

Metsätehon raportti 255  
21.4.2020

# LINNUSTO JA METSÄNKÄSITTELY

Systemaattinen kirjallisuuskartoitus

Karoliina Haikoski  
Sini Savilaakso

ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)

**METSÄTEHO OY**  
Vernissakatu 1  
01300 Vantaa

# SISÄLLYS

<b>ESIPUHE .....</b>	<b>2</b>
<b>TIIVISTELMÄ.....</b>	<b>3</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>4</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>5</b>
<b>2 TUTKIMUSMENETELMÄT.....</b>	<b>6</b>
2.1 Artikkelien sisällytyskriteerit .....	6
2.2 Hakuketju .....	6
2.3 Haun lähteet .....	7
<b>3 TULOKSET .....</b>	<b>8</b>
3.1 Metsänkäsittely.....	9
3.1.1 Avohakkuut ja harvennukset.....	9
3.1.2 Metsälannoitukset.....	10
3.1.3 Metsäojitukset .....	10
3.1.4 Pienaukot ja eri-ikäisrakenteisuus .....	10
3.1.5 Säästöpuut ja kuolleen puun määrä.....	10
3.1.6 Energiapuumetsiköt.....	11
3.1.7 Ilmastonmuutos ja metsänkäsittely .....	11
3.2 Metsän rakenne.....	11
3.2.1 Kehitysvaiheet ja ikärakenne .....	11
3.2.2 Puulajisuhteet.....	12
3.3 Elinympäristövaatimukset ja tärkeät metsän rakennepiirteet.....	12
3.4 Hoidettujen ja hoitamattomien metsäalueiden vertailu .....	13
3.5 Fragmentaatio ja maisemataso.....	13
<b>4 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>15</b>
<b>5 LÄHTEET .....</b>	<b>16</b>

## ESIPUHE

Tämän systemaattisen kirjallisuuskartoituksen tavoitteena oli selvittää, mitä tietoa on olemassa metsänkäsittelyn vaikutuksista linnustoon. Työ liittyy Metsätehon Metsänkäsittely ja linnusto -oppaan päivittämiseen. Kiitämme oppaan ohjausryhmää hakutermin kommentoinnista.

Suomen Metsäsäätiö on rahoittanut raportin tekoa osana Näyttöön perustuva metsätalous -hanketta.

Sini Savilaakso  
22.3.2020

## TIIVISTELMÄ

Luonnon monimuotoisuuden huomiointi on metsätalouden toimijoille yhä tärkeämpää, ja metsänkäsittelyn menetelmiä kehitetään jatkuvasti monimuotoisuuden turvaamiseksi. Metsänkäsittelyn suosituksia laadittaessa on hyvä tukeutua olemassa olevaan tutkimustietoon. Tässä kirjallisuuskartoituksessa selvitettiin, minkälaista tietoa on olemassa metsänkäsittelyn vaikutuksista linnustoon Suomessa ja Ruotsissa.

Metsäntalouden laajuuteen nähden Suomessa ja Ruotsissa tehtyjä tutkimuksia metsänkäsittelyn vaikutuksista lintuihin löydettiin suhteellisen vähän. Tutkimukset käsittelivät eri hakkuutapoja, linnuston elinympäristövaatimuksia ja metsän rakennepiirteitä, sekä laajempia maisematason vaikutuksia, kuten elinympäristöjen pirstaloitumista. Etenkin suoraan eri käsittelymenetelmiin, esimerkiksi eri hakkuutapoihin, liittyvien tutkimusten määrä on melko pieni. Metsänkäsittelyn kehittämisen kannalta hyödyllisiä tutkimuksia erilaisista linnuille tärkeistä metsän rakennepiirteistä ja elinympäristövaatimuksista löytyi jonkin verran.

Kartoituksessa löytyneet tutkimukset voivat tarjota päivityksiä aiempaan tietoon metsänkäsittelyn linnustovaikutuksista. Hyvin toteutetut yksittäisetkin tutkimukset saattavat tuoda uutta ymmärrystä, etenkin kun tutkimusten määrä aiheesta on varsin rajallinen.

## SUMMARY

Taking biodiversity into account when making management decisions is increasingly important for all forestry actors, and forest management has been continuously improved in recent decades towards safeguarding forest biodiversity. When management recommendations are made it is important that they are based on existing research knowledge. In this systematic map, existing literature about impacts of forest management on birds in Finland and Sweden was mapped.

Considering the extent of forestry in Finland and Sweden, relatively few studies on the impact of forest management on birds were found. Studies that were found concerned forest harvesting (logging and thinning), habitat requirements of birds, forest structure, and landscape level impacts, such as habitat fragmentation. There were relatively few studies related directly to different forest management approaches, e.g. different logging and harvesting options. There were more studies on important structural elements of the forest and habitat requirements of birds that will be useful when improvements in forest management are made.

Studies included in this systematic map offer an updated knowledge base on the impacts of forest management on birds. Even sole studies, if well conducted, can improve existing understanding of the topic, especially as the overall knowledge base is relatively limited.

# 1 JOHDANTO

Metsät ovat merkittävä uusiutuvan raaka-aineen lähde, mutta samanaikaisesti niillä on tärkeä rooli luonnon monimuotoisuuden ylläpitämisessä. Metsänkäsittelyn on huomattu muuttavan lajien elinympäristöjä (Valkama ym. 2011, Tiainen ym. 2016), ja se voi sitä kautta heikentää metsälajiston elinmahdollisuuksia (Chaudhary ym. 2016). Viime vuosikymmeninä metsäalan toimijat ovat kiinnittäneet enenevässä määrin huomiota luonnon monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden säilyttämiseen talousmetsissä. Samanaikaisesti yksityisten metsänomistajien kiinnostus metsän monimuotoisuutta huomioiviin käsittelymuotoihin on lisääntynyt.

On tärkeää saada näyttöön perustuvaa tutkittua tietoa metsänkäsittelyn vaikutuksista linnustoon, jotta lintujen pesimä- ja elinolosuhteet voidaan huomioida metsätaloudessa. Tietoa tarvitaan muun muassa linnuille tärkeistä metsän rakennepiirteistä sekä eri metsänkäsittelymenetelmien vaikutuksista lintuihin. Ilmastonmuutoksella on todennäköisesti tulevaisuudessa vaikutuksia metsätalouteen, ja mahdollisia metsänhoidon ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksia linnustolle on myös hyvä arvioida, jotta niihin voidaan yrittää varautua.

Olemassa olevan tiedon pohjalta voidaan kehittää metsänkäsittelymenetelmiä yhä enemmän lintuja huomioivaan suuntaan. Jo melko vähäisillä toimilla saattaa olla suuri merkitys lajien säilymiselle tietyllä alueella. Siksi olisi tärkeää löytää ja päivittää toimintatapoja, joilla metsien käsittelyn yhteydessä voidaan minimoida metsäluonnolle aiheutuvia vaikutuksia ja säilyttää tai lisätä linnuille tärkeitä metsän rakennepiirteitä ja näin auttaa sopeutumisessa muuttuneeseen elinympäristöön. Metsänkäsittelyn suosituksia laadittaessa on hyvä tukeutua olemassa olevaan tutkimustietoon, jonka laajuutta tämän kirjallisuuskartoituksen on tarkoitus selvittää. Samalla saadaan tietoa myös mahdollisista aukoista tutkimustiedossa.

