

**This is an electronic reprint of the original article.**

**This reprint *may differ* from the original in pagination and typographic detail.**

**Author(s):** Müller M. M.

**Title:** Miksi hömö- ja töyhtötiainen ovat vähentyneet Suomessa?

**Year:** 2024

**Version:** Published version

**Copyright:** The Author(s) 2024

**Rights:** CC BY-SA 4.0

**Rights url:** <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

**Please cite the original version:**

Müller M.M. (2024). Miksi hömö- ja töyhtötiainen ovat vähentyneet Suomessa? Metsätieteen aikakauskirja 2024-23002. Katsaus. 19 s. <https://doi.org/10.14214/ma.23002>

All material supplied via *Jukuri* is protected by copyright and other intellectual property rights. Duplication or sale, in electronic or print form, of any part of the repository collections is prohibited. Making electronic or print copies of the material is permitted only for your own personal use or for educational purposes. For other purposes, this article may be used in accordance with the publisher's terms. There may be differences between this version and the publisher's version. You are advised to cite the publisher's version.



Michael M. Müller

## Miksi hömö- ja töyhtötiainen ovat vähentyneet Suomessa?

Müller M.M. (2024). Miksi hömö- ja töyhtötiainen ovat vähentyneet Suomessa? Metsätieteen aikakauskirja 2024-23002. Katsaus. 19 s. <https://doi.org/10.14214/ma.23002>

### Tiivistelmä

Hömötiainen (*Poecile montanus*) ja töyhtötiainen (*Lophophanes cristatus*) ovat vähentyneet maassamme viime vuosikymmeninä merkittävästi. Hömötiainen on nyt luokiteltu erittäin uhanalaiseksi ja töyhtötiainen vaarantuneeksi lajiksi. Näiden tiaisten vähenemiselle on esitetty monia syitä, mutta metsänhakkuiden lisääntyminen on noussut muutamissa tutkimusjulkaisuissa sekä julkisuudessa vallitsevaksi selitykseksi. Tässä katsauksessa pohditaan aiheesta julkaistujen tutkimustulosten tulkintaa sekä kysymystä siitä, minkä kokoisia suojeltavien metsäalojen tulisi vähintään olla, jotta metsätaloudesta kärsivien lintulajien elinmahdollisuus olisi niissä turvattu. Katsauksen johtopäätöksenä todetaan, ettei metsänhakkuiden määrän yhteydestä näiden tiaislajien kantojen heikkenemiseen ole yksiselitteistä tutkimusnäyttöä. On hyvin mahdollista, että 1900-luvun puolella välissä alkaneet soistuneiden kankaiden ojitukset ovat vähentäneet hömötiaiselle sopivien elinympäristöjen määrää. Myös 1950-luvun jälkeen voimakkaasti kasvaneen hirvikannan (*Alces alces*) ja tällä vuosituhannella kasvaneiden metsäkauris- ja valkohäntäpeurakantojen (*Capreolus capreolus* ja *Odocoileus virginianus*) aiheuttamat muutokset metsien alikasvoksessa ja aluskasvillisuudessa ovat voineet heikentää hömötiaisen elinmahdollisuuksia, sillä hömötiainen liikkuu etupäässä metsän alaosissa. Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan hömötiaisen menestymiselle olisi eduksi, jos kasvatushakkuiden ennakkoraivauksissa jätettäisiin jonkin verran alikasvosta muuten lajille sopiviin metsiköihin. Myös ilmastomuutos, runsastuneen talitiaisen (*Parus major*) aiheuttama kilpailu sekä taudit ovat potentiaalisia selityksiä sekä hömö- että töyhtötiaisen ahdingolle. On mahdollista, ellei jopa todennäköistä, että hömö- ja töyhtötiaisen alamäki on usean eri tekijän seuraus.

**Asiasanat** *Lophophanes cristatus*; *Poecile montanus*; hirvieläimet; ilmastomuutos; linnuston suojelu; metsätalous; taudit

**Yhteystiedot** Luonnonvarakeskus, Helsinki

**Sähköposti** micms.muller@gmail.com

**Hyväksytty** 1.1.2024

# 1 Johdanto

Vuonna 2018 arvioitiin hömötiaisen (*Poecile montanus*) kannaksi 540 000 paria ja töyhtötiaisen (*Lophophanes cristatus*) kannaksi 360 000 paria (Lehikoinen ym. 2019a). Nämä ovat isoja määriä, mutta kantojen viimeaikaisen voimakkaan vähenemisen vuoksi hömötiainen on luokiteltu Punaisessa kirjassa erittäin uhanalaiseksi ja töyhtötiainen vaarantuneeksi (Lehikoinen ym. 2019b). Vielä 1980-luvun lopulla hömötiaisen pesimäkannan koon arvioitiin vaihtelevan 0,7–1,5 miljoonan parin välillä (Valkama ym. 2011). Töyhtötiaiskanta voi vaihdella vuosittain suuresti, mutta kahden atlaskartoituksen tulosten perusteella sen arvellaan kasvaneen jonkin verran 1980-luvun lopun ja 2010-luvun välisenä aikana (Valkama ym. 2011). Viime vuosina tilanne on kummankin tiaislajin kohdalla selvästi heikentynyt, sillä valtakunnallisen maastohavainnoinnin (piste-, kartoitus- ja linjalaskentojen) perusteella niiden kannat ovat vuosituhannen vaihteen jälkeen lähteneet jyrkkään laskuun puolittuen vuoteen 2017 mennessä (Väisänen ym. 2018). Sen jälkeen hömötiaiskanta on edelleen kutistunut, kun töyhtötiaiskannan lasku näyttää pysähtyneen (Lehikoinen ja Väisänen 2023). Hömötiaisen nykykanta onkin todennäköisesti huomattavasti alhaisempi kuin Lehikoinen ym. (2019a) vain viisi vuotta aiemmin arvioivat.

Metsälinnuston muutoksia on tutkittu pohjoismaissa viime vuosikymmenien aikana runsaasti, ja useissa tutkimusjulkaisuissa on pohdittu syitä hömö- ja töyhtötiaisen taantumiselle (Virkkala 2004; Fraixedas ym. 2015a; Virkkala 2016, 2020; Klein ym. 2022; Kumpula ym. 2023). Monissa tutkimuksissa esitetään lisääntyneiden hakkuiden, vanhojen metsien vähenemisen sekä ilmastomuutoksen vaikuttaneen haitallisesti näiden tiaisien menestymismahdollisuuksiin.

Metsämme ovat muuttuneet vuosien saatossa monella tavalla. Metsien kasvu on lähes kaksinkertaistunut 1950- ja 2020-lukujen välillä (Vaahtera 2021) ja metsät ovat tihentyneet. Tihentymistä on tapahtunut metsäinventointihistorian alusta (1920-luvulla) alkaen varsinkin Etelä-Suomessa rinnankorkeusläpimitaltaan yli 25 cm:n kokoisten puiden osalta ja se on jatkunut ainakin 2010-luvulle asti (Henttonen ym. 2020). Muutos koskee niin mäntyä (*Pinus sylvestris*), kuusta (*Picea abies*) kuin koivuakin (*Betula* spp.). Keski-Suomessa läpimitaltaan yli 25 cm:n kokoisten puiden tiheys on kasvanut vastaavana aikana vähemmän. Pohjois-Suomessa sen sijaan pienten (<25 cm) mäntyjen ja pienten lehtipuiden tiheys on kasvanut, kun isojen puiden tiheyksissä on tapahtunut vain pieniä muutoksia (Henttonen ym. 2020). Puuston tihentyminen Etelä- ja Keski-Suomessa on epäilemättä lisännyt siellä metsien varjoisuutta.

Yli satavuotiaiden metsien osuus on vähentynyt huomattavasti (Vaahtera 2021), joskin yli 150-vuotiaiden puiden lukumäärä on kasvanut Etelä- ja Keski-Suomessa 1970- ja 2010-lukujen välisenä aikana (Henttonen ym. 2019). Myös vanhojen ja suurten (läpimitta >40 cm) puiden tiheys (kpl ha<sup>-1</sup>) on lisääntynyt samaan aikaan koko maassa ja varsinkin Etelä-Suomessa (Henttonen ym. 2019). Viime vuosisadan puolesta välistä lähtien vallalla olleen jaksollisen metsänhoidon vuoksi metsät ovat todennäköisesti muuttuneet vähitellen myös tasaikäisemmiksi, kuin mitä ne olivat aiemmin. Soita ja soistuneita kankaita on runsaasti ojitettu (Hökkä ym. 2002; Korhonen ym. 2021) seurauksena pienilmastoltaan kosteiden metsiköiden väheneminen.

Metsämme eivät ole muuttuneet ainoastaan tehostuneen metsänhoidon ja -käytön vuoksi, vaan pitkään jatkuneet ihmiskunnan toimien aiheuttamat ympäristömuutokset kuten typpilaskueman kasvu, ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu ja ilmastomuutos ovat myös vaikuttaneet metsiimme. Henttonen ym. (2017) laskivat, että 37 % metsiämme kasvussa havaitusta merkittävästä lisäyksestä aikavälillä 1971–2010 selittyy em. ympäristömuutoksilla (lopun selittyessä puuston määrän kasvulla, metsien rakenteellisella muutoksella ja metsänhoitotapojen kehittymisellä). Nämä ympäristömuutokset ovat todennäköisesti vaikuttaneet merkittävästi myös muulla tavalla metsäkasvillisuuteen ja siitä monin eri tavoin riippuvaiseen eliöstöön.

Metsänhoitotapojen kehittymisen, ilman hiilidioksidipitoisuuden kasvun, ilmaston lämpenemisen sekä typpilaskeuman kasvun lisäksi myös hirvieläimet vaikuttavat paitsi metsien puustoon myös alikasvokseen ja aluskasvillisuuteen. Hirvieläinten tiheydet ovat nykyään moninkertaisia esimerkiksi 1970-luvun tiheyksiin verrattuna (Matala ym. 2021).

Kysymystä, miten nämä metsissämme tapahtuneet eri muutokset ovat yhdessä tai erikseen vaikuttaneet metsälinnustoon, on tutkittu maassamme hyvin niukasti. Tutkimus on kohdistunut toistaiseksi lähinnä metsänhakkuiden vaikutukseen sekä tutkimusten kannalta tärkeiden verrokki-alueiden, eli suojeltujen metsien, laajuuden merkitykseen niiden metsälinnuston menestymiselle.

Paras tutkimusasetelma metsien käytön vaikutuksista linnustoon maassamme on toteutettu Virkkalan ym. (2020) tutkimuksessa, sillä siinä käytetty aineisto on laaja ja kun se toteutettiin sekä hakkuilta suojelluilla alueilla että talousmetsissä, voitiin tuloksista arvioida tutkimuksen seuranta-aikana tapahtuneiden metsänhakkuiden merkitys. Julkaisussa pohdittiin Etelä-Suomessa sijaitsevien yksittäisten suojelualueiden pinta-alojen riittävyttä linnuston suojeluun, eli toisin sanoen niiden kelpoisuutta talousmetsien verrokeiksi. Suomen ympäristökeskus julkaisi tähän tutkimukseen nojautuvan tiedotteen (21.04.2020), jossa kerrottiin, että ”Metsien paikkalinnut vähenevät hakkuiden lisääntyessä”.

