.* 366(6452): 259-261.

- Pohland, G. & Mullen, P. 2006. Preservation agents influence uv-coloration of plumage in museum bird skins. *Journal of Ornithology*. 147(3): 464-467.
- Potier, S., Mitkus, M. & Kelber, A. (2018). High resolution of colour vision, but low contrast sensitivity in a diurnal raptor. *Proceedings of the Royal Society. B, Biological sciences*. 285: 20181036.
- Potier, S., Bonadonna, F., Martin, G., Isard, P., Dulaurent, T., Mentek M. & Duriez O. (2018). Visual configuration of two species of Falconidae with different foraging ecologies. *Ibis*. 160(1): 54-61.
- Potier, S. 2020. Visual adaptations in predatory and scavenging diurnal raptors. *Diversity (Basel)*. 12(10): 400.
- Potier, S., Mitkus, M. & Kelber, A. 2020. Visual adaptations of diurnal and nocturnal raptors. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 106:(SI) 116-126.
- Rebollo, S., García-Salgado, G., Pérez-Camacho, L., Martínez-Hesterkamp, S., Navarro, A., & Fernández-Pereira, J. 2017. Prey preferences and recent changes in diet of a breeding population of the northern goshawk *Accipiter gentilis* in Southwestern Europe. *Bird Study*. 64(4): 464–475.
- Rytkönen, S., Kuokkanen, P., Hukkanen, M., & Huhtala, K. 1998. Prey selection by sparrowhawks *Accipiter nisus* and characteristics of vulnerable prey. *Ornis Fennica*. 75(2): 77-87.
- Sigurjónsdóttir, H. 1981. The Evolution of sexual size dimorphism in gamebirds, waterfowl, and raptors. *Ornis Scandinavica*. 12(3): 249-260.
- Solonen, T. 1997. Effect of sparrowhawk *Accipiter nisus* predation on forest birds in southern Finland. *Ornis Fennica*. 74(1): 1–14.
- Souttou, K., Baziz, B., Doumandji, S., Denys, C., & Brahim, R. 2007. Prey selection in the common kestrel, *Falco tinnunculus* (Aves, Falconidae) in the Algiers suburbs (Algeria). *Folia Zoologica*. 56(4): 405–415.
- Suhonen, J., Halonen, M. & Mappes, T. 1993. Predation risk and the organization of the *Parus* guild. *Oikos*, 66(1): 94–100.
- Sulkava, S. Tornberg, R. & Koivusaari, J. 1997. Diet of the white-tailed eagle *Haliaeetus albicilla* in Finland. *Ornis Fennica* 74(2): 65–78.

- Tornberg, R. & Haapala, S. 2013. The diet of the marsh harrier *Circus aeruginosus* breeding on the isle of Hailuoto compared to other raptors in northern Finland. *Ornis Fennica*. 90(2): 103–116.
- Valkama, Jari, Vepsäläinen, Ville & Lehikoinen, Alekski 2011. Suomen III Lintuatlas. – Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. <<http://atlas3.lintuatlas.fi>> [Luettu 28.3.2021].
- Viitala, J., Korpimäki, E., Palokangas, P. & Koivula M. 1995. Attraction of kestrels to vole scent marks visible in ultraviolet light. *Nature*. 373(6513): 425–427.
- Vrezec, A., Saurola, P., Avotins, A., Kocijančič, S. & Sulkava, S. 2018. A comparative study of ural owl *Strix uralensis* breeding season diet within its European breeding range, derived from nest box monitoring schemes. *Bird Study*. 65 (1): S85-S95.
- Väisänen, R., Lammi, E. & Koskimies, P. 1998. *Muuttuva pesimälinnusto*. Otava.
- Zambiga, E., Gaibani, G., Csermely, D., Frey, H. & Hoi, H. 2006. Innate and learned aspects of vole urine uv-reflectance use in the hunting behaviour of the common kestrel *Falco tinnunculus*. *Journal of Avian Biology*. 37(4): 318–322.