## 2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän katsauksen tekemisessä käytettiin systemaattisen kartoituksen menetelmää (Collaboration for Environmental Evidence 2018). Systemaattisessa kartoituksessa pyritään muodostamaan kuva valitun aiheen piirissä tehdyistä tutkimuksista, eli mitä ja kuinka paljon aiheesta tiedetään. Keskeistä systemaattisissa kartoituksissa on tiedon tuottaminen ilman vääristymiä. Vääristymien minimoimiseksi artikkelien sisällytyskriteerit määritellään etukäteen ennen tiedonhaun toteuttamista ja tietoa haetaan kattavasti eri lähteistä. Lisäksi voidaan määritellä kriteerit tutkimusten laadun arvioimiseksi esim. otokseen ja tutkimustyyppien suhteen. Tässä katsauksessa tutkimusten laadun arviointia ei toteutettu, koska tavoitteena oli saada kuva Metsätehon Metsänkäsittely ja linnusto -oppaan julkaisemisen (2002) jälkeen tehdyistä tutkimuksista eikä syvempiin kvantitatiivisiin analyyseihin edes pyritty.

### 2.1 Artikkelien sisällytyskriteerit

Artikkelien sisällytyskriteerit määriteltiin ns. PEO (population, exposure, outcome) -termien pohjalta (taulukko 1). Lähtökohtana oli, että artikkelien tulee liittyä metsänkäsittelyyn ja sen aiheuttamiin linnustovaikutuksiin. Maantieteellinen rajaus tehtiin kattamaan Suomessa ja Ruotsissa tehdyt tutkimukset, koska metsänkäsittelyn toimenpiteet näillä alueilla ovat suurimmalta osin vertailukelpoista toistensa kanssa. Hakukielenä käytettiin englantia, ja haku rajattiin alkamaan vuodesta 2000.

*Taulukko 1. Kriteerit artikkelien sisällyttämiseksi kirjallisuuskatsaukseen.*

Tutkimuksen kohde	Käsittely	Ekologiset muuttujat
Suomen ja Ruotsin boreaaliset metsät	Metsänkäsittely, metsänhoito	Lintulajiston yksilö- ja lajimäärä, lajiston diversiteetti tai yhteisön koostumus.  Lintulajiston pesintä, lisääntyminen tai muutto.

### 2.2 Hakuketju

Artikkelien sisällytyskriteerien pohjalta rakennettiin hakuketju. Hakuketjuun ehdotetut termit esiteltiin Metsänkäsittely ja linnusto -oppaan ohjausryhmälle ennen hakuketjun viimeistelyä. Alla käytetty hakuketju lopullisessa muodossaan (Web of Science -tietokannassa käytetty muotoilu).

(Finland OR Finnish OR Swed\* OR Scandinavia\*) AND (Boreal OR taiga OR forest\*)

AND

Forestry OR "forest management" OR silvicultur\* OR cut\* OR log\* OR fell\* OR harvest\* OR thinn\* OR afforesta\* OR deforesta\* OR planting OR plantation\* OR plough\* OR "game cover\*" OR "managed forest" OR "habitat fragment\* OR change" OR "uneven-aged" OR "even-aged" OR "clearcut\*" OR "clear-cut\*"

AND

Bird\* OR owl\* OR woodpecker\* OR tit\* OR thrush\* OR sparrow\* OR hawk\* OR warbler\* OR finch\* OR capercaillie\* OR grouse\* OR "Tetrao urogallus" OR "Lyrurus tetrix" OR "Tetrao tetrix" OR "Tetrastes bonasia" OR "Bonasa bonasia" OR accipiter OR passer OR buteo OR pernis OR endangered OR "red-listed species" OR "threatened species"

AND

nest\* OR territor\* OR sing\* OR forag\* OR orientat\* OR migrat\* OR reproduc\* OR "species richness" OR abundance OR mortality OR "community composition" OR diversity

## 2.3 Haun lähteet

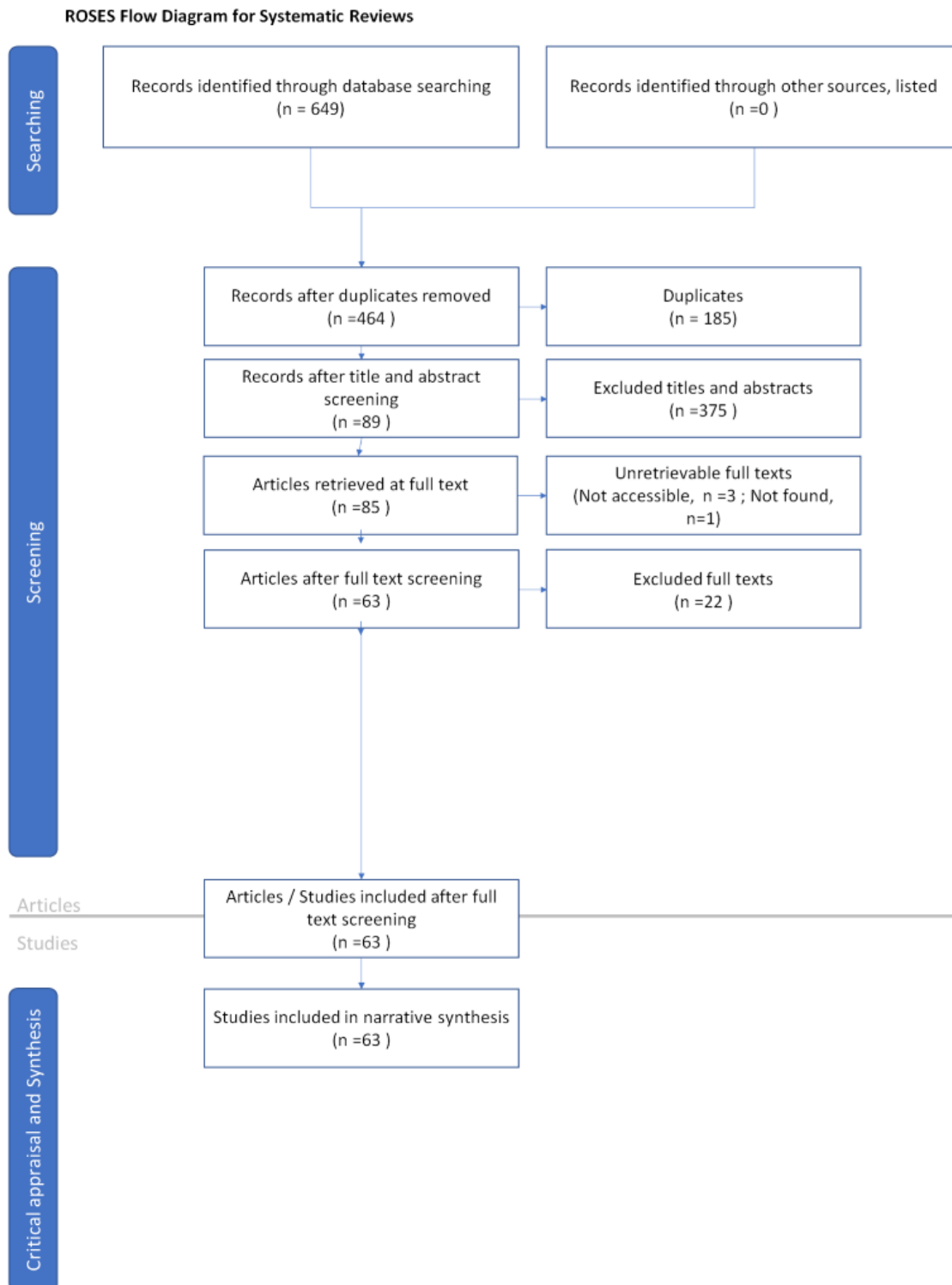
Artikkeleita haettiin kolmesta eri akateemisesta tietokannasta, jotka olivat CAB Abstracts, Scopus ja Web of Science Core Collection.