Hömötiäiskannan taantumisen syitä tarkasteltiin myös hiljattain julkaistussa tutkimuksessa (Kumpula ym. 2023), jossa tiäiskantoja seurattiin 25 km<sup>2</sup>:n kokoisella tutkimusalueella lähellä Oulua. Kolmikymmenvuotisen seurannan aikana hömötiäiskanta harveni alueella 43 %:lla. Tutkijat esittivät taantumisen johtuvan ennen kaikkea alueen metsissä tehdyistä hakkuista.

Kokeellisia tutkimuksia, joiden tutkimusasetelmaan sisältyy toistoja, on metsälintujen ympäristövaatimusten selvittämiseksi tehty boreaalisissa metsissä hyvin niukasti. Ruotsissa Klein ym. (2022) aloittivat metsänharvennuskokeen vuonna 2017, mutta tuloksista on julkaistu vasta metsänkäsittelyjen jälkeisen pesintäkauden tuloksia.

Tässä katsauksessa pohditaan, ovatko edellä mainitut muutokset metsissämme voineet vaikuttaa hömö- ja työttötiäiskantojen taantumiseen saatavilla olevan tutkimustiedon perusteella. Huomio kiinnitetään varsinkin tällä vuosituhannella tapahtuneisiin muutoksiin. Kirjoituksessa tarkastellaan myös, voisivatko taudit, kovasti runsastuneen talitiäisen aiheuttama lisääntynyt kilpailu ja joidenkin saalistajien kannanvaihtelu selittää osan hömö- ja työttötiäisen taantumisesta.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Katsausta varten käytiin läpi yli 600 julkaisua, jotka löytyivät Web of Science Core Collection -kirjallisuushaulla 21.09.2023 käyttäen hakusanoja: ”*Parus montanus*”, ”*Parus cristatus*”, ”*Poecile montanus*”, ”*Lophophanes cristatus*”, ”Willow tit”, sekä ”Crested tit”. Tähän katsaukseen käytettiin niitä julkaisuja, joissa yhteenvedon perusteella käsitellään tutkimusaineistoon tukeutuen syitä hömö- ja työttötiäiskantojen vaihteluille. Koska kotimaista tutkimustietoa hömö- ja työttötiäisen kannankehitykseen vaikuttavista tekijöistä on niukasti, käytetään tarkastelussa myös muualta Euroopasta saatua tutkimustietoa. Lisäksi hyödynnettiin suomenkielistä lintukirjallisuutta, joka ei sisälly Web of Science -tietokantaan, kuten Linnut-lehti, Linnut-vuosikirja sekä Lintuatlas.

### 3 Hömötiaisen ja töyhtötiaisen elinympäristön tunnusmerkit

#### 3.1 Hömötiainen

Hömötiainen viihtyy parhaiten rehevissä sekametsissä ja korvissa. Von Haartman ym. (1967) korostavat, että ”vähäinen lehtipuusekoitus näyttää lähes välttämättömältä”. Laji suosii metsien reunaosia peltojen, soitten ym. aukioitten laitamilla. Hömötiainen ei ole erikoistunut tietyn valtapuulajin metsiin, vaan se pesii monentyyppisissä metsissä (Lehikoinen ym. 2017) ja sen elinympäristö on puustoltaan vaihtelevaa (Cramp ym. 1993). Metsähabitaattien valikoivuudessa hömötiainen onkin osoittautunut laajassa suomalaistutkimuksessa generalistiksi, jonka valikoivuusindeksi 0,439 on alhaisempi kuin peipon (*Fringilla coelebs*) 0,589 (Fraixedas ym. 2015a). Vertailun vuoksi puukiipijän (*Certhia familiaris*) ja sirittäjän (*Rhadina sibilatrix*) vastaavat lukemat ovat 1,303 ja 1,653. Valikoivuusindeksi määritettiin sen perusteella, miten kunkin lajin havainnot jakaantuivat seitsemään eri habitaattityyppiin (kuusimetsä, mäntymetsä, lehtipuu-havupuusekametsä, lehtimetsä, pensaikko (korkeus < 5 m), avohakkuuala, mäntyraie). Jos laji esiintyy kaikissa habitaateissa samassa tiheydessä, on sen valikoivuusindeksi 0. Valikoivuusindeksi on sitä suurempi, mitä epätasaisempi lajin tiheys on eri habitaateissa ja saavuttaa maksimin lajin esiintyessä ainoastaan yhdessä habitaatissa. Tätä ääritilannetta lähestyttäessä lajin valikoivuusindeksi lähestyy ääretöntä. Koska laskentapaikat määriteltiin vain seitsemään habitaattiluokkaan, on tämä indeksi melko karkea.

Alikasvoksella (Cramp ym. 1993) ja erityisesti alikasvoskuusien (Lewis ym. 2009) esiintymisellä saattaa olla merkitystä hömötiaisen menestymiselle (Newson ym. 2012; Eggers ja Low 2014). Mainituissa julkaisuissa esitettyjen kuvausten perusteella ei tasaikäinen kasvatusmetsä, josta alikasvos puuttuu, tarjoa hömötiaiselle elinmahdollisuuksia, mutta toisaalta laaja-alainen yhtenäinen kuusialikasvoskaan ei ole eduksi.

Hömötiaisparven (jossa keskim. 4 yksilöä) syys-/talvireviiri on Pohjois-Suomessa arvioitu 13 ha:ksi (Siffczyk ym. 2003) ja Etelä-Ruotsissa 24 ha:ksi (Ekman 1979) kun pesintäreviiri on vain luokkaa 2–3 ha (Eggers ja Low 2014). Hömötiainen kovertaa pesäkolonsa pääsääntöisesti lehtipuupötkkelöön (von Haartman ym. 1967). Lehtipuupötkkelöiden alhainen määrä voi rajoittaa hömötiaisen pesintätiheyttä, kuten Kumpula ym. (2023) havaitsivat 25 m<sup>2</sup>:n kokoisella tutkimusallallaan Oulun lähellä. Hömötiaisen ei ole todettu suosivan nimenomaan vanhoja luonnontilaisia metsiä (Virkkala ym. 1994; Vatka ym. 2014; Lehikoinen ym. 2017; Lindblad ym. 2020).

#### 3.2 Töyhtötiainen

Von Haartmanin ym. (1967) kuvauksen mukaan töyhtötiainen viihtyy ”kaikenlaisissa havumetsissä ja havuvaltaisissa sekametsissä, myös karuissa kalliomänniköissä”. Se suosii maastoltaan vaihtelevaa, pienten aukioiden, soistuvien notkelmien ja kallionnyppylöiden luonnehtimaa havumetsää, jossa on korkean puuston ohella kuusennäreitä, katajia (*Juniperus communis*), koivuvesakkoa ym. Näissä töyhtötiaisen tiheys on selvästi suurempi kuin tasaikäisissä hoitomänniköissä. Suomessa kerätyn linjalaskenta-aineiston mukaan töyhtötiaskanta on tiheämpi tuoreissa ja karuissa kuusi-, mänty- ja sekametsissä kuin vastaavissa rehevissä metsissä (Lehikoinen ym. 2017). Habitaattityypin suhteen töyhtötiainen on jonkin verran vaateliaampi laji kuin hömötiainen mutta huomattavasti ”joustavampi” kuin esimerkiksi puukiipijä ja sirittäjä (Fraixedas ym. 2015a). Sen valikoivuusindeksi 0,855 on lähes kaksinkertainen hömötiaisen indeksiin 0,439 verrattuna (Fraixedas ym. 2015a). Hieman poiketen von Haartmanin ym. (1967) kuvauksesta, töyhtötiaisen ei Ruotsissa ole todettu tarvitsevan runsasta alikasvosta (erityisesti alikasvoskuusia) menestyäkseen (Eggers ja Low 2014), jota tukee käsitys siitä, että töyhtötiainen liikkuu puustossa hieman korkeammalla kuin

hömötiainen (Cramp ym. 1993; Berlusconi ym. 2022). Pohjois-Italiassa töyhtötiaisen on todettu suosivan mäntyvaltaisia metsiä, joissa latvuspeittävyys ja puiden rinnankorkeusläpimitta on suuri (Berlusconi ym. 2022). Töyhtötiaisen syys-/talviparven (jossa keskim. 2,9 yksilöä) reviirin kooksi on Etelä-Ruotsissa arvioitu 20 ha (Ekman 1979). Pesintäreviiri on 2–3 ha (Eggers ja Low 2014) ja se on yleensä parin käyttämän talvireviirin sisällä. Töyhtötiainen kovertaa kolonsa pääsääntöisesti lehtipuupökökelöön kuten hömötiainenkin (von Haartman ym. 1967).

## 4 Mahdolliset selitykset hömö- ja töyhtötiainen vähenemiselle

### 4.1 Metsänhakkuiden lisääntyminen

Virkkala (2004, 2016) esitti nykyisen metsänhoitotavan vähentäneen kolopesijöiden määrää keski-suomalaisella 7 km<sup>2</sup>:n kokoisella metsäisellä tutkimusalueella Luopioisissa. Alueen metsät olivat etupäässä havumetsiä, mutta tutkimusala oli pienehkö ja esimerkiksi töyhtötiaisia havaittiin kunkin vuoden laskennassa vain 1–3 ja hömötiaisia 3–8 yksilöä (Virkkala 2004). Alue koostui etupäässä varttuneista metsistä niin, että tutkimusjaksolla 1993–2002 tapahtui avohakkuuta peräti 20 %:lla laskentalinjaa, mikä on tuplasti sen, mitä Etelä- ja Keski-Suomen metsämaalla on viime vuosikymmeninä avohakattu (Vaahtera 2021). Virkkalan (2004) tutkimusala ei siten edusta keskimääräistä tilannetta suomalaisissa talousmetsissä ja otos tiäismääränä oli todella pieni. Virkkala (2016) totesi hömötiaisen vähentyneen vuosina 1993–2015 myös suojelluissa eteläsuomalaisissa metsissä ja arveli syyksi ilmastomuutoksen. Tutkimuksissa ei pohdittu hirvieläinten kantojen muutosta alueella tutkimusaikana.

Virkkalan ym. (2020) tutkimuksessa oli edellistä huomattavasti laajempi valtakunnallinen aineisto, johon sisältyi sekä metsätalouskäytössä olevia että suojeltuja metsiä. Tutkimus perustui touko-kesäkuussa tehtyjen linjalaskentojen tuloksiin kahtena ajanjaksona (2006–2011 ja 2012–2018) yhteensä 20 083 km:n matkalta. Ajanjaksojen välillä vuotuiset metsänhakuut lisääntyivät Suomessa 58:sta 69 miljoonaan kuutiometriin. Saatujen tulosten mukaan Pohjois-Suomessa hömötiaisen kanta väheni talousmetsissä mutta pysyi suojelluissa metsissä kutakuinkin samana. Sen sijaan Etelä-Suomessa hömötiainen väheni tilastollisesti merkitsevästi sekä suojelluissa että talouskäytössä olevissa metsissä. Hömötiaisen väheneminen Etelä-Suomen suojelualueilla selitettiin niiden pienellä koolla (keskimäärin 21,7 km<sup>2</sup>, vaihteluväli 50 ha–100 km<sup>2</sup>) ja pienellä kokonaisuudella.