## LIITEET

LIITE 1. Petolintujen saalina olevat 144 lintulajia järjestettynä tieteellisten nimen mukaan aakkosjärjestykseen. Taulukossa tutkimukseen valitut saalislajit, niiden värikkyydsarvioista lasketut lajikohtaiset keskiarvot, sekä keskimääräinen paino. Värikkyydestä arvioitiin UV:n määrä, kontrasti ja kirjavuus asteikolla 0 (pienin) ja 4 (suurin). Saalislajin kirjavuuden ja kontrastin arvioi 3–4 henkilöä.

Laji	UV	Kontrasti	Kirjavuus	Paino (g)
<i>Accipiter gentilis</i>	2	1,4	2,3	1365
<i>Accipiter nisus</i>	2,67	0,67	1,67	258
<i>Actitis hypoleucos</i>	1,33	1,5	1,5	48
<i>Aegithalos caudatus</i>	2	2	1	8,3
<i>Aegolius funereus</i>	1	1	1	123
<i>Alauda arvensis</i>	2,67	1	1,75	43,5
<i>Alca torda</i>	2,67	1	1,33	710
<i>Anas acuta</i>	1,67	2	2,5	737
<i>Anas clypeata</i>	0,75	2	2,5	603
<i>Anas crecca</i>	0,63	2,5	2,5	300
<i>Anas penelope</i>	2,25	2,25	1,88	702
<i>Anas platyrhynchos</i>	1,78	2,25	2,63	1100
<i>Anser fabalis</i>	3	1	2	3300
<i>Anthus pratensis</i>	2	2	1,5	18,3
<i>Anthus trivialis</i>	2	1,5	1,75	22,6
<i>Apus apus</i>	1,67	3,25	0,75	31,6
<i>Asio flammeus</i>	0,67	1,25	1,75	295

## LIITE 1. Jatkuu

<b>Laji</b>	<b>UV</b>	<b>Kontrasti</b>	<b>Kirjavuus</b>	<b>Paino (g)</b>
<i>Asio otus</i>	1	1	1,5	290
<i>Aythya ferina</i>	3	2,33	1,83	870
<i>Aythya fuligula</i>	4	2,25	1,13	680
<i>Aythya marila</i>	1,5	2	2	880
<i>Bombycilla garrulus</i>	1,33	2,33	4	55,5
<i>Bonasa bonasia</i>	2,33	1,25	2,25	350
<i>Bucephala clangula</i>	1,9	2,25	1,75	750
<i>Buteo buteo</i>	0	2,5	1,5	820
<i>Carduelis cannabina</i>	2	2,25	2,25	17,2
<i>Carduelis carduelis</i>	2	3,25	3,5	18
<i>Carduelis chloris</i>	3	2,75	2,5	28,9
<i>Carduelis flammea</i>	2,67	2,25	2,5	13,8
<i>Carduelis spinus</i>	1,67	2,75	2,25	12,6
<i>Carpodacus erythrinus</i>	0	2,63	1,88	23,1
<i>Cephus grylle</i>	2,67	1,33	1,33	430
<i>Certhia familiaris</i>	1,67	1,25	2,25	8,8
<i>Charadrius dubius</i>	1	1,25	1,75	40
<i>Charadrius hiaticula</i>	1,5	1,67	2,33	58
<i>Clangula hyemalis</i>	2,67	2,67	2	663
<i>Columba livia</i>	2	3	2,75	363
<i>Columba oenas</i>	3	0,25	1,25	275