### 3 TULOKSET

Artikkelien haku suoritettiin 9.8.2019. Duplikaattien poiston jälkeen artikkeleita oli yhteensä 464, joista seulonnan jälkeen jäi jäljelle 63 (taulukko 2).

Taulukko 2. Artikkelien seulonnan vaiheet ja artikkelien määrä kussakin vaiheessa.



Luvuissa 3.1–3.5 on esitelty lyhyesti kartoituksessa löydetyt tutkimukset jaoteltuna aihepiireittäin (metsätalouden toimia ja vaikutuksia). Lisätietoa tutkimuksista ja niissä tutkituista ekologisista muuttujista on liitteessä 1.

Tutkimukset on jaoteltu sen mukaan, mikä on arvioitu tutkimuksen pääasialliseksi aiheeksi metsään kohdistuneiden käsittelyiden tai tutkimuksen tavoitteiden kannalta. Huomioitavaa on, että monet tutkimuksista olisivat sopineet usean otsikon alle, koska niissä sivutaan useampaa jaotellun mukaista aihetta.

Erlaisiin eriteltävissä oleviin käsittelymenetelmiin liittyviä tutkimuksia (taulukko 3) löytyi vähän suhteessa tutkimusten kokonaismäärään. Suurin osa aihetta käsittelevistä tutkimuksista liittyy yleisesti metsänkäsittelyn vaikutuksiin ja linnuille tärkeisiin rakennepiirteisiin metsässä.

### 3.1 Metsänkäsittely

*Taulukko 3. Jaottelu kartoituksen tutkimusmääristä metsänkäsittelymenetelmittain. Jaotellun perusteena oli arvio siitä, mikä on ollut tutkimuksen pääasiallinen aihe tavoitteiden kannalta.*

Metsänkäsittelyn tyyppi	kpl
Avohakkuu	4
Hakkuut/harvennukset	4
Metsälannoitus	3
Metsäojitus	1
Pienaukot	1
Eri-ikäisrakenne	1

#### 3.1.1 Avohakkuut ja harvennukset

Virkkala (2004) tutki eri tavoin käsitellyillä alueilla lintulajien dynamiikkaa kymmenen vuoden ajan. Tutkimuksessa keskityttiin erityisesti avohakkuiden vaikutukseen kolopesijöihin. Griesser ym. (2007) tutkivat metsänkäsittelyn vaikutuksia kuukkelien elinvoimaisuuteen. Tutkimusalueella oli tehty avohakkuuta ja harvennuksia 15 vuoden ajan, ja siellä tutkittiin kuukkelin pesinnän onnistumista, reviirin asuttavuutta sekä populaation tuottavuutta.

Tilannetta ennen ja jälkeen metsään kohdistuvan toimenpiteen tarkasteltiin Heyman ym. (2010) ja Santangeli ym. (2012) tutkimuksissa. Heyman ym. (2010) tutkimuksessa taajamametsien pensaskerros raivattiin joko kokonaan tai puoleen alkuperäisestä, ja sen vaikutuksia lintuihin ja aluskasvuston lajistoon tutkittiin ennen ja jälkeen toimenpiteen käyttäen reunametsiä kontrollialueina. Heyman ym. (2017) tekivät katsauksen taajamametsänhoitoon ja sen mahdollisiin linnustovaikutuksiin liittyvistä tutkimuksista.

Kahdessa tutkimuksessa (Suorsa ym. 2003, Krams ym. 2010) testattiin, miten metsänkäsittelyn muokkaamat elinympäristöt näkyvät lintujen veriarvoissa stressitekijöinä. Suorsa ym. (2003) tutkivat puukiipijään ja sen poikasiin vaikuttavaa fysiologista stressiä määrittämällä verikokeista stressihormoni kortikosteroli. Puukiipijän elinympäristö ja ravinnon määrä määritettiin tarkkaan,

kuten myös elinympäristöä ympäröivät alueet. Kramsin ym. (2010) tutkimuksessa taas selvitettiin lapintiaisen veriarvoja, veriloisia ja pesintämenestystä ja vertailtiin maltillisesti hoidetuilla ja voimakkaasti harvennetuilla metsäalueilla.

Žmihorski ym. (2019) vertailivat metsäpalon jälkeen vierekkäisiä alueita, joista toisella puut oli kerätty pois ja toisella jätetty sijoilleen ja käsittelyistä aiheutunutta eroa alueella esiintyvien lintujen lajikoostumukseen.

Söderström ym. (2011) tutkivat kolmen vuoden ajan pikkulepinkäisen lisääntymismenestystä avohakkuualoilla ja peltoaloilla sekä ravinnon ja pikkulepinkäisen pesiä saalinaan käyttävien petojen määrää. Peltosirkun esiintymistä erilaisilla maankäytön alueilla, kuten esimerkiksi avohakkuualoilla ja nuorissa kasvatusemetsissä seurattiin Ottvallin ym. (2008) tutkimuksessa. Santangelin ym. (2012) tutkimuksessa selvitettiin petolintujen pesäpuiden asuttavuutta ennen ja jälkeen metsään kohdistuvan hakkuun suojavaikkeen kokoa vaihdellen.

### **3.1.2 Metsälannoitukset**

Metsälannoituksiin keskityttiin kahdessa tässä kartoituksessa löydettyssä tutkimuksessa (Edenius ym. 2011, 2012). Tutkimukset on tehty samalla tutkimusalueella Ruotsissa, ja niistä toinen keskittyi lintujen monimuotoisuuteen säännöllisesti lannoitetuilla metsäalueilla (Edenius ym. 2011) ja toinen lintujen ravintoon arvioimalla lannoitusten vaikutusta hyönteisiin ja puiden lehtien fenoleihin (Edenius ym. 2012).

Typpilannoituksen vaikutuksia eri eliöryhmien runsauteen ja monimuotoisuuteen on selvitetty Sullivanin ym. (2017) artikkelikatsauksessa.