Virkkala ym. (2020) painottivat johdannossaan viittaamalla lukuisiin ulkomaisiin sekä kahteen suomalaisjulkaisuun (Väisänen ym. 1986; Häkkinen ym. 2017), että suojelualueet eivät ole erillisiä saarekkeitä, vaan niitä ympäröivän luonnon tila vaikuttaa pienialaisten suojelualueiden linnustoon. Siksi Etelä-Suomen pienialaisten suojelumetsien linnusto olisi muuttunut johtuen lisääntyneistä hakkuista ympäröivissä talousmetsissä. Mainittuihin julkaisuihin viitaten Virkkala ym. esittivät, etteivät Etelä-Suomen suojelualat kelpaa metsänhakkuiden osalta verrokeiksi tulosten tarkasteluun. Tähän palataan seuraavassa luvussa 4.2.

Kumpula ym. (2023) raportoivat hömötiaskannan harvenneen 30 vuoden aikana 4,6:sta 2,6:een pariin neliökilometrillä Oulun lähellä sijaitsevalla 25 km<sup>2</sup>:n kokoisella alueella. Julkaisussa jäi avoimeksi, muuttuivatko tutkimusalueen metsien puulajisuhteet ja ikärakenne ja vastasiko muutos keskimäärin muutoksia muualla Suomessa. Tulkintaan vaikuttaa esimerkiksi se, olivatko hakatut metsät varttuneita sekametsiä jäljelle jäädessä merkittävästi nuorempia puhtaita kuusikoita. Tutkimuksessa ei käytetty verrokkialueita, joissa puuston korjuu olisi estetty. Tutkimuksessa ei selvitetty, lisääntyikö sinitiaisten (*Cyanistes caeruleus*) ja talitiaisten määrä talvisin seuranta-alueella. Myöskään hirvieläinten kantojen muutoksista tai metsäojituksista tutkimusalueella



ei kerrottu julkaisussa. Niinpä tutkimuksesta jäi avoimeksi, mitkä seikat vaikuttivat hömötiaisen vähenemiseen juuri tällä alueella ja voidaanko saatuja tuloksia yleistää laajemmalle alueelle Suomessa.

## 4.2 Ovatko suojelualat Etelä-Suomessa hömö- ja töyhtötiaisen kannalta liian pieniä?

On syytä tarkastella, kuinka hyvin Virkkalan tutkimusryhmän julkaisussaan (2020) mainitsemat aiemmat tutkimustulokset oikeuttavat Etelä-Suomen suojelualojen hylkäykseen verrokkeina talousmetsien käytössä tapahtuvien muutosten linnustolle aiheuttamien seurausten selittämiseksi.

Tulosten tarkasteluosassa mainittiin tässä yhteydessä tutkimus, Janzen ym. (1983), jossa oli tutkimuskohteena trooppinen metsä Costa Ricassa ja siellä yhden suuren puun kaaduttua paljastuneen aukon kasvillisuussukcessio 3,5 vuoden aikana. Johdannossa viitattiin tässä asiassa muihinkin ulkomaisiin tutkimuksiin, mutta niistäkään ei voi päätellä, minkä kokoiset suojellut metsät olisivat riittäviä metsälintulajeille Suomessa. Aiheen tarkastelun kannalta kiinnostavimmat viittaukset kohdistuivat kahteen suomalaistutkimukseen, Väisänen ym. (1986) ja Häkkilä ym. (2017), koska niiden havaintoaineisto oli saatu Suomesta.

Väisänen ym. (1986) tutkimuksessa oli vain yksi verrokkialue (Törmävaaran suojelualue Tervolassa) ja sen pinta-ala ainoastaan 1 km<sup>2</sup>. Tutkimusalue vastaa kooltaan pienimpiä Virkkalan ym. käyttämiä suojelumetsiä, mutta se on kaukana tutkimuksessa käytetyistä Etelä-Suomen suojeltujen metsäalojen keskikoosta 21,7 km<sup>2</sup> tai mediaanikoosta 8,1 km<sup>2</sup>. Väisänen ym. tutkimustulosten käyttökelpoisuus Virkkalan ym. tutkimuksen tulosten tarkasteluun on siis heikko kahdesta syystä: yhtäältä tarkastelussa oli vain yksi alue ja toisaalta tutkittu alue oli pieni. Kun tarkastelussa on vain yksi alue, ei ole perusteltua tehdä yleistyksiä.

Häkčilän ym. (2017) tutkimuskohteena oli 91 suojelualuetta Keski- ja Pohjois-Suomessa, suunnilleen linjojen Uusikaarlepyy–Nurmes ja Pello–Salla välisellä alueella. Alueiden keskikoko oli 34 km<sup>2</sup> (1,5–280 km<sup>2</sup>). Tutkimuksessa todettiin suojelualueiden linnuston toiminnallisen moninaisuuden (lajien morfologisten mittojen erilaisuuteen perustuva indeksi) korreloivan negatiivisesti ( $p=0,005$ ) ja erikoistumisindeksin (habitaattispesifisyys lintuyhteisötasolla) positiivisesti ( $p=0,015$ ) ympäröivän matriisin (5 km:n levyinen kaistale suojelualueen ympärillä) vanhojen metsien osuuden kanssa. Tulos viittaa siihen, että suojelualueiden ympäröivien metsien käyttö vaikuttaa näinkin suurten suojelualueiden linnustoon, mutta se kohdistuu ilmeisesti vain muutamaani lajiin, koska se ei näy tilastollisesti merkitsevästi suojelualueiden linnuston lajimäärissä eikä lajien taksonomisessa tai fylogeneettisessä moninaisuudessa. Sitä, mitkä lintulajit vaikuttivat tilastollisesti merkitsevien korrelaatioiden muodostumiseen, ei julkaisussa kerrottu.

Johtopäätöksissään Häkkilä ym. (2017) kuitenkin esittävät, etteivät boreaalisten metsien suojelualat riitä turvaamaan lintujen lajistoa ja runsautta, jos ympäröiviä alueita heikennetään ankarasti. Väite perustunee heidän havaintoonsa, jonka mukaan metsälintulajien määrä korreloi positiivisesti ( $p<0,000$ ) suojelualueen metsäpinta-alan kanssa: mitä suurempi on suojelualueen metsien pinta-ala, sitä enemmän sieltä löytyy metsälintulajeja. Julkaisussa ei kerrottu, päästäänkö lukuisilla pienillä alueilla samaan lajimäärään kuin muutamalla isolla suojelualueella silloin, kun pienten yhteenlaskettu pinta-ala on sama kuin suurten suojelumetsien pinta-ala. Ilmeisesti asia on näin, koska julkaisussa todettiin (kuten edellä kerrottu) ettei ympäröivän metsän (so. matriisin) laatu vaikuttanut suojelualueen lajimäärään. Tämä tarkoittaa, että lajimäärän ja suojellun metsäpinta-alan välinen korrelaatio ei johtunut ns. matriisiefektistä, vaan todennäköisesti siitä, että suurimman osan lintulajeistamme ollessa varsin harvalukuisia, niiden ”osuminen” isolle alueelle on todennäköisempää kuin pienelle alueelle. Tämä voisi selittyä siten, että monen harvalukuisen lajin runsautta rajoittaa jokin muu seikka (mm. kilpailu, taudit, loiset, talvikuoletisuus, alttius saalistukselle) kuin sopivien habitaattien määrä.

Niinpä Häkkinen ym. (2017) tuloksista on vaikea löytää perusteita Virkkalan ym. ratkaisuun hylätä Etelä-Suomen suojeltujen metsien käyttö verrokkina tutkittaessa talousmetsien hakkuiden vaikutuksia linnustoon.

Virkkalan ym. (2020) viittaamiin julkaisuihin (Janzen ym. 1983; Väisänen ym. 1986; Häkkinen ym. 2017) vedoten ei siis voida perustella suojelumetsien hylkäämistä verrokkeina heidän käyttämilleen talousmetsille hakkuumäärien vaikutusta punnittaessa, eli tällä perusteella metsänhakkuut (tai muu metsien käyttö) eivät selitä hömö- ja töyhtötiaisen taantumista Etelä-Suomessa kyseisen tutkimuksen seuranta-aikana.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että Päijät-Hämeessä valtaosa yli 500 havaitusta valkoselkätikan (*Dendrocopos leucotos*) pesinnästä aikavälillä 1970–2020 todettiin suojelluilla alueilla (Müller ym. 2020), joista suurin osa on alle 30 ha:n kokoisia (Timo Laine, suullinen tieto). Tähän verrattuna vaikuttaa Virkkalan ym. (2020) käyttämien suojelumetsien keskikoko 21,7 km<sup>2</sup> tai mediaanikoko 8,1 km<sup>2</sup> suurelta, olkoonkin, että suojelualueet koostuvat monenlaisista habitaateista, kun valkoselkätikalle rauhoitetut alueet ovat koko alalla sille soveliaista habitattia.

### 4.3 Vanhat metsät, isojen puiden ja lahon lehtipuun määrä

Monissa yhteyksissä on esitetty hömötiaisen suosivan vanhoja metsiä, mutta selvää tutkimusnäyttöä sille näkemykselle ei ole löydetty (Virkkala ym. 1994; Votka ym. 2014; Lehtinen ym. 2017). Ruotsissa on hömötiaisia aiemmin pidetty luonnontilaisten ja vanhojen metsien indikaattoreina, mutta uusissa tutkimuksissa tätä ei ole voitu sielläkään todentaa (Lindbladh ym. 2020).

Latviassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin korkeampia stressihormonipitoisuuksia nuoren (35–55 v.) mäntymetsän hömötiaisissa kuin vanhan (105–155 v.) kuusivaltaisen metsän linnuissa, ja niiden todettiin myös pärjäävän huonommin talven yli kuin vanhan metsän yksilöiden (Cirule ym. 2017). Tämän tutkimuksen metsät erosivat toisistaan siis paitsi iältään myös valtapuulajiltaan. Muita tietoja vertailtavien metsäympäristöjen habitaateista ei julkaisussa annettu. Täten ei tämän tutkimuksen perusteella voida päätellä hömötiaisen elinympäristötarpeita puuston iän suhteen. Tulosten tulkintaa vaikeuttaa myös se, ettei tutkimuksessa selvitetty hömötiaisille vaarallisten petojen yleisyyttä tutkituissa metsissä, mikä on yllättävää, kun tutkimuksen kohteena oli lintujen stressitaso. Ehkä kuusivaltainen metsä on antanut paremman suojan tiaisille varpusaukan (*Accipiter nisus*) ja varpuspöllön (*Glaucidium passerinum*) saalistukselta kuin mäntymetsä?