LIITE 1. Jatkuu

<b>Laji</b>	<b>UV</b>	<b>Kontrasti</b>	<b>Kirjavuus</b>	<b>Paino (g)</b>
<i>Columba palumbus</i>	3	1,75	1,75	500
<i>Corvus corax</i>	4	3,33	0,33	1195
<i>Corvus corone</i>	2,67	3,25	1,25	525
<i>Cuculus canorus</i>	2	2	2	107
<i>Cyanistes caeruleus</i>	2,67	3,25	3	11,1
<i>Delichon urbica</i>	3,33	3,25	2	16,5
<i>Dendrocopos major</i>	2,33	3,25	2,5	88
<i>Dryocopus martius</i>	3,33	3,2	1,4	330
<i>Emberiza citrinella</i>	2,67	2,5	2	30,9
<i>Emberiza hortulana</i>	1	1,75	2	24,3
<i>Emberiza rustica</i>	2	2,5	2,75	18,9
<i>Emberiza schoeniclus</i>	2,33	1	2,5	17,9
<i>Erithacus rubecula</i>	1,33	2,75	1,75	16,3
<i>Eudromias morinellus</i>	1	1,75	2,75	133
<i>Falco peregrinus</i>	1	2,33	2,33	868
<i>Falco rusticolus</i>	1,33	1,75	1,5	1535
<i>Falco tinnunculus</i>	1,67	2	2,25	192
<i>Ficedula hypoleuca</i>	2,57	1,88	1,63	12,8
<i>Fringilla coelebs</i>	2	2	2,25	21
<i>Fringilla montifringilla</i>	1,33	1,88	2,5	22,9
<i>Fulica atra</i>	3,67	2,75	1	520



LIITE 1. Jatkuu

<b>Laji</b>	<b>UV</b>	<b>Kontrasti</b>	<b>Kirjavuus</b>	<b>Paino (g)</b>
<i>Gallinago gallinago</i>	1,5	0	2	95
<i>Garrulus glandarius</i>	1	2,5	3	161
<i>Gavia arctica</i>	2	1,67	3,33	2350
<i>Grus grus</i>	1	1,2	1,4	5000
<i>Haematopus ostralegus</i>	2	3,33	2	540
<i>Hippolais icterina</i>	1	2,75	1,25	12,4
<i>Hirundo rustica</i>	3,33	3	2,5	19,4
<i>Jynx torquilla</i>	2	0,25	1,75	37
<i>Lagopus lagopus</i>	3	0,75	1,5	585
<i>Lagopus mutus</i>	3	0,5	1	545
<i>Lanius collurio</i>	1,67	1,38	1,75	28,1
<i>Larus argentatus</i>	0,33	2,33	1,67	1053
<i>Larus canus</i>	1,33	2,33	1,67	415
<i>Larus fuscus</i>	2	3,67	1,67	785
<i>Larus marinus</i>	0,5	1,67	2	1565
<i>Larus ridibundus</i>	1,33	1,33	1,67	265
<i>Loxia curvirostra</i>	1,52	2,88	1,63	40
<i>Loxia pytyopsittacus</i>	1,73	1,75	2	55,9
<i>Luscinia luscinia</i>	2,67	0	1,25	27
<i>Luscinia svecica</i>	3	2,38	2,25	17,95
<i>Lyrurus tetrrix</i>	2	1,9	2,4	1068

## LIITE 1. Jatkuu

<b>Laji</b>	<b>UV</b>	<b>Kontrasti</b>	<b>Kirjavuus</b>	<b>Paino (g)</b>
<i>Melanitta fusca</i>	3,2	2	1,1	1600
<i>Melanitta nigra</i>	2,75	1,5	0,5	780
<i>Mergus merganser</i>	1,33	2,3	1,6	1600
<i>Mergus serrator</i>	2,33	1,88	1,75	958
<i>Motacilla alba</i>	2,33	2,25	1,75	20,1
<i>Motacilla flava</i>	1,33	2,5	2,5	18,5
<i>Muscicapa striata</i>	2,5	0,5	1	15,5
<i>Numenius arquata</i>	2	3	1,5	855
<i>Numenius phaeopus</i>	1,33	0,25	1,25	358
<i>Oenanthe oenanthe</i>	2,33	2	1,63	23,35
<i>Pandion haliaetus</i>	2,33	2,33	1,67	1733
<i>Parus ater</i>	3	2,5	1,75	8,9
<i>Parus cristatus</i>	1	1,5	1,75	11,5
<i>Parus major</i>	1,67	3,25	2,5	17,5
<i>Parus montanus</i>	1,33	1,25	1,5	11,2
<i>Passer domesticus</i>	1,33	2,5	3	31,95
<i>Passer montanus</i>	1	2	3	22,7
<i>Perdix perdix</i>	1	1	2,5	345
<i>Perisoreus infaustus</i>	1	1,75	2,25	82
<i>Pernis apivorus</i>	3	0,67	1,67	820
<i>Phalacrocorax carbo</i>	3	2	1,67	2900