### **3.1.3 Metsäojitukset**

Ludwig ym. (2007) tutkivat metsäojitusten vaikutuksia metsäkanalintujen pesintämenestykseen. Tutkimuksessa selvitettiin ojitusten epäsuoria vaikutuksia, joita olivat esimerkiksi vaikutus lintujen ravintoon ja petojen määrään, ja suoria vaikutuksia, kuten metsäkanalintujen poikasten hukkuminen ojiin.

### **3.1.4 Pienaukot ja eri-ikäisrakenteisuus**

Forsmanin ym. (2013) tutkimuksessa selvitettiin pienaukkojen, kooltaan korkeintaan kaksi hehtaaria, vaikutusta metsässä eläviin lintuihin. Aukot olivat esimerkiksi tuulenskaatojen tai hakkuiden aiheuttamia ja tutkimuskohteina oli sekä vanhoja että hoidettuja metsiä, ja kontrollialueena käytettiin jatkuvapeitteistä metsää, jossa ei ollut aukkoja.

Pukkala ym. (2012) tutkivat eri-ikäisrakenteisen metsän taloudellista tuottavuutta suhteessa metsän sopivuuteen kuukkelin elinympäristöksi mallinnusten avulla. Kuukkelin ruokailu- ja pesintävaatimuksia arvioitiin ja laskettiin, millaisella tuottavuuden asteella metsä olisi vielä kuukkelille sopiva elinympäristö.

### **3.1.5 Säästöpuut ja kuolleen puun määrä**

Söderström ym. (2009) tutkivat hakkuun jälkeisten säästöpuumäärien vaikutusta lintujen esiintyvyyteen 1–8 vuoden ajan hakkuun jälkeen. Reunavaikutuksen ja säästöpuiden määrän vaikutusta

viereisten metsäalueiden lintuihin käsiteltiin myös samaisessa tutkimuksessa. Bütler ym. (2004) puolestaan selvittivät kuolleen puun määrän raja-arvoja pohjantikan esiintyvyyteen ja lajin esiintymistodennäköisyyttä tietyillä kuolleen puun määrillä.

### **3.1.6 Energiapuumetsiköt**

Energiapuun kasvatuksen vaikutuksista lintujen pesintään ja lajiston monimuotoisuuteen löytyi muutamia tutkimuksia. Lyhyellä kiertoaajalla bioenergiaksi kasvatettavan hybridihaapametsikön ja saman ikäisen kuusimetsän alueilla esiintyvää linnustoa vertailtiin Lindbladhin ym. (2014) tutkimuksessa. Berg (2002) taas tutki pelloilla aloitetun energiapuuksi suunnitellun pajun kasvatuksen vaikutusta lintujen pesintään. Viljelmällä esiintyviä lintulajeja tutkittiin siitä näkökulmasta, ovatko ne pelto- vai metsäalueilla viihtyviä lajeja. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös ympäröivien metsä- ja peltoalueiden vaikutusten eroja.

### **3.1.7 Ilmastonmuutos ja metsänkäsittely**

Fraixedas ym. (2015) ja Ram ym. (2016) etsivät tutkimuksissaan vastausta siihen, onko ilmastonmuutoksella ja metsänkäsittelyllä yhtymäkohtia lintujen kannanvaihteluihin, ja siihen, kumpi vaihteluita aiheuttaa.

Ilmastonmuutoksen ja metsänkäsittelyn yhteisvaikutuksia kuukkelin populaatioihin tutkivat Layton-Matthews ym. (2018). Tutkimuksen aineistona käytettiin kuukkelien rengastus- ja seurantatietoja.

Virkkala (2016) tutki boreaalisten metsälintujen yleistä vähenemistä ja sen mahdollisia syitä ilmastonmuutoksen ja elinympäristöjen muuttumisen kannalta verraten suojelualueita ja metsänhoidollisia alueita ja mallintaen eri muuttujien mahdollisia vaikutuksia.

## **3.2 Metsän rakenne**

### **3.2.1 Kehitysvaiheet ja ikärakenne**

Robergenin ym. (2018) tutkimuksessa arvioitiin pyyn, pyrstöiaisen ja puukiipijän elinympäristövaatimuksia, ja niitä käytettiin yhdessä metsän eri kehitysvaiheiden simulaatioiden kanssa selvittämään, millä metsän kiertoaajoilla eri lajit voivat mahdollisesti käyttää metsää elinympäristönään. Hömötiaisten talvehtimistä tutkivat Siffczyk ym. (2003) selvittäen muun muassa hömötiaisten reviirejä ja elinpiirin laajuuksia talviaikaan. Tutkimuksessa vertailtiin myös metsän eri kehitysluokkia lajin esiintymisessä.

Sirkiän ym. (2010a) tutkimuksessa selvitettiin kolmiolaskentojen ja VMI-aineistojen perusteella, voiko metson väheneminen johtua metsien ikärakenteen muuttumisesta. Lakka ym. (2009) arvioivat tutkimuksessaan puolukka- ja mustikkatyyppin tarjoamaa kasvillisuuden rakennetta ja hyönteisten määrää metson poikasten ravinnoksi metsien eri kehitysvaiheissa, ja sitä millainen ympäristö sopii poikasille saatavilla olevan ravinnon suhteen.

Metsän iän vaikutusta helmipöllön lisääntymiseen koko eliniän aikana selvitettiin Laaksosen ym. (2004) tutkimuksessa seuraamalla myös myyrävuosien vaikutusta, ja millaisia pesimäpaikkoja helmipöllöt suosivat. Hakkarainen ym. (2008) vertailivat helmipöllökoiraiden selviytymisastetta

metsän eri ikäluokkien (nuori, keski-ikäinen ja vanha metsä) välillä käyttäen pöllöihin merkintä-uudelleenpyynti-menetelmää.

Lindbladh ym. (2017) tutkivat lintujen monimuotoisuutta kuusimetsässä ja siihen liittyviä tekijöitä, kuten metsän ikää ja rakennetta, lehtipuun määrää ja puiden läpimittajakaumaa, jotta löydettäisiin metsänhoitotapoja, joilla voisi olla mahdollista lisätä lintulajiston monimuotoisuutta talousmetsissä. Jansson ym. (2003) tutkivat iältään ja rakenteeltaan erilaisten metsien linnustoa selvittäen muun muassa alueiden pirstaloitumisen vaikutuksia sekä sellaisia metsän tai maiseman rakenteita tai ominaisuuksia, jotka voisivat lisätä lintujen monimuotoisuutta. Uliczkan ym. (2000) tutkimuksessa verrattiin lintu- ja jäkälälajien määrää tasaikäisen-, vanhan ja sekametsän välillä, jotta saataisiin selvitettyä erilaisten metsien mahdollisia suojeluarvoja eri lajien suhteen.