Votka ym. (2014) vertailivat Oulun ympäristössä 271 hömötiaispesän lähiympäristön habitaattitunnuksia satunnaisesti lähialueilta valittuihin metsiköihin, joissa hömötiainen ei pesi. Aineiston mukaan hömötiainen valitsee pesimämetsäkseen todennäköisimmin turvemaalla runsaasti lehtipuita kasvavan sekametsän, jossa on jonkin verran lehtipuupötkelöitä. Tutkimuksen mukaan hömötiaisen pesintä ei ole ylliedustettu vanhoissa tai luonnontilaisissa metsissä. Englannissa hömötiainen suosii nuoria metsiä kosteilla kasvupaikoilla, joissa on runsaasti koivuja (Siriwardena 2004; Lewis ym. 2007). Samat metsikkötunnukset kuvannevat myös hömötiaisen talvisia elinalueita, koska pesimämetsä on yleensä talvireviirin sisällä (Ekman 1979).

Huolimatta runsaasta edellä esitetystä tutkimusnäytöstä Lehtinen ym. (2021) esittivät Suomen linnuston tilaa käsittelevässä kirjoituksessa hömötiaisen vähenemisen syyksi varttuneiden metsien ja suurikokoisten puiden vähenemisen. Suurten ja/tai vanhojen puiden vähenemisellä ei kuitenkaan voida selittää hömö- ja töyhtötiaisen taantumista. Valtakunnan metsien inventointitulosten (VMI) mukaan sellaisten puiden runsaus (kpl ha<sup>-1</sup>), jotka ovat sekä suuria (runkon läpimitta rinnankorkeudella  $\geq 40$  cm) että vanhoja ( $\geq 150$  vuotta), on itse asiassa moninkertaistunut Etelä-Suomessa aikavälillä 1971–2013 ja kasvanut Keski- ja Pohjois-Suomessakin huomattavasti (Henttonen ym. 2019). Vanhojen puiden kokonaismäärä (ei tiheys) koko Suomessa on laskenut



4 %:lla 1970-luvulta lähtien, mutta tämä lasku selittyy niiden vähentymisellä lähinnä Pohjois-Suomessa, kun niiden määrä on Keski- ja Etelä-Suomessa sen sijaan kasvanut. Suurten puiden ( $\geq 40$  cm) kokonaismäärä on kasvanut Suomessa aikavälillä 1921–2013 peräti 325 %:lla (Henttonen ym. 2019). Myös järeiden läpimitaltaan vähintään 50 cm:n kokoisten puiden runsaus ( $\text{kl ha}^{-1}$ ) on kasvanut 1970-luvulta lähtien ja erityisesti Etelä-Suomessa. Suurten mäntyjen ja kuusien määrä on lisääntynyt eniten, mutta myös suurten lehtipuiden määrä on kasvanut.

Töyhtötiaisen elinympäristövaatimuksista on huomattavasti vähemmän tutkimustietoa kuin hömötiaisen osalta. Virkkala ym. (1994) tapasivat töyhtötiaisia hieman enemmän suojelluissa vanhoissa havumetsissä kuin vastaavissa talousmetsissä, mutta Suomessa kerätyn mittavan linjalaskenta-aineiston perusteella töyhtötiainen esiintyy monen ikäisissä metsissä, eikä sitäkään voida luonnehtia vanhojen metsien lajiksi (Lehikoinen ym. 2017).

Laholla lehtipuulla on merkitystä hömötiaisen ja töyhtötiaisen menestymiselle, sillä molemmat kovertavat pesäkolonsa ensisijaisesti lahoihin lehtipuupötkkelöihin. Lahon lehtipuun (pystypuut + pötkelöt) määrä on Luken tilastojen mukaan lisääntynyt Etelä-Suomessa aikavälillä 1996–2020 0,7:stä 1,2:een  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  (Luken tilastotietokanta: <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/>), joten hömö- ja töyhtötiaisen kantojen viimeaikainen lasku ei voi johtua lahon lehtipuun vähenemisestä.

#### 4.4 Metsien ojitus, metsien tiheys ja pirstoutuneisuus

Koska hömötiaisen tiedetään suosivan kosteita metsäkuvioita (Vatka ym. 2014; Siriwardena 2004; Lewis ym. 2007), vaikuttaa todennäköiseltä, että veden vaivaamien metsämaiden ojitus on vähentänyt sille sopivien elinalueiden määrää. Uudisojituksia tehtiin runsaasti 1960-luvulla, minkä jälkeen ne vähenivät ja loppuivat lähes kokonaan 2000-luvulle siirryttäessä (Korhonen ym. 2021). Nykyään tehdään lähinnä kunnostusojituksia (vanhojen ojien perkausta mutta myös täydennysojien kaivamista), ja vuosina 2001–2013 niitä tehtiin vuosittain 50 000–80 000 hehtaarilla (Peltola 2014). Ojittamattomat korvet ovat käyneet vähiin (Kontula ja Raunio 2018) ja vuosina 2009–2013 tehdyssä valtakunnan metsien 11. inventoinnissa niitä tilastoitiin enää 658 500 ha (Korhonen ym. 2017), kun 8. inventoinnissa 1986–1994 niitä oli vielä 792 000 ha (Hökkä ym. 2002). Ojittamattomien korpien määrä laski siis 21 vuodessa 17 %:lla (133 500 ha). Millä viiveellä metsän ojitus muuttaa sen linnustoa? Voisiko esimerkiksi 1990-luvun ojituksien vaikutus linnustoon näkyä vasta nyt?

Von Haartmanin ym. (1967) jo edellä esitetyn kuvauksen mukaan töyhtötiainen viihtyy ”kai-kenlaisissa havumetsissä ja havupuuvaltaisissa sekametsissä, myös karuissa kalliomänniköissä”. Tämän kuvauksen perusteella töyhtötiaisen ei odottaisi kärsivän metsien ojituksesta niin kuin hömötiaisen.

Puuston keskitilavuus on Suomessa kasvanut 1960-luvun 77  $\text{m}^3$ :sta  $\text{ha}^{-1}$  tämän päivän 122  $\text{m}^3$ :iin  $\text{ha}^{-1}$  (Vaahtera 2021), eli se on noussut huomattavasti. Vaikka kehitysluokkakausa ja puulajijakauma eivät ole pysyneet samoina, viittaa tuo puuston tilavuuden voimakas kasvu siihen, että metsät ovat tihentyneet merkittävästi. Tiheitä metsiä on siis nykyään aiempaa enemmän ja alikasvoksen sekä aluskasvillisuuden saama valon määrä on vähentynyt. Keskitilavuudessa tapahtunut muutos on niin suuri, että sillä voisi olettaa olevan jokin vaikutus metsien selkärangattomien eläinten lajikohtaisiin määriin ja sitä kautta myös linnustoon.

Metsien lievä pirstaloituminen hakkuiden vuoksi ei välttämättä ole kohtalokasta hömöti-aisille. Oulun lähellä tehdyssä kolmivuotisessa seurannassa hömötiasten talviparvet laajensivat elinalueitaan lähellä sijaitseviin nuorempiin metsiin ja mäntyrämeisiin, mutta eivät kadonneet, jos osa niiden aiemmin käyttämän reviirin varttuneista metsistä oli kaadettu (Siffczyk ym. 2003).

## 4.5 Hirvieläimet ja metsän alikasvos

Hirvieläinten ravinnonkäyttö metsässä kohdistuu ennen kaikkea sen alikasvokseen ja aluskasvillisuuteen. Metsän alikasvos tarjoaa monelle lintulajille paitsi ravintoa myös suojaa saalistajilta, eritoten varpushaukalta ja varpuspöllöltä. Englannissa tehdyssä tutkimuksessa todettiin hömötiaisen esiintymisen korreloivan negatiivisesti metsäkauriin esiintymisen kanssa (Newson ym. 2012). Kolme kaurislajia, metsäkauris, kiinanmuntjakki (*Muntiacus reevesi*) ja kuusipeura eli täpläkauris (*Dama dama*), ovat lisääntyneet Englannissa merkittävästi viime vuosikymmeninä ja niiden asuttamissa metsissä paitsi hömötiainen, myös etelänsatakieli (*Luscinia megarhynchos*), laulurastas (*Turdus philomelos*), pajulintu (*Phylloscopus trochilus*) ja tiltalti (*Phylloscopus collybita*) näyttävät kärsivän kauriiden aiheuttamista seurauksista. Negatiivinen korrelaatio oli selvän hömötiaisen ja etelänsatakielen kohdalla ja alueilla, joilla metsäkauris runsastui. Englanti kuuluu lauhkeaan lehtimetsävyöhykkeeseen ja siellä metsien kasvillisuus poikkeaa merkittävästi Suomen boreaalisten metsien kasvillisuudesta, joten tiaiset saattavat käyttäytyä siellä hieman eri tavalla, ja tiheän hirvieläinkannan vaikutuksia linnustoon tulisi tutkia täälläkin.

Ruotsissa on todettu kuusialikasvoksen tärkeys hömötiaisen menestymiselle (Eggers ja Low 2014). Tutkimuksessa seurattiin aikuisten hömö- ja töyhtötiainen kuolleisuutta sekä pesintöjen onnistumista viidessä 1–2 km<sup>2</sup>:n kokoisessa havupuuvaltaisessa sekametsässä Keski-Ruotsissa kolmen vuoden ajan. Hömötiaisen kuolleisuus oli suurempi ja pesintöjen onnistuminen heikompaa reviereillä, joilla oli heikosti kuusialikasvosta. Töyhtötiaisen pärjäämiseen alikasvoksen määrä ei vaikuttanut. Tutkijat esittivät johtopäätöksensä, että pienialaisesti laikuttainen alikasvoksen käsittely, jossa alikasvosta paikoin poistettaisiin ja paikoin jätettäisiin, olisi kustannustehokas tapa ylläpitää metsän rakenteellista monimuotoisuutta monien eri lintulajien hyväksi.

Sama ruotsalaisryhmä teki myöhemmin maastokokeen useille 40–70 -vuotiaiden havupuumetsiköiden harvennusalueille sen selvittämiseksi, miten 30 eri lintulajia reagoi 0,79 hehtaarin kokoisilla koealoilla, jos niille jätettiin harvennushakkuussa runsaasti kuusialikasvosta pystyyn tai jos niillä pidättäydyttiin kokonaan harvennustoimenpiteestä (Klein ym. 2022). Odotuksien vastaisesti hömötiainen ei hyötynyt tilastollisesti merkitsevästi alikasvosta säästävästä käsittelystä. Jopa koealoilla, joilla mitään harvennusta ei tehty, hömötiaisia esiintyi toimenpiteitä seuraavana kesänä yllättäen vähemmän kuin tavallisen harvennuksen kokeneilla koealoilla. Seuranta-aika rajoittui hakkuista seuraavaan pesintäaikaan. Kirjoittajat pohtivat, olivatko koealat liian pieniä, kun hömötiaisen pesintäreviiri on tutkimuksessa käytettyä koealaa moninkertaisesti suurempi ja näkyisikö harvennuksien mahdollinen vaikutus vasta seuraavina vuosina. Tämän tapaista kokeellista linnustoseurantaa (tosin isommilla koealoilla) tarvittaisiin Suomeenkin.

Mönkkönen ym. (2014) havaitsivat lintulajiston supistuvan itäsuomalaisilla suojelualueilla, mitä kauempana ne sijaitsevat maan itärajasta. Tulos tulkittiin johtuvaksi suojelualojen pienuudesta Suomen puolella verrattuna laajoihin vanhojen metsien peittämiin alueisiin Venäjän puolella (matriisiefekti). Tutkimuksessa ei pohdittu susi- ja hirvieläinkantojen eroavaisuuksia ja tämän vaikutuksia metsiin rajan itä- ja länsipuolella. Monista amerikkalaistutkimuksista on käynyt selväksi, kuinka suuri merkitys susikannalla on metsäkasvillisuuteen vähentäessään hirvieläinten määrää (Beschta ja Ripple 2009; Beschta ja Ripple 2020).