## LIITE 1. jatkuu

<b>Laji</b>	<b>UV</b>	<b>Kontrasti</b>	<b>Kirjavuus</b>	<b>Paino (g)</b>
<i>Phasianus colchicus</i>	1,4	2,13	2,25	1125
<i>Philomachus pugnax</i>	1,48	1,88	2	205
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	2,67	1,75	1,88	14,75
<i>Phylloscopus collybita</i>	3	1,25	1,75	7,7
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	2	2,25	2,25	9,5
<i>Phylloscopus trochilus</i>	2,67	1,25	1,5	9,4
<i>Pica pica</i>	3	3,2	1,2	235,5
<i>Picoides tridactylus</i>	1	2	2	68
<i>Pinicola enucleator</i>	1	2,5	2,5	51
<i>Pluvialis apricaria</i>	2	1,25	2,5	233
<i>Podiceps auritus</i>	2,5	1,33	2,67	560
<i>podiceps cristatus</i>	2	3	2,33	931
<i>Podiceps grisegena</i>	3	1,33	2	842,5
<i>Prunella modularis</i>	2,38	2,38	2,5	3,15
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	2,39	2,38	2,5	31,5
<i>Regulus regulus</i>	1,33	2,2	2,5	5,7
<i>Riparia riparia</i>	3	1,8	1,2	14,2
<i>Saxicola rubetra</i>	2,67	1,7	1,9	16,5
<i>Scolopax rusticola</i>	2	0,4	1,9	300
<i>Somateria mollissima</i>	2,33	2,4	1,9	2365
<i>Sterna hirundo</i>	0	2,2	1,8	120

## LIITE 1. Jatkuu

<b>Laji</b>	<b>UV</b>	<b>Kontrasti</b>	<b>Kirjavuus</b>	<b>Paino (g)</b>
<i>Sturnus vulgaris</i>	3	2,6	1	79,8
<i>Surnia ulula</i>	1	2,2	1,6	295
<i>Sylvia atricapilla</i>	2,67	1,3	1,5	20,2
<i>Sylvia borin</i>	1,67	0,4	0,8	20
<i>Sylvia communis</i>	1	0,5	1	15,7
<i>Sylvia curruca</i>	0,5	0,4	1,3	12,5
<i>Sylvia nisoria</i>	2	0,6	0,8	30
<i>Tadorna tadorna</i>	1	3,33	3,33	965
<i>Tetrao urogallus</i>	2	1,9	2,4	2950
<i>Tringa erythropus</i>	3	2,4	1,1	143
<i>Tringa glareola</i>	2,33	0,4	1,3	60
<i>Tringa nebularia</i>	1,67	2,2	2	182
<i>Tringa totanus</i>	1	1,6	2	107
<i>Troglodytes troglodytes</i>	1	0,6	1,3	9,8
<i>Turdus iliacus</i>	1,67	1,2	2,4	60
<i>Turdus merula</i>	3,67	2,3	0,9	104,5
<i>Turdus philomelos</i>	2	1,8	1,5	71
<i>Turdus pilaris</i>	1,33	1	1,9	106
<i>Turdus torquatus</i>	1	1,3	1	103
<i>Turdus viscivorus</i>	2	1,2	1,8	115
<i>Vanellus vanellus</i>	2,67	3,2	3,3	200