### **3.2.2 Puulajisuhteet**

Felton ym. (2011) tutkivat, miten koivun lisääminen kuusimetsään vaikuttaa alueen linnuston monimuotoisuuteen vertailemalla kuusimetsiä ja kuusi-koivusekametsiä vaihtelevalla koivun määrällä. Mäntymetsien korvaamista kuusimetsillä ja sen mahdollisia vaikutuksia lintulajien esiintyvyyteen tarkasteltiin Lindbladhin ym. (2019) tutkimuksessa, jossa vertailtiin pesivien lintujen määrää ja lintulajien monimuotoisuutta 55- ja 80-vuotiaissa kuusi- ja mäntymetsissä, sekä sitä, miten metsikkö- ja maisematason rakenteen vaihtelu vaikuttaa lintulajien koostumukseen näissä metsissä. Feltonin ym. (2010) katsauksessa arvioitiin havupuumetsien monokulttuurien korvaamista lehtipuita sisältävillä sekametsillä ja sen mahdollisia vaikutuksia eri eliöryhmien monimuotoisuuteen.

## **3.3 Elinympäristövaatimukset ja tärkeät metsän rakennepiirteet**

Jokimäen ym. (2011) tutkimuksessa Valtion metsien inventoinneista (VMI) saatua tietoa testattiin vanhojen metsien lintulajien esiintymisen ennustamiseen ja selvitettiin, mitkä metsän ominaisuudet ovat tärkeitä suurelle osalle vanhojen metsien lintulajeista ja miten tunnistetut ominaisuudet voivat itsenäisesti vaikuttaa lajien esiintymiseen. Stighäll ym. (2011) testasivat valkoselkätikan elinalueiden mahdollista tunnistamista kaukokartoitusdatan avulla ja saivat tuloksia myös siitä, millaisia elinalueita valkoselkätikka suosii.

Pakkala ym. (2018) tutkivat pohjantikan pesäpuiden ominaisuuksia pääsääntöisesti keski-ikäisissä havupuuvaltaisissa metsissä ja selvittivät, onko sopivien kolopuiden löytyminen alueella kriittinen tekijä elinympäristön sopivuudeksi lajin kannalta. Pakkalan ym. (2002) tutkimuksessa selvitettiin mahdollisia keinoja, joilla mitata reviiri- ja maisematason elinympäristön laatua pohjantikalle ja muille samankaltaisia elinympäristövaatimuksia omaaville lajeille sekä mahdollisia raja-arvoja lajin sietokynnykselle eri alueilla. Roberge ym. (2008) vertasivat eri tikkalajien esiintymistä metsäalueen luonnontilaisuuteen ja niiden vaatimia elinolosuhteita selvitettiin lajien esiintymisalueilla.

Miettisen ym. (2009) tutkimuksessa metson elinalueiden muutoksia vertailtiin kahtena eri ajanjaksona ja havainnointiin, millaisia elinympäristöjä metso suosii. Pakkalan ym. (2003) tutkimuksessa taas arvioitiin metson suojelun ja sen soidinalueiden ja niiden ympäristön vaikutusta muihin lajeihin. Teeren pesinnän onnistumiseen liittyviä tekijöitä selvitettiin Ludwigin ym. (2010) tutkimuksessa, jossa seurattiin muun muassa naaraan liikkumista radiolähettimen avulla, poikasten lähtemistä pesästä sekä petojen määrää alueella.

Sirkiä ym. (2010b) tutkivat metson ja hirven elinympäristövaatimuksia ja esiintymistä kolmiolaskentojen ja VMI:n avulla ja tarkastelivat, eroavatko lajien elinympäristövaatimukset toisistaan. Näin tutkimuksessa voitiin myös selvittää, voiko toisen lajin huomioiminen metsänhoidossa vaikuttaa negatiivisesti toisen lajin esiintyvyyteen samalla alueella. Melin ym. (2016) tutkivat kolmiolaskentojen ja LiDAR-datan avulla metsäkanalintujen poikueiden esiintymistä ja siihen vaikuttavia ympäristön tekijöitä ja mahdollisia ympäristön ominaisuuksia, jotka voisivat lisätä poikueiden esiintymistä.

Suorsan ym. (2005) tutkimuksessa etsittiin puukiipijän sietokynnyksen raja-arvoja elinympäristön suhteen ja sitä, reagoiko laji enemmän elinympäristön rakenteen muuttumiseen vai sen häviämiseen. Singhin ym. (2016) tutkimuksessa seurattiin maakotkien elinympäristön valintaa lintuihin kiinnitetyillä GPS-paikantimille, ja selvitettiin, millaisia elinympäristöjä maakotkat suosivat. Björklundin ym. (2015) tutkimuksessa arvioitiin ympäristön vaikutusta kolmen haukkalajin pesintämenestykseen ja selvitettiin pesimäympäristön tyypillisiä ominaisuuksia käyttäen seurantatietoa haukkojen pesinnästä ja VMI:sta saatua dataa. Kolmiolaskentoja ja GIS-karttoja hyödyntäen Wallgrenin (2009) tutkimuksessa etsittiin maisematason rakenteita ja ympäristön ominaisuuksia, jotka voisivat auttaa löytämään kaavoja ominaisuuksiltaan erilaisten alueiden ja eri eläinlajien välille.

### **3.4 Hoidettujen ja hoitamattomien metsäalueiden vertailu**

Santangelin ym. (2013) tutkimuksessa verrattiin intensiivisen metsänkäsittelyn alaisia ja suojeltuja alueita merikotkan pesinnän onnistumisen suhteen. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voiko merikotka menestyä myös alueilla, jolla metsänkäsittely on voimakasta. Edenius ym. (2002) arvioivat kuukkelin käytöstä ja elinympäristön eroavaisuuksia vertaamalla hoitamattomaa kuusimetsää ja hoidettua mäntymetsää ja seuraamalla aikuisten lintujen ja poikasten käytöstä ja elinympäristön ominaisuuksia. Sjöberg ym. (2007) tutkimuksessa tutkittiin kuusen käpysadon määrää ja talvehtimisympäristön laadukkuutta lintujen näkökulmasta vertailemalla vanhoja metsiä lähellä sijaitseviin hoidettuihin metsiin ja niissä esiintyvien lintujen talvehtimisyhdyskuntien eroja.

Suomen ja Venäjän rajan lähetyillä olevia alueita on vertailtu muun muassa teeren ja tilitin kannalta: Lampila ym. (2009) tutkivat tilitin häviämiseen Kainuun alueelta johtaneita mahdollisia syitä ja vertasivat aluetta Venäjän alueisiin, joissa esimerkiksi metsämaiseman pirstaloituminen on monilla alueilla vähäisempää. Kurhisen ym. (2009) tutkimuksessa selvitettiin teerikannan vähentymistä Suomessa vertaamalla Itä-Suomen alueita Venäjän alueisiin.

Felton ym. (2016) tutkivat suojeltujen ja istutettujen tammimetsien välisiä eroja vertaamalla luonnontilaista metsää ja nuorta ja keski-ikäistä istutusmetsää ja niiden eroavaisuuksia linnustoltaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voiko istutettu tammimetsä olla verrattavissa suojeltuun lintujen esiintymisen kannalta ja onko istutetuilla tammimetsillä mahdollista lisätä alueen monimuotoisuutta.