Voisiko hirvieläinten kantojen kasvu selittää osan joidenkin metsälintujen kannankehityksestä Etelä- ja Keski-Suomessa? Valkohäntäpeura ja metsäkauris ovat lisääntyneet Etelä-Suomessa ja varsinkin Lounais-Suomessa suuresti viimeisten vuosikymmenten aikana (Matala ym. 2021), joten edellä mainitun englantilaistutkimuksen (Newson ym. 2012) perusteella näyttää mahdolliselta, että vahvistuneilla hirvieläinkannoilla voisi olla osuutta hömötiaisen vähenemiseen Suomessa, joskin asiaa pitäisi tutkia Suomen olosuhteissa ja mieluiten aitauskokein. Valkohäntäpeurakanta

on kasvanut Suomessa varsinkin vuoden 1990 jälkeen ollen nykyään jo yli 120 000 eläintä (Matala ym. 2021). Pääosa kannasta ulottuu lounaasta Kalajoki–Kitee-linjalle asti ja esiintyy pohjoisempaan satunnaisesti tai laikuttaisesti. Lajin levinneisyys kattaa siis suuren osan Etelä-Suomea. Metsäauriskanta on levinnyt suurimpaan osaan maata ja on nykyään jo luokkaa 80 000 eläintä (Matala ym. 2021). Sen sijaan hirvikanta on supistunut Suomessa vuosina 2000–2021 kolmanneksella 150 000:sta 80 800:een ([luonnonvaratieto.luke.fi](https://luonnonvaratieto.luke.fi), 8.3.2021, Hirvitietotaulukko.xlsx), mutta kannan voimakas kasvu viime vuosisadalla (Matala ym. 2021) tapahtui samaan aikaan hömötiainen kannan heikkenemisen kanssa. Talousmetsissä hirvieläinten lehtipuihin kohdistuva ravinnonkäyttö vähentää niiden osuutta puustossa (Matala ym. 2021). Kasvillisuuden toipuminen hirvien aiheuttaman paineen vähetessä vienee vuosia, mutta siitä ei ole tutkimustietoa.

Hirvieläinten suurten tiheyksien vaikutusta metsien monimuotoisuuteen tulisi Suomessa tutkia monivuotisilla maastokokeilla, joissa aitaamalla koealoja suljetaan hirvieläinten pääsy osalle koealoista, jolloin voitaisiin seurata laidunnuksen vaikutusta linnustoon (erilaisissa habitaateissa ja eri hirvieläintiheyksillä).

#### 4.6 Ilmastonmuutos

Virkkala ym. (2020) tarkastelivat julkaisussaan myös mahdollisuutta, että ilmastonmuutos olisi havaittujen kannanmuutosten syynä. Tämä hypoteesi hylättiin, koska kirjoittajat uskovat ilmastonmuutoksen suosivan Euroopassa eteläisiä lintulajeja viitaten kolmeen julkaisuun (Huntley ym. 2007; Jiguet ym. 2010; Brommer ym. 2012). Eteläisiksi lajeiksi he nimesivät käpytikän (*Dendrocopos major*), pyyn (*Tetrastes bonasia*), hömötiainen ja töyhtötiainen. Koska nämä lajit kuitenkin vähenivät suomalaistutkimuksen mukaan selvästi, hylättiin ilmaston lämpeneminen havaitun kehityksen selittäjänä. Mainitut kolme viitettä eivät anna aihetta Virkkalan ym. (2020) tulkinnalle, vaan ne antavat pikemminkin päinvastaisen kuvan ilmastonmuutoksen vaikutuksesta hömötiainen ja töyhtötiainen menestymismahdollisuuksiin.

Huntley ym. (2007) mallinsivat ilmastonmuutoksen vaikutuksia Euroopassa esiintyvien lintujen levinneisyysalueisiin ja laskivat ennusteet niiden levinneisyyksille tämän vuosisadan lopussa. Virkkalan (2020) tutkimuksessa seuratuista lintulajeista ei ainuttakaan löydy Huntley ym. (2007) eteläisiksi (Southern) luokittelemien lajien joukosta. Hömötiainen oli sijoitettu mantereisboreaaliseen ryhmään (Continental Boreo-Nemoral) ja töyhtötiainen yhdessä sini-, tali-, pyrstö- ja kuusitiainen kanssa metsälinturyhmään (Nemoral). Hömö- ja töyhtötiainen levinneisyyden ennustetaan supistuvan tämän vuosisadan loppuun mennessä ilmastonmuutoksen seurauksena enemmän kuin kuusi-, pyrstö- (*Aegithalos caudatus*) ja talitiainen levinneisyyksien. Eniten supistuu ennusteen mukaan lapintiainen (*Poecile cinctus*) levinneisyysalue ja tiaista vain sinitiaisen levinneisyysalueen ennustetaan kasvavan.

Jiguet ym. (2010) mukaan sellaiset lintulajit, joiden levinneisyysalueella esiintyy korkeita lämpötiloja, menestyivät paremmin vuosina 1980–2005 kuin lajit, joiden levinneisyysalueen lämpimimmän seudun lämpimimmän kuukauden keskilämpötila on alhainen. Töyhtötiainen edustaa tässä vertailussa todennäköisesti selviytyjiä, sillä esiintyyhän sitä Euroopassa eteläistä Espanjaa myöten. Hömötiainen levinneisyysalue sen sijaan ei ulotu Euroopan lämpimimmille seuduille.

Brommer ym. (2012) vertailivat kolmen Suomessa aikavälillä 1974–2010 tehdyn atlaskartoituksen tuloksia. Tiaisten levinneisyysalueiden painopisteet etelä–pohjoissuunnassa eivät tämän aineiston perusteella muuttuneet juuri lainkaan kartoitusten välillä. Kaikkien tiaisten levinneisyysalueet kasvoivat (kuusi- ja sinitiaisen eniten), mutta tuloksia on hankala tulkita johtuen inventoinnin merkittävästä tehostumisesta vuosien mittaan ja tehostumisen tapahduttua alueellisesti epätasaisesti.

Virkkala ym. (2020) viittasivat myös tutkimukseen (Gregory ym. 2009), jossa eurooppalaisten lintulajien levinneisyyksien muutoksia mallinnettiin ilmastoa kuvaavia tunnuksia käyttäen. Tutkimuksessa lasketun ilmastoindikaattorin (CLIMEns) perusteella seitsemästä tutkimuksessa olleesta tiaislajista kuuden levinneisyydet Euroopassa supistuvat tällä vuosisadalla tässä järjestyksessä: hömötiainen (eniten), töyhtötiainen, kuusitiainen, pyrstötiainen, viitatiainen (*Poecile palustris*) ja talitiainen (vähiten). Sinitiaisen levinneisyys ei muuttunut. Tutkimuksessa todettiin yli sadan lintulajin runsausvaihtelujen vuosina 1980–2005 korreloivan hyvin ilmastoindikaattorien perusteella laskettujen lintulajikohtaisten potentiaalisten levinneisyysalueiden muutosten kanssa. Näin tämä tutkimus ennustaa, että hömö- ja töyhtötiainen taantuvat Euroopassa ilmaston muuttuessa lämpimämmäksi. Tämä on ristiriidassa Virkkalan ym. (2020) esittämän oletuksen kanssa, jonka mukaan hömö- ja töyhtötiaiset ovat eteläisiä lintulajeja ja siksi hyötyisivät ilmastomuutoksesta.

Edellä mainitut neljä Virkkalan ym. käyttämää viitettä siis eivät anna aihetta hylätä hypoteesia, jonka mukaan ilmastomuutos olisi viime vuosikymmeninä havaitun hömö- ja töyhtötiainen elinmahdollisuuksien heikkenemisen syy/osasyys Suomessa. Päinvastoin, sekä Gregory ym.:n (2009) että Huntley ym.:n (2007) tutkimukset itse asiassa tukevat tätä hypoteesia.

Hömö- ja töyhtötiaiset käyttävät pesimisaikana ravintonaan runsaasti hyönteisiä. Seurantatutkimuksia ilmaston lämpenemisen vaikutuksista metsäluonnon niveljalkaisten biomassaan Suomessa on niukasti julkaistu. Leinosen ym. (2016) raportoiman 19-vuotisen yöperhosseurannan mukaan lajisto on Suomessa monipuolistunut, kun etelästä on saapunut uusia lajeja samalla, kun vastaava määrä alkuperäislajeja ei ole kadonnut (Leinonen ym. 2016). Muutos on ollut suurin Etelä-Suomen sekametsissä. Samalla yllättäen kokonaisyksilömäärä on vähentynyt samalla alueella, ts. jotkut lajit hyötyvät samalla, kun toiset kärsivät ilmaston lämpenemisestä. Erityisesti ovat runsastuneet sellaiset lajit, jotka kasvaneen lämpösumman ansiosta pystyvät nykyään tuottamaan aikaisempaa useamman sukupolven kesässä, esimerkkinä kuusen tuholaisena tunnettu kirjanpainaaja (*Ips typographus*) (Venäläinen ym. 2020).

Ilmastomuutoksen vaikuttaessa eri niveljalkaislajeihin eri tavalla, on luonnollista, että muutos kohdistuu myös eri lintulajeihin eri tavalla. Täten ilmastomuutosta ei voida yksiselitteisesti poissulkea mahdollisena syynä havaittuun hömö- ja töyhtötiaskantojen heikkenemiseen, vaikka esimerkiksi kuusitiaskanta on pysynyt samaan aikaan suhteellisen vakaana. Nämä tiaislaajat tuskin käyttävät pääasiallisena ravintonaan aivan samoja niveljalkaislajeja.

Vuolanto (2022) arvelee talvien lämpenemisen keskeiseksi syyksi hömötiaisen vähenemiseen 1900-luvulta lähtien samalla, kun taas sinitiaisen on hyötynyt talvien lämpenemisestä ja lisääntyneestä lintujen talviruokinnasta.

#### 4.7 Sini- ja talitiaisen runsastuminen

Kuten johdannossa todettiin, lähtivät hömö- ja töyhtötiaisen kannat jyrkkään laskuun vuosituhannen vaihteen jälkeen ja lasku on jatkunut hömötiaisen osalta vuoteen 2022 asti (Lehikoinen ja Väisänen 2023). Sinitiaisen kanta ei ole tänä aikana juurikaan kasvanut, mutta talitiaisen kanta on edelleen noussut. Talitiaisen osalta voidaan siis todeta sen ja hömö- sekä töyhtötiaisen kantojen kehityksen välinen päinvastainen kehitys tällä aikavälillä. Voisiko talitiaisen lisääntynyt kilpailu haitata merkittävästi hömö- ja töyhtötiaisen menestymistä? Tali- ja sinitiaiset eivät varastoi ravintoa syksyllä talven varalle puiden kaarnan koloihin, jäkäläkasvustoihin ym. (Haftorn 1956; von Haartman ym. 1967), mutta varmaankin osaavat käyttää näitä piilopaikkoja ja syövät hömö- ja töyhtötiainen talven varalle piilottamaa ravintoa.