### **3.5 Fragmentaatio ja maisemataso**

Ympäröivän alueen laadukkuutta pirstaloituneessa maisemassa lintujen näkökulmasta ovat käsitelleet tutkimuksissaan esimerkiksi Brotons ym. (2003) ja Jokimäki ym. (2000). Brotonsin tutki-

muksessa aihetta käsittelevien artikkeleiden pohjalta tehtiin mallinnus, jonka avulla haluttiin selvittää, miten metsää ympäröivät alueet vertautuvat niiden ollessa vaihtoehtoisesti joko metsän uudistusala tai vesialue, sekä miten metsälaikun pinta-ala vaikuttaa lintujen esiintymistiheyteen. Jokimäen tutkimus keskittyi myös maiseman rakenteen vaikutukseen lintujen populaatioissa veraten lievästi ja vahvasti pirstaloituneita maisemarakenteita. Schmiegelow'n ym. (2002) artikkelikatsauksessa perehdyttiin elinympäristöjen häviämiseen ja siitä aiheutuvaan maiseman pirstaloitumiseen ja sen vaikutuksista lintuihin ja niiden esiintymiseen.

Kurjen ym. (2000) tutkimuksessa selvitettiin metsien pirstaloitumisen ja metsän rakenteen vaikutusta metson ja teeren pesinnän onnistumiseen. Tutkimuksen aineistossa yhdistettiin kolmiolaskennoista ja kaukokartoituksesta saatua dataa.

Kurki ym. (2000) tutkivat maisematason pirstaleisuuden ja metsän rakenteen vaikutusta metson ja teeren pesinnän onnistumiseen käyttäen kolmiolaskennoista ja kaukokartoituksesta saatua dataa lintujen liikkumisen päättelyssä alueiden välillä. Miettinen ym. (2008) selvittivät kolmiolaskennoista saatua dataa hyödyntäen metsokannan tiheyden vaihtelun ja maisematason rakenteen yhteyttä ja erityisesti metsän ikäluokkaa, jota metso erityisesti suosisi.

Metsälaikun koon ja sitä ympäröivien alueiden vaikutusta kirjosiepon ja leppälinnun pesintään tutkivat Huhta ym. (2001). Tutkittavia alueita oli 72, ja vertailtavina reuna-alueina olivat avohakkuu ja luonnontilainen metsä. Suojeltujen metsäalueiden ja niitä ympäröivien alueiden vaikutusta metsäkanalintuihin suojellun alueen sisällä tutkivat Mönkkönen ym. (2014). Tutkimus kohdistui Itä-Suomen ja Venäjän Karjalan vertailuun, ja tutkimuksessa käytetty aineisto oli kerätty vuosina 1986–2002. Myös Häkkinen ym. (2017) tutkivat suojelualueita ympäröivien erilaisten maankäyttömuotojen vaikutusta suojelualueen sisäisiin lintuyhdyskuntiin. Tässäkin tutkimuksessa lintujen laskennat olivat 1900-luvun loppupuolelta, ja tutkimuksessa huomioitiin myös suojelualueen ominaisuudet ja alueen koosta riippuva reunavaikutus.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Metsäntalouden laajuuteen nähden Suomessa ja Ruotsissa tehtyjä tutkimuksia metsänkäsittelyn vaikutuksista lintuihin löydettiin suhteellisen vähän. Etenkin suoraan eri käsittelymenetelmiin, esimerkiksi avohakkuisiin ja harvennuksiin, liittyvien tutkimusten määrä on melko pieni eikä ennen-jälkeen-käsittelykokeita löytynyt muutamaa enempää. Tämänkaltaiset tutkimukset olisivat kuitenkin tärkeitä eri käsittelymenetelmien vaikutusten selvittämiseen ja sitä kautta mahdollisesti myös työmenetelmien kehittämiseen.

Vallitseville metsänkäsittelytavoille vaihtoehtoisten ja metsänomistajien keskuudessa kiinnostusta herättävien metsänkasvatusmenetelmien, kuten esimerkiksi eri-ikäisrakenteisen kasvatuksen ja pienaukkohakkuiden tutkimus lintuihin liittyen on myös tulosten mukaan erittäin vähäistä. Tällaisten metsänkäsittelymenetelmien voitaisiin olettaa olevan lintujen elinolosuhteiden kannalta kestävämpiä ratkaisuja, mutta tutkimukseen nojaavaa tietoa aiheesta tämän kartoituksen perusteella ei juurikaan ole saatavilla.

Metsänkäsittelyn vaikutuksia lintuihin yleisellä tasolla on tutkittu jonkin verran, esimerkiksi vertailemalla erilaisia alueita ja niiden linnustoa keskenään. Nämä tutkimukset parantavat yleiskäsitystä metsänkäsittelyn vaikutuksista lintuihin ja mahdollisesti niiden perusteella voidaan luoda suunta- viivoja metsänhoidolle ja mahdollisille alueiden suojelutarpeille. Metsänkäsittelyn kehittämisen kannalta hyödyllisiä tutkimuksia erilaisista linnuille tärkeistä metsän rakennepiirteistä ja elinympäristövaatimuksista löytyi jonkin verran. Esimerkiksi puulajisuhteet, metsän rakenne ja metsän iän vaikutus lintujen esiintymiseen ovat aiheita, joita tähän katsaukseen löydettyjen tutkimusten perusteella olisi hyödyllistä tarkastella syvemmin metsänkäsittelyn suosituksia uudistettaessa.

Kartoituksessa löytyneet tutkimukset voivat tarjota lisätietoa tai päivityksiä aiempaan tietoon metsänkäsittelyn linnustovaikutuksista. Hyvin toteutetut yksittäisetkin tutkimukset saattavat tuoda uutta ymmärrystä aiheeseen liittyen, etenkin kun tutkimusten määrä aiheesta on varsin rajallinen.