Vasta-argumentti tälle, ns. tiaiskilpailuhypoteesille on tali- ja sinitiaisten keskittyminen talvisin metsätiaisia voimakkaammin asumusten lähetyville (Fraixedas ym. 2015b). Silti talitiaisia

on riittänyt metsäisillekin talvilintulaskentareiteille enemmän kuin töyhtötaisia ja lähes saman verran kuin hömötaisia; hömötaista havaittiin metsissä 11 yksilöä kymmentä kilometriä kohden, töyhtötaista 4 ja talitiaista 8 yksilöä kymmentä kilometriä kohden vuosien 1986–2012 aineiston mukaan (Fraixedas ym. 2015b).

Miten selittyy se, ettei kuusitiainen ole vähentynyt, vaikka sekin kerää talviravintoa kuusen oksistoon? Kuusitiainen piilottaa ravinnon etupäässä kuusen oksien kärkiin, mm. neulasten lomaan tai kuivuneisiin hedekukintoihin, kun taas hömötiainen varastoi ravintoa oksilla kasvavien jäkälien lomaan lähelle runkoa tai itse runkoon (von Haartman ym. 1967; Suhonen ja Alatalo 1991). Isohkolle talitiaiselle kuusenkärjissä kieppuminen ei ole niin helppoa ja luontevaa. Sinitiaiselle kuusikot eivät ole tyypillistä elinympäristöä. Kuusitiainen eroaa hömö- ja töyhtötaiestä myös sikäli, ettei se ole yhtä riippuvainen lahopökölöistä ja koloista kuin hömö- ja töyhtötiainen, koska se sopeutuu niiden puutteessa pesimään myös maahan kivien ja juurakkojen koloihin. Tämä tuskin kuitenkaan selittää kuusitiaisien parempaa menestystä verrattuna töyhtö- ja hömötaiseen, sillä kuten edellä jo todettiin, on lahon lehtipuun (pystypuut + pökölöt) määrä lisääntynyt ainakin Etelä-Suomessa aikavälillä 1996–2018, joten hömö- ja töyhtötaisten kantojen viimeaikainen lasku ei voi johtua lahon lehtipuun vähenemisestä, koska määrä ei ole vähentynyt.

Lienee niin, että sini- ja talitiainen esiintyvät pohjoisessa talvisaikaan harvempina populaatioina erämaissa hakkuilta suojelluissa metsissä, joissa ihmisen talviruokintaa ei juuri tapahdu. Talviruokinta keskittyyne Lapissakin taajamiin, joiden tuntumassa suojeltuja metsiä on oletettavasti vähemmän kuin kaukana taajamista. Tämä voisi osaltaan selittää myös Virkkalan ym. (2020) havaintoa, jonka mukaan hömötiainen on vähentynyt Pohjois-Suomen talousmetsissä mutta ei suojelluissa metsissä.

Vuolanto (2022) arvioi, ettei hömötiainen pysty hyödyntämään lintulautoja samalla tavalla kuin monet muut lajit. Kovasti lisääntyneet ja aggressiiviset sinitiaiset jättävät hömötaiset lintulautaruokinnolla sosiaalisesti alisteiseen asemaan. Vuolanto esitti lisäksi, että ”vaikka sinitiaisen tunnetaan alun perin lehtimetsien ja ruovikkojen lajina, se hakee ravintoa kesäisin havupuistakin”.

Lewis ym. (2007) tutkivat Englannissa tali- ja sinitiaisen merkitystä hömötaisen pesintäalueen valintaan. Tutkimuksessa todettiin tali- ja sinitiaisen esiintyvän samassa määrin niin hömötaisen asuttamilla reviiereillä kuin hömötaisen hylkäämissä aiemmin asuttamissa pesimämetsissä. Tällä perusteella Virkkala ym. (2020) päättelivät, ettei tali- ja sinitiaisen runsaudella ole merkitystä hömötaisen menestymiselle. Myöskään Siriwardena (2004) ei havainnut hömötaisen pesintäaikaisen esiintymisen ja sini- sekä talitiaisen esiintymisen välillä korrelaatiota Englannissa. Englantilaistutkimukset tehtiin pesintäaikaan, jolloin kilpailulla talviaikaisista ravintokätköistä ei voi olla merkitystä, joten mainittujen englantilaistutkimusten sinänsä selkeä tulos ei sulje pois mahdollisuutta, että tali- ja sinitiaisen kilpailulla voisi olla merkitystä hömö- ja töyhtötaisen selviämiseen talven yli.

Turun Ruissalon alueella tiaiskannat kehittyivät aikavälillä 1980–2021 eri lailla kuin Etelä-Suomessa keskimäärin (Klemola ja Laine 2021). Vuonna 1980 Ruissalossa laskettiin 20 hömötaisparia, mutta vuoden 2006 jälkeen hömötaisia ei ole laskennoissa saarella pesimälintuna tavattu. Näin kävi, vaikka pesintäaikainen talitiaiskanta ei juuri muuttunut tutkimuksen aikana, ja sinitiaiskanta kasvoi samaan aikaan maltillisesti 300:sta 400 pariin. Tällä aikavälillä Etelä-Suomen talitiaiskanta kaksinkertaistui ja sinitiaiskanta yli kahdeksankertaistui (Lehikoinen ja Väisänen 2023). Koska Ruissalon linnustoselvitys ei kerro lintujen talviaikaisista kannoista alueella, ei tiaiskilpailuhypoteesia voida tämän selvityksen perusteella sulkea pois mahdollisena (osa-)selityksenä havaitulle hömö- ja töyhtötaisten vähentymiselle koko maassa.



## 4.8 Taudit

Taudit havaitaan linnulla lähinnä silloin, kun ne tappavat isäntälajiaan runsaasti lyhyessä ajassa ja kuolleita lintuja löydetään kuolinsyytutkimuksia varten. Tuorein esimerkki on hyvin patogeenisen influenssaviruksen leviäminen luonnonvaraisiin lintuihin Euroopassa 2020–2022 (Tammiranta ym. 2023). Vain vuosikymmen aiemmin *Trichomonas gallinae*-alkueläinepidemia harvensi muutamassa vuodessa Suomessa pesivää viherpeippokantaa (*Chloris chloris*) 47 %:lla (Lehikoinen ym. 2013). Isäntälajinsa romahdusmaisesti vähentävän taudin tulee olla saman aikaisesti hyvin tarttuva sekä tappava. Suurin osa linnuilla esiintyvistä taudeista eivät ole sellaisia, sillä linnuilla esiintyy lukuisa määrä erilaisia lievästi patogeenisia taudinaiheuttajia (esim. van Riper ja van Riper 1985; Meri 2014; Bergervoet ym. 2019; Žlabravec ym. 2021).

Jokin tauti mahdollisena selityksenä hömö- ja työttötiaskantojen taantumiselle tulee mieleen ennen kaikkea katsottaessa vuosituhaten vaihteen jälkeen tapahtunutta näiden lajien nopeaa taantumista. Mutta voisiko jokin tauti olla haitallinen hömö- ja työttötiaille mutta harmiton muille tiäisille? Nämä lajit vaeltavat sini-, tali- ja kuusitiaista vähemmän, eli ne ovat tiukemmin paikkalintuja. Hömö- ja työttötiaiset tyytyvät paljon suppeampaan elinalueeseen. Hömötiaiset eivät ylitä merialueita, ja ainoat ulkomaan löydöt Suomessa rengastetuista hömötiäisistä ovat Laatokan ympäriltä, eivät sen kauempaa. Työttötiainen vaeltelee vieläkin vähemmän. Sen sijaan Suomessa rengastettuja sini-, tali- ja kuusitiaisia on löydetty useista Keski-Euroopan maista (Valkama ym. 2014), eli pieni osa kannasta kieppuu silloin tällöin samoissa puissa, koloissa ja lintulaudoilla Keski-Euroopan tiheän ja lajirikkaan linnuston kanssa. Näin sini-, tali- ja kuusitiäiselle on voinut kehittyä vastustuskykyä Suomea laajemmalla alueella esiintyvää monipuolisempaa tautikirjoa vastaan kuin hömö- ja työttötiäiselle. Toki kesällä saapuu tänne tiäismetsiin kaukomailtakin muuttolintuja, joista mm. kirjosieppo (*Ficedula hypoleuca*) saattaa käyttää samoja pesä- ja yöpymiskoloja hömö- ja työttötiäisen kanssa, mutta lintulautakosketusta lajien välille ei tule. Kaikki tiäiskantamme ovat aika ajoin kosketuksissa Venäjältä vaeltavien lajitoverien kanssa, mutta runsaslajinen ja tiheä keskieuropalainen lintukanta voi olla paljon merkittävämpi uusien tautien ja tautimuunnoksien lähde kuin Pohjois-Venäjän vähälajisempi ja harvempi linnusto. Keski- ja Etelä-Eurooppaan on levinnyt useita lemmikkikarkulaisista polveutuvia eksoottisia lintulajeja, ja niiden mukana on sinne voinut tulla aivan uudenlaisia vierastauteja.

Olisiko mahdollista, että Pohjois-Suomessa tiäiset saavat ”lintulautakosketuksia” toistensa kanssa enemmän talousmetsissä kuin suojelluissa erämaissa, koska ihmisasutus (talviruokintapaikat) on ehkä keskimäärin etäämpänä suojelluista kuin talousmetsissä? Tämä voisi selittää, miksi hömö- ja työttötiäiskannat eivät muuttuneet Virkkalan ym. (2020) aineistossa Pohjois-Suomen suojelualoilla.

Tiedetään hyvin, että lintulajin elinpiirin eristyneisyys ja koko vaikuttavat sen vastustuskykyyn. Tämä kytkös käy ilmi eristäytyneiden saarien varpuslintukantojen historiaa tarkastelemalla. Esimerkiksi Havaijin varpuslintujen vähentymiseen ja monien lajien sukupuuttoon ovat myötävaikuttaneet oleellisesti sinne tuotujen vieraspetojen lisäksi myös sinne päässeiden vieraslajisten lintujen mukana tulleet monet taudit (van Riper ja van Riper 1985; van Riper ym. 2002). Saarten alkuperäislajistolla ei ollut näiden vierastautien kanssa yhteistä kehityshistoriaa ja sen tuomaa vastustuskykyä. Nykyään siellä on hyvin vähän jäljellä alkuperäistä linnustoa, koska se on suureksi osaksi korvautunut afrikkalaisista, aasialaisista ja amerikkalaisista lemmikkilintukarkulaisista koostuvalla lajistolla (van Perlo 2011).

Toinen esimerkki lajin levinneisyysalueen ja taudinkestävyyden välisestä kytköksestä löytyy puiden maailmasta. Ne Euroopassa esiintyvät puulajit, joiden levinneisyys ulottuu idässä yli Uralvuoriston, ovat osoittautuneet vastustuskykyisemmiksi kaakkoisaasialaisia vierastauteja vastaan kuin ne puulajit, jotka esiintyvät vain Euroopassa (Müller ym. 2016).



## 4.9 Saalistajien lisääntyminen

Englannissa tehtyjen havaintojen mukaan käpytikan yleisyydellä voi olla yhteyttä siellä havaittuun hömötiaisen taantumiseen (Siriwardena 2004). Tutkimuksessa todettiin hömötiaisen pesintäaikaisen esiintymisen korreloivan negatiivisesti käpytikkahavaintojen kanssa, mutta vain taajamissa (farmland), joissa hömötiainen on taantunut, kun taas kosteikkometsissä (wetland), joissa laji ei ole taantunut, korrelaatiota ei havaittu (Siriwardena 2004). Suomessa käpytikan kanta vaihtelee suuresti vuosittain, mutta on ollut keskimäärin noin puolitoistakertainen 2000-luvulla verrattuna kantaan aiempina kahtenakymmenenä vuonna (1980–2000) (Lehikoinen ja Väisänen 2023). Saattaa olla, että käpytikan runsastuminen on myötävaikuttanut hömö- ja työhtötiaskantojen taantumiseen.

Varpuspöllö saalistaa paitsi jyräjäitä myös pieniä lintuja. Tiaiset ovat sen yksi saaliskohde varsinkin talvisin huonoina myyrävuosina, ja sen uskotaan vaikuttavan tiaislajien runsaussuhteeseen (Kullberg ja Ekman 2000). Vuonna 1982 käynnistyneen petolintuseurannan aikana varpuspöllön kanta on kasvanut vuosituhannen vaihteeseen asti, mutta sen jälkeen se lähti laskuun (Meller ym. 2019), joten varpuspöllön kannanvaihtelusta ei ole hömö- ja työhtötiaisen viimeaikaisen ahdingon selittäjäksi. Tosin, jos myyräkannat heikkenevät, voisi olettaa varpuspöllöjen taholta lintuihin kohdistuvan saalistuspaineen kasvavan, vaikka pöllökanta ei muuttuisikaan. Tällöin ei liene syytä kuitenkaan olettaa, että saalistuspaine kohdistuisi enemmän hömö- ja työhtötiaiseen kuin kuusitiaiseen, sillä hömö- ja työhtötiaiset valtaavat kuusitiaiseen nähden dominanteina lajeina oksiston sisäosat, jolloin kuusitiaisen täytyy tyytyä oksien kärkiosiin, joissa se on muita tiaisia alttiimpi petolintujen saalistukselle (Suhonen ym. 1992).

Varpushaukan kanta on vähentynyt Suomessa aikavälillä 1982–2018 (EU assessments of birds population status), joten ei vaikuta todennäköiseltä, että tämäkään petolintu olisi hömö- ja työhtötiaskantojen taantumisen syy.

## 5 Johtopäätökset

Tässä katsauksessa käsitellään yhdeksää potentiaalista selitystä hömö- ja työhtötiaskantojen vähentymiselle maassamme viime vuosikymmenten aikana.

1. Virkkala ym. (2020) esittivät hömö- ja työhtötiaskantojen taantumisen johtuvan lisääntyneistä **metsänhakkuista**. Tutkimusjulkaisussa esitetyt tulokset tukevat tätä päätelmää kuitenkin vain Pohjois-Suomessa, mutta syy-seuraussuhteet eivät ole yksiselitteisiä. Etelä-Suomesta saadut tulokset viittaavat siihen, että näiden tiaisten viimeaikaisen vähenemisen takana on muita syitä kuin metsänhakkuut.
2. Ei ole tutkimusnäyttöä siitä, minkä kokoinen metsäpeitteisen **suojelualueen** tulisi olla ja paljonko siinä tulisi olla hömö- tai työhtötiaiselle sopivaa metsäalaa, jotta ympäröivistä talouskäytössä olevista metsistä ei aiheutuisi haitallista ns. matriisiefektiä. Tämä kysymys ei toisaalta ole keskeinen näiden lajien osalta, koska ne eivät erityisesti suosi luonnon-tilaisia vanhoja metsiä.
3. Metsissämme tapahtuneen **tihentymisen** vaikutuksia tiaispopulaatioihin ei ole tutkittu.
4. **Metsäojitusten** seurauksena tapahtunut korpjen väheneminen on mahdollisesti myötävaikuttanut hömötiaskannan taantumiseen, mutta tutkimustietoa tästä kysymyksestä ei ole.
5. **Valkohäntäpeuran ja metsäkauriin** runsastuminen viime vuosikymmeninä on saattanut heikentää hömötiaisen elinmahdollisuuksia alueilla, joilla näiden hirvieläinlajien kannat ovat tiheitä.
6. **Ilmaston** viimeaikaisen lämpenemisen yhteyttä havaittuun hömö- ja työhtötiaisen taantumiseen ei voida sulkea pois. Päinvastoin, kahden mallinnustutkimuksen mukaan hömö- ja

töyhtötiaisen levinneisyysalueiden arvioidaan Euroopassa supistuvan ilmastomuutoksen vuoksi enemmän kuin esim. tali-, sini- ja kuusitiaisen.

7. On myös mahdollista, että jo useiden vuosikymmenien aikana **kasvanut talitiaiskanta** on heikentänyt hömö- ja töyhtötiasten selviytymismahdollisuuksia talvisin käyttämällä niiden talven varalle keräämiä ravintokätköjä aiempaa tehokkaammin. Ilmiö saattaa olla heikompi Pohjois-Suomen laajoilla suojelualueilla, joissa talviruokintaa tapahtuneen vähemmän kuin lähempänä asutusta olevien talousmetsien tuntumassa?
8. Yksi selitys hömö- ja töyhtötiaisen kantojen alamäelle voisi olla myös uusi **tauti tai tautimuunnos**, jonka jokin toinen (tiais-) laji on tuonut muutto-/vaellusmatkaltaan esimerkiksi Keski-Euroopasta ja tartuttanut hömö- ja töyhtötiaisiiin, joilla pienen elinpiirinsä vuoksi on vierastaudeille mahdollisesti heikompi vastustuskyky?
9. **Käpytikan** runsastuminen on voinut myötävaikuttaa hömö- ja töyhtötiaskantojen heikkenemiseen, mutta varpuspöllön tai varpushaukan kantojen muutoksilla ei näiden tiais-kantojen laskua voi selittää.

On täysin mahdollista, jopa todennäköistä, että havaittu hömö- ja töyhtötiaskantojen voimakas lasku on useamman kuin yhden tekijän seuraus.

## Kiitokset

Kiitän Helena Henttosta, Pekka Kauppia, Heikki Kolusta, Pekka Niemelää, Risto Ojansuuta ja Jukka Virtasta arvokkaista käsikirjoitusta koskevista kommentteista. Kiitän myös kahta anonymiä tarkastajaa hyvistä kommentteista.

## Kirjallisuus

- Bergervoet SA, Pritz-Verschuren SBE, Gonzales JL, Bossers A, Poen MJ, Dutta J, Khan Z, Kriti D, van Bakel H, Bouwstra R, Fouchier RAM, Beerens N (2019) Circulation of low pathogenic avian influenza (LPAI) viruses in wild birds and poultry in the Netherlands, 2006–2016. *Sci Rep* 9, article id 13681. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50170-8>.
- Berlusconi A, Martinoli A, Wauters LA, Tesoro G, Martini S, Clerici E, Guenzani G, Pozzi G, Rubolini D, Morganti M, Martinoli A (2022) Year-round multi-scale habitat selection by crested tit (*Lophophanes cristatus*) in lowland mixed forests (northern Italy). *Avian Res* 13, article id 100058. <https://doi.org/10.1016/j.avrs.2022.100058>.
- Beschta RL, Ripple WJ (2009) Large predators and trophic cascades in terrestrial ecosystems of the western United States. *Biol Conserv* 142: 2401–2414. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.06.015>.
- Beschta RL, Ripple WJ (2020) Large carnivore extirpation linked to loss of overstory aspen in Yellowstone. *Food Webs* 22, article id e00140. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2019.e00140>.
- Brommer JE, Lehtikainen A, Valkama J (2012) The breeding ranges of Central European and arctic bird species move poleward. *PLoS One* 7, article id e43648. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043648>.
- Cirule D, Krama T, Krams R, Elferts D, Kaasik A, Rantala MJ, Mierauskas P, Luoto S, Krams IA (2017) Habitat quality affects stress responses and survival in a bird wintering under extremely low ambient temperatures. *Sci Nat* 104, article id 99. <https://doi.org/10.1007/s00114-017-1519-8>.

- Cramp S, Perrins CM, Brooks DJ, Dunn E, Gillmor R, Hall-Craggs J, Hillcoat B, Hollom PAD, Nicholson EM, Roselaar CS, Seale WTC, Sellar PJ, Simmons KEL, Snow DW, Wincent D, Voous KH, Wallace DIM, Wilson MG (1993) Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol. VII. Flycatchers to shrikes. Oxford University Press.
- Eggers S, Low M (2014) Differential demographic responses of sympatric *Parids* to vegetation management in boreal forest. For Ecol Manag 319: 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.02.019>.
- Ekman J (1979) Coherence, composition and territories of winter social groups of the Willow Tit *Parus montanus* and the Crested Tit *P. cristatus*. Ornis Scand 10: 56–68. <https://doi.org/10.2307/3676345>.
- EU assessments of birds population status. <https://nature-art12.eionet.europa.eu/article12/>.
- Fraixedas S, Lindén A, Lehtikainen A (2015a) Population trends of common breeding forest birds in southern Finland are consistent with trends in forest management and climate change. Ornis Fenn 92: 187–203. <https://doi.org/10.51812/of.133879>.
- Fraixedas S, Lehtikainen A, Lindén A (2015b) Impacts of climate and land-use change on wintering bird populations in Finland. J Avian Biol 46: 63–72. <https://doi.org/10.1111/jav.00441>.
- Gregory RD, Willis SG, Jiguet F, Voříšek P, Klvaňová A, van Strien, A, Huntley B, Collingham Y C, Couvet D, Green RE (2009) An indicator of the impact of climatic change on European bird populations. PLoS ONE 4, article id e4678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004678>.
- von Haartman L, Hildén O, Linkola P, Suomalainen P, Tenovuo R (1967) Pohjolan linnut värikuvien, osa II. Otava, Helsinki.
- Haftorn S (1956) Contribution to the food biology of tits, especially about storing surplus food. Part IV. A comparative analysis of *Parus atricapillus* L., *P. cristatus* L., and *P. ater*. Kongel Norske Vidensk Selsk Skr 4: 1–54.
- Henttonen H, Nöjd P, Mäkinen H (2017) Environment-induced growth changes in the Finnish forests during 1971–2010 – an analysis based on National Forest Inventory. For Ecol Manag 386: 22–36. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.044>.
- Henttonen H, Nöjd P, Suvanto S, Mäkinen H (2019) Large trees have increased greatly in Finland during 1921–2013, but recent observations on old trees tell a different story. Ecol Indic 99: 118–129. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.015>.
- Henttonen HM, Nöjd P, Suvanto S, Heikkinen J, Mäkinen H (2020) Size-class structure of the forests of Finland during 1921–2013: a recovery from centuries of exploitation, guided by forest policies. Eur J For Res 139: 279–293. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01241-y>.
- Huntley B, Green RE, Collingham YC, Willis SG (2007) A climatic atlas of European breeding birds. Durham University, The RSPB and Lynx Edicions, Barcelona.
- Häkkilä 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, article id e0184792. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184792>.
- Hökkä H, Kaunisto S, Korhonen KT, Päivänen J, Reinikainen A, Tomppo E (2002) Suomen suomensäät 1951–1994. Metsätieteen aikakauskirja 2A/2002: 201–357. <https://doi.org/10.14214/ma.6242>.
- Janzen DH (1983) No park is an island: increase in interference from outside as park size decreases. Oikos 41: 402–410. <https://doi.org/10.2307/3544100>.
- Jiguet F, Gregory RD, Devictor V, Green RE, Vorisek P, Van Strien A, Couvert D (2010) Population trends of European common birds are predicted by characteristics of their climatic niche. Glob Chang Biol 16: 497–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01963.x>.
- Klein J, Low M, Sjögren J, Eggers S (2022) Short-term experimental support for bird diversity