## 5 LÄHTEET

- Berg, A. 2002. Breeding birds in short-rotation coppices on farmland in central Sweden - the importance of *Salix* height and adjacent habitats. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 90(3), s. 265-276.
- Bjorklund, H., Valkama, J., Tomppo, E. & Laaksonen, T. 2015. Habitat Effects on the Breeding Performance of Three Forest-Dwelling Hawks. *Plos One*, 10(9).
- Brotons, L., Monkkonen, M. & Martin, J.L. 2003. Are fragments islands? Landscape context and density-area relationships in boreal forest birds. *American Naturalist*, 162(3), s. 343-357.
- Butler, R., Angelstam, P., Ekelund, P. & Schlaeffer, R. 2004. Dead wood threshold values for the three-toed woodpecker presence in boreal and sub-Alpine forest. *Biological Conservation*, 119(3), s. 305-318.
- Chaudhary A, Burivalova Z, Koh LP, Hellweg S. 2016. Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs. *Scientific Reports* 6(1):23954.
- Edenius, L. & Meyer, C. 2002. Activity budgets and microhabitat use in the Siberian Jay *Perisoreus infaustus* in managed and unmanaged forest. *Ornis Fennica*, 79(1), s. 26-33.
- Edenius, L., Mikusinski, G., Witzell, J. & Bergh, J. 2012. Effects of repeated fertilization of young Norway spruce on foliar phenolics and arthropods: Implications for insectivorous birds' food resources. *Forest Ecology and Management*, 277, s. 38-45.
- Edenius, L., Mikusinski, G. & Bergh, J. 2011. Can Repeated Fertilizer Applications to Young Norway Spruce Enhance Avian Diversity in Intensively Managed Forests? *Ambio*, 40(5), s. 521-527.
- Felton, A., Hedwall, P.O., Lindbladh, M., Nyberg, T., Felton, A.M., Holmstrom, E., Wallin, I., Lof, M. & Brunet, J. 2016. The biodiversity contribution of wood plantations: Contrasting the bird communities of Sweden's protected and production oak forests. *Forest Ecology and Management*, 365, s. 51-60.
- Felton, A., Andersson, E., Ventorp, D. & Lindbladh, M. 2011. A Comparison of Avian Diversity in Spruce Monocultures and Spruce-Birch Polycultures in Southern Sweden. *Silva Fennica*, 45(5), s. 1143-1150.
- Felton, A., Lindbladh, M., Brunet, J. & Fritz, O. 2010. Replacing coniferous monocultures with mixed-species production stands: An assessment of the potential benefits for forest biodiversity in northern Europe. *Forest Ecology and Management*, 260(6), s. 939-947.
- Forsman, J.T., Reunanen, P., Jokimaki, J. & Monkkonen, M. 2013. Effects of canopy gap disturbance on forest birds in boreal forests. *Annales Zoologici Fennici*, 50(5), s. 316-326.

- Fraixedas, S., Linden, A. & Lehikoinen, A. 2015. Population trends of common breeding forest birds in southern Finland are consistent with trends in forest management and climate change. *Ornis Fennica*, 92(4), s. 187-203.
- Griesser, M., Nystrand, M., Eggers, S. & Ekman, J. 2007. Impact of forestry practices on fitness correlates and population productivity in an open-nesting bird species. *Conservation Biology*, 21(3), s. 767-774.
- Hakkarainen, H., Korpimaeki, E., Laaksonen, T., Nikula, A. & Suorsa, P. 2008. Survival of male Tengmalm's owls increases with cover of old forest in their territory. *Oecologia*, 155(3), s. 479-486.
- Häkkinen, M., Le Tortorec, E., Brotons, L., Rajasärkkä, A., Tornberg, R. & Mönkkönen, M. 2017. Degradation in landscape matrix has diverse impacts on diversity in protected areas. *PLoS ONE*, 12(9).
- Heyman, E. 2010. Clearance of understory in urban woodlands: Assessing impact on bird abundance and diversity. *Forest Ecology and Management*, 260(1), s. 125-131.
- Houghton R.A. & Nassikas A.A. 2018. Negative emissions from stopping deforestation and forest degradation, globally. *Glob Chang Biol* 24(1), s. 350–359.
- Huhta, E. & Jokimaki, J. 2001. Breeding occupancy and success of two hole-nesting passerines: the impact of fragmentation caused by forestry. *Ecography*, 24(4), s. 431-440.
- Jansson, G. & Andren, H. 2003. Habitat composition and bird diversity in managed boreal forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18(3), s. 225-236.
- Jokimaki, J., Huhta, E., Monkkonen, M. & Nikula, A. 2000. Temporal variation of bird assemblages in moderately fragmented and less-fragmented boreal forest landscapes: A multi-scale approach. *Ecoscience*, 7(3), s. 256-266.
- Jokimaki, J. & Solonen, T. 2011. Habitat associations of old forest bird species in managed boreal forests characterized by forest inventory data. *Ornis Fennica*, 88(2), s. 57-70.
- Krams, I., Cirule, D., Krama, T., Hukkanen, M., Rytönen, S., Grell, M., Lezhova, T., Rantala, M.J. & Tummeleht, L. 2010. Effects of forest management on haematological parameters, blood parasites, and reproductive success of the Siberian tit (*Poecile cinctus*) in northern Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 47(5), s. 335-346.
- Kurhinen, J., Danilov, P., Gromtsev, A., Helle, P. & Linden, H. 2009. Patterns of black grouse, *Tetrao tetrix* distribution in northwestern Russia at the turn of the millennium. *Folia Zoologica*, 58(2), s. 168-172.
- Kurki, S., Nikula, A., Helle, P. & Linden, H. 2000. Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in boreal forests. *Ecology*, 81(7), s. 1985-1997.

- Laaksonen, T., Hakkarainen, H. & Korpimäki, E. 2004. Lifetime reproduction of a forest-dwelling owl increases with age and area of forests. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(SUPPL. 6), s. 461-464.
- Lakka, J. & Kouki, J. 2009. Patterns of field layer invertebrates in successional stages of managed boreal forest: Implications for the declining Capercaillie *Tetrao urogallus* L. population. *Forest Ecology and Management*, 257(2), s. 600-607.
- Lampila, P., Mönkkönen, M. & Rajasärkkä, A. 2009. The ability of forest reserves to maintain original fauna - Why has the Chiffchaff (*Phylloscopus collybita abietinus*) disappeared from eastern central Finland? *Ornis Fennica*, 86(2), s. 71-80.
- Layton-Matthews, K., Ozgul, A. & Griesser, M. 2018. The interacting effects of forestry and climate change on the demography of a group-living bird population. *Oecologia*, 186(4), s. 907-918.
- Lindbladh, M., Hedwall, P.O., Wallin, I., Felton, A.M., Bohlenius, H. & Felton, A. 2014. Short-rotation bioenergy stands as an alternative to spruce plantations: implications for bird biodiversity. *Silva Fennica*; 2014, 48(5).
- Lindbladh, M., Lindstrom, A., Hedwall, P. & Felton, A. 2017. Avian diversity in Norway spruce production forests - How variation in structure and composition reveals pathways for improving habitat quality. *Forest Ecology and Management*, 397, s. 48-56.
- Lindbladh, M., Petersson, L., Hedwall, P., Trubins, R., Holmstrom, E. & Felton, A. 2019. Consequences for bird diversity from a decrease in a foundation species replacing Scots pine stands with Norway spruce in southern Sweden. *Regional Environmental Change*, 19(5), s. 1429-1440.
- Ludwig, G.X., Alatalo, R.V., Helle, P., Nissinen, K. & Siitari, H. 2008. Large-scale drainage and breeding success in boreal forest grouse. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), s. 325-333.
- Ludwig, G.X., Alatalo, R.V., Helle, P. & Siitari, H. 2010. Individual and environmental determinants of early brood survival in black grouse *Tetrao tetrix*. *Wildlife Biology*, 16(4), s. 367-378.
- Melin, M., Mehtatalo, L., Miettinen, J., Tossavainen, S. & Packalen, P. 2016. Forest structure as a determinant of grouse brood occurrence - An analysis linking LiDAR data with presence/absence field data. *Forest Ecology and Management*, 380, s. 202-211.
- Miettinen, J., Helle, P., Nikula, A. & Niemela, P. 2009. Changes in Landscape-Scale Habitat Selection of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Managed North-Boreal Forest. *Silva Fennica*, 43(4), s. 595-608.
- Miettinen, J., Helle, P., Nikula, A. & Niemela, P. 2008. Large-scale landscape composition and capercaillie (*Tetrao urogallus*) density in Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 45(3), s. 161-173.
- Monkkonen, M., Rajasarkka, A. & Lampila, P. 2014. Isolation, patch size and matrix effects on bird assemblages in forest reserves. *Biodiversity and Conservation*, 23(13), s. 3287-3300.

- Ottvall, R., Green, M., Lindström, Å, Svensson, S., Essen, P. & Marklund, L. 2008, Distribution and habitat choice of the Ortolan Bunting *Emberiza hortulana* in Sweden, *Ornis Svecica*, 18(1), s. 3-16.
- Pakkala, T., Hanski, I. & Tomppo, E. 2002. Spatial ecology of the three-toed woodpecker in managed forest landscapes. *Silva Fennica*, 36(1), s. 279-288.
- Pakkala, T., Pellikka, J. & Linden, H. 2003. Capercaillie *Tetrao urogallus* - a good candidate for an umbrella species in taiga forests. *Wildlife Biology*, 9(4), s. 309-316.
- Pakkala, T., Tiainen, J., Piha, M. & Kouki, J. 2018. Nest tree characteristics of the old-growth specialist Three-toed Woodpecker *Picoides tridactylus*, *Ornis Fennica*, 95(3), s. 89-102.
- Pukkala, T., Sulkava, R., Jaakkola, L. & Lahde, E. 2012. Relationships between economic profitability and habitat quality of Siberian jay in uneven-aged Norway spruce forest. *Forest Ecology and Management*.
- Ram, D., Axelsson, A., Green, M., Smith, H.G. & Lindström, Å. 2017. What drives current population trends in forest birds – forest quantity, quality or climate? A large-scale analysis from northern Europe. *Forest Ecology and Management*, 385, s. 177-188.
- Roberge, J., Öhman, K., Lämås, T., Felton, A., Ranius, T., Lundmark, T. & Nordin, A. 2018. Modified forest rotation lengths: Long-term effects on landscape-scale habitat availability for specialized species. *Journal of environmental management*, 210, s. 1-9.
- Roberge, J., Angelstam, P. & Villard, M. 2008. Specialised woodpeckers and naturalness in hemiboreal forests - Deriving quantitative targets for conservation planning. *Biological Conservation*, 141(4), s. 997-1012.
- Santangeli, A., Hogmander, J. & Laaksonen, T. 2013. Returning white-tailed eagles breed as successfully in landscapes under intensive forestry regimes as in protected areas. *Animal Conservation*, 16(5), s. 500-508.
- Santangeli, A., Lehtoranta, H. & Laaksonen, T. 2012. Successful voluntary conservation of raptor nests under intensive forestry pressure in a boreal landscape. *Animal Conservation*, 15(6), s. 571-578.
- Schmiegelow, F.K.A. & Monkkonen, M. 2002. Habitat loss and fragmentation in dynamic landscapes: avian perspectives from the boreal forest. *Ecological Applications*, 12(2), s. 375-389.
- Siffczyk, C., Brotons, L., Kangas, K. & Orell, M. 2003. Home range size of willow tits: a response to winter habitat loss. *Oecologia*, 136(4), s. 635-642.
- Singh, N.J., Moss, E., Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Sandstrom, P., Bloom, P., Kidd, J., Thomas, S. & Hornfeldt, B. 2016. Habitat selection by adult Golden Eagles *Aquila chrysaetos* during the breeding season and implications for wind farm establishment. *Bird Study*, 63(2), s. 233-240.

- Sirkia, S., Linden, A., Helle, P., Nikula, A., Knape, J. & Linden, H. 2010a. Are the declining trends in forest grouse populations due to changes in the forest age structure? A case study of Capercaillie in Finland. *Biological Conservation*, 143(6), s. 1540-1548.
- Sirkia, S., Pellikka, J. & Linden, H. 2010b. Balancing the needs of capercaillie (*Tetrao urogallus*) and moose (*Alces alces*) in large-scale human land use. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3), s. 249-260.
- Sjöberg, K., Pettersson, R.B., Ball, J.P. & Sundström, T. 2007. Seed crops of Norway spruce and winter habitat quality for boreal birds: Old-growth compared with managed forests. *Annales Zoologici Fennici*, 44(6), s. 486-495.
- Soderstrom, B. 2009. Effects of different levels of green- and dead-tree retention on hemi-boreal forest bird communities in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 257(1), s. 215-222.
- Soderstrom, B. & Karlsson, H. 2011. Increased reproductive performance of Red-backed Shrikes *Lanius collurio* in forest clear-cuts. *Journal of Ornithology*, 152(2), s. 313-318.
- Stighall, K., Roberge, J., Andersson, K. & Angelstam, P. 2011. Usefulness of biophysical proxy data for modelling habitat of an endangered forest species: The white-backed woodpecker *Dendrocopos leucotos*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26(6), s. 576-585.
- Sullivan, T.P. & Sullivan, D.S. 2018. Influence of nitrogen fertilization on abundance and diversity of plants and animals in temperate and boreal forests. *Environmental Reviews*, 26(1), s. 26-42.
- Suorsa, P., Huhta, E., Jantti, A., Nikula, A., Helle, H., Kuitunen, M., Koivunen, V. & Hakkarainen, H. 2005. Thresholds in selection of breeding habitat by the Eurasian treecreeper (*Certhia familiaris*). *Biological Conservation*, 121(3), s. 443-452.
- Suorsa, P., Huhta, E., Nikula, A., Nikinmaa, M., Jantti, A., Helle, H. & Hakkarainen, H. 2003. Forest management is associated with physiological stress in an old-growth forest passerine. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 270(1518), s. 963-969.
- Tiainen J., Mikkola-Roos M., Below A., Jukarainen A., Lehikoinen A., Lehtiniemi T., ym. 2016. Suomen lintujen uhanalaisuus 2015 - The Red List of Finnish Bird Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 49 s.
- Uliczka, H. & Angelstam, P. 2000. Assessing conservation values of forest stands based on specialised lichens and birds. *Biological Conservation*, 95(3), s. 343-351.
- Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A. 2011. Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. <http://atlas3.lintuatlas.fi> (20.12.2019) ISBN 978-952-10-6918-5.
- Virkkala, R. 2004. Bird species dynamics in a managed southern boreal forest in Finland, *Forest Ecology and Management*, 195(1-2), s. 151-163.

Virkkala, R. 2016. Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? *Biodiversity and Conservation*, 25(1), s. 151-167.

Wallgren, M., Bergstrom, R., Danell, K. & Skarpe, C. 2009. Wildlife community patterns in relation to landscape structure and environmental gradients in a Swedish boreal ecosystem, *Wildlife Biology*, 15(3), s. 310-318.

Zmihorski, M., Hebda, G., Eggers, S., Månsson, J., Abrahamsson, T., Czeszczewik, D., Walankiewicz, W. & Mikusinski, G. 2019. Early post-fire bird community in European boreal forest: Comparing salvage-logged with non-intervention areas, *Global Ecology and Conservation*, 1.