- retention measures during thinning in European boreal forests. For Ecol Manag 509, article id 120084. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120084>.
- Klemola H, Laine J (2021) Ruissalon pesimälinnustoselvitys 2021. Turun kaupungin ympäristöjulkaisuja 2/2021. Ympäristökonsultointi Jynx Oy.
- Kontula T, Raunio A (toim) (2018) Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki.
- Korhonen KT, Ihalainen A, Ahola A, Heikkinen J, Henttonen HM, Hotanen J-P, Nevalainen S, Pitkänen J, Strandström M, Viiri H (2017) Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-467-0>.
- Korhonen KT, Ahola A, Heikkinen J, Henttonen HM, Hotanen J-P, Ihalainen A, Melin M, Pitkänen J, Rätty M, Sirviö M, Strandström M (2021) Forests of Finland 2014–2018 and their development 1921–2018. Silva Fenn 55, article id 10662. <https://doi.org/10.14214/sf.10662>.
- Kullberg C, Ekman J (2000) Does predation maintain tit community diversity? Oikos 89: 41–45. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2000.890105.x>.
- Kumpula S, Votka E, Orell M, Rytönen S (2023) Effects of forest management on the spatial distribution of the willow tit (*Poecile montanus*). For Ecol Manag 529, article id 120694. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120694>.
- Lehikoinen A, Lehikoinen E, Valkama J, Väisänen RA, Isomursu M (2013) Impacts of trichomonosis epidemics on Greenfinch *Chloris chloris* and Chaffinch *Fringilla Coelebs* populations in Finland. IBIS 155: 357–366. <https://doi.org/10.1111/ibi.12028>.
- Lehikoinen A, Sirkä P, Tirri I-S (2017) Yleisten metsälintujen runsaus suhteessa elinympäristöjen piirteisiin. Linnut-vuosikirja 2016: 54–67.
- Lehikoinen A, Below A, Jukarainen A, Laaksonen T, Lehtiniemi T, Mikkola-Roos M, Pessa J, Rajasärkkä A, Rusanen P, Sirkä P, Tiainen J, Valkama J (2019a) Suomen lintujen pesimäkanotojen koot. Linnut-vuosikirja 2018: 38–45.
- Lehikoinen A, Jukarainen A, Mikkola-Roos M, Below A, Lehtiniemi T, Pessa J, Rajasärkkä A, Rintala J, Rusanen P, Sirkä P, Tiainen J, Valkama J (2019b): Linnut. Birds. Aves. Julkaisussa: Hyvärinen E, Juslén A, Kemppainen E, Uddström A, Liukko U-M (toim) Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki, s. 560–570.
- Lehikoinen A, Väisänen RA (2023) Pesivien maalintujen kannanmuutokset Suomessa 1975–2022. Linnut-vuosikirja 2022: 14–29.
- Lehtiniemi T, Toivanen T, Södersved J (2021) Linnuston tila Suomessa. Metsien peruslinnun hömötiaisen alamäki syvenee. BirdLife Suomi, Helsinki, s. 20.
- Leinonen R, Pöyry J, Söderman G, Tuominen-Roto L (2016) Suomen yöperhosseurantaa (Nocturna) 1993–2012. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15. <http://hdl.handle.net/10138/161221>.
- Lewis AJG, Amar A, Cordi-Piec D, Thewlis RM (2007) Factors influencing willow tit *Poecile montanus* site occupancy: a comparison of abandoned and occupied woods. Ibis 149: 205–213. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2007.00733.x>.
- Lewis AJG, Amar A, Daniells L, Charman EC, Grice P, Smith K (2009) Factors influencing patch occupancy and within-patch habitat use in an apparently stable population of Willow Tits *Poecile montanus kleinschmidtii* in Britain. Bird Study 56: 326–337. <https://doi.org/10.1080/00063650902795190>.
- Lindblad M, Hedwall P-O, Holmström E, Petersson L, Felton A (2020) How generalist are these forest specialists? What Sweden's avian indicators indicate. Anim Conserv 23: 762–773. <https://doi.org/10.1111/acv.12595>.

- Matala J, Nikula A, Pellikka J, Aikio S, Forsman J, Henttonen H, Holmala K, Huitu O, Jauni M, Kojola I, Melin M, Paasivaara A, Pusenius J (2021) Hirvieläinten vaikutuksia yhteiskuntaan, elinkeinoihin ja ekosysteemiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-217-9>.
- Meller K, Björklund H, Saurola P, Valkama J (2019) Kuuma kesä suosi haukkoja – myyräkato masensi pöllöjä. Linnut-vuosikirja 2018: 80–95.
- Meri S (2014) Puolihulluksi peipposesta – linnut tautien levittäjinä. Aikakauskirja Duodecim 130: 1287–1293.
- Müller MM, Hamberg L, Hantula J (2016) The susceptibility of European tree species to invasive Asian pathogens: a literature based analysis. Biol Invasions 18: 2841–2851. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1174-6>.
- Müller MM, Alanko T, Laine T (2020) Valkoselkätikka Päijät-Hämeessä 1970–2020. Päijät-Hämeen Linnut 51: 5–13.
- Mönkkönen M, Rajasärkkä A, Lampila P (2014) Isolation, patch size and matrix effects on bird assemblages in forest reserves. Biodivers Conserv 23: 3287–3300. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0780-9>.
- Newson SE, Johnston A, Renwick AR, Baillie SR, Fuller RJ (2012) Modelling large-scale relationships between changes in woodland deer and bird populations. J Appl Ecol 49: 278–286. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02077.x>.
- Peltola A (toim) (2014) Metsätilastollinen vuosikirja 2014. Metsäntutkimuslaitos, Vantaa. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2506-8>.
- van Perlo B (2011) Birds of New Zealand, Hawaii and the Central and West Pacific. HarperCollins Publishers, London.
- van Riper SG, van Riper C (1985) A summary of known parasites and diseases recorded from the avifauna of the Hawaiian Islands. Julkaisussa: Stone CP, Scott JM (toim) Hawai's terrestrial ecosystems: preservation and management. Proceedings of a symposium held June 5–6, 1984 at Hawai'i Volcanoes National Park, s. 298–371.
- van Riper C, van Riper SG, Hansen WR (2002) Epizootiology and effect of avian pox on Hawaiian forest birds. The Auk 119: 929–942. <https://doi.org/10.2307/4090224>.
- Siffczyk C, Brotons L, Kangas K, Orell M (2003) Home range size of willow tits: a response to winter habitat loss. Oecologia 136: 635–642. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1256-x>.
- Siriwardena GM (2004) Possible roles of habitat, competition and avian nest predation in the decline of the Willow Tit *Parus montanus* in Britain. Bird Study 51: 193–202. <https://doi.org/10.1080/00063650409461354>.
- Suhonen J, Alatalo RV (1991) Hoarding sites in mixed flocks of Willow and Crested tits. Ornis Scand 22: 88–93. <https://doi.org/10.2307/3676538>.
- Suhonen J, Alatalo RV, Carlson A, Höglund J (1992) Food resource distribution and the organization of *Parus* guild in a spruce forest. Ornis Scand 23: 467–474. <https://doi.org/10.2307/3676678>.
- Tammiranta N, Isomursu M, Fusaro A, Nylund M, Nokireki T, Giussani E, Zecchin B, Terregino C, Gadd T (2023) Highly pathogenic avian influenza A (H5N1) virus infections in wild carnivores connected to mass mortalities of pheasants in Finland. Infect Genet Evol 111, article id 105423. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2023.105423>.
- Vaahtera E (toim) (2021) Metsätilastollinen vuosikirja. Luonnonvarakeskus, Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-325-1>.
- Valkama J, Vepsäläinen V, Lehikoinen A (2011) Suomen III Lintuatlas. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö. ISBN 978-952-10-6918-5. <http://atlas3.lintuatlas.fi>. Viitattu 18.9.2021.
- Valkama J, Saurola P, Lehikoinen A, Lehikoinen E, Piha M, Sola P, Velmala W (2014) Suomen



- rengastusatlas. Osa II. Luonnontieteellinen keskusmuseo ja ympäristöministeriö, Helsinki.
- Vatka E, Kangas K, Orell M, Lampila S, Nikula A, Nivala V (2014) Nest site selection of a primary hole-nesting passerine reveals means to developing sustainable forestry. *J Avian Biol* 45: 187–196. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2013.00250.x>.
- Venäläinen A, Lehtonen I, Laapas M, Ruosteenoja K, Tikkanen O-P, Viiri H, Ikonen V-P, Peltola H (2020) Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: a literature review. *Glob Change Biol* 26: 4178–4196. <https://doi.org/10.1111/gcb.15183>.
- Virkkala R (2004) Bird species dynamics in a managed southern boreal forest in Finland. *For Ecol Manag* 195: 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.037>.
- Virkkala R (2016) Long-term decline of southern boreal forest birds: consequence of habitat alteration or climate change? *Biodivers Conserv* 25: 151–167. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-1043-0>.
- Virkkala R, Rajasärkkä A, Väisänen RA, Vickholm M, Virolainen E (1994) Conservation value of nature reserves: do hole-nesting birds prefer protected forests in southern Finland? *Ann Zool Fenn* 31: 173–186.
- Virkkala R, Lehikoinen A, Rajasärkkä A (2020) Can protected areas buffer short-term population changes of resident bird species in a period of intensified forest harvesting? *Biol Conserv* 244, article id 108526. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108526>.
- Vuolanto S (2022) Hömötiaisen väheneminen. *Linnut-vuosikirja 2021*: 130–133.
- Väisänen RA, Järvinen O, Rauhala P (1986) How are extensive, human-caused habitat alterations expressed on the scale of local bird populations in boreal forests? *Ornis Scand* 17: 282–292. <https://doi.org/10.2307/3676839>.
- Väisänen RA, Lehikoinen A, Sirkiä P (2018) Suomen pesivän maallinnuston kannanvaihtelut 1975–2017. *Linnut-vuosikirja 2017*: 16–31.
- Žlabravec Z, Trilar T, Slavec B, Krapez U, Vrezec A, Zorman Rojs O, Bacnik J (2021) Detection of herpesviruses in passerine birds captured during autumn migration in Slovenia. *J Wildl Dis* 57: 368–375. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00032>.

69 viitettä.