

**Metsänhoitomenetelmien vaikutukset metsäkanalintupopulaatioihin Suomessa**

**Mikko Lahti**

LuK-seminaari ja -tutkielma 790351A

Maantieteen tutkimusyksikkö

Oulun yliopisto

3.1.2026

## Tiivistelmä

Tässä työssä tarkastellaan metsätaloustoimenpiteiden vaikutuksia metsäkanalintukantoihin. Tarkastelun alla ovat Suomalaisen metsäteollisuuden kehittyminen, sen vaikutukset luontoon ja miten nämä vaikuttavat metsäkanalintuihin tarkemmin. Työssä myös käsitellään metsäkanalintukantojen muita painetekijöitä, mitä ne kokevat metsätaloustoimien seurausten lisäksi. Näitten kantojen katsomisella on merkitystä, koska metsäkanalintuja voidaan pitää Suomalaisen maiseman ja sen biodiversiteetin lippulaivalajeina. Lisäksi niillä on kulttuurillista arvoa ja vapaa-ajan arvoa metsästyksen yhteydessä. Metsätaloudella on tärkeä rooli Suomen talouden kannalta. Suomalainen metsäteollisuuden modernisoiduttua sotien jälkeen ja erityisesti 60-luvulla havaittiin metsäkanalintujen kantojen heikkenemistä. Syyt ovat monimutkaiset todennäköisesti Suomalaisen metsämaisen fragmentaation seurauksissa. Näitä seurauksia ovat muun muassa ravinnon väheneminen, perinteisten soidinpaikkojen tuhoutuminen ja lisääntyneet petojen saalistusmahdollisuudet suojapaikkojen vähenemisessä. Lopun pohdinnassa mietitään, miten metsätaloustoimia voitaisiin suunnitella, jotta se olisi mahdollisimman ystävällistä metsäkanalintukantojen puolesta ja täten myös Suomalaisen luontokuvan kannalta. Pohdinnassa myös tarkastellaan millaiset toimet hyödyntävät molempia sekä luontoa, että taloutta. Metsäkanalintuystävällisellä metsänhoidolla olisi positiivisia vaikutuksia biodiversiteettiin pienillä negatiivisilla talousvaikutuksilla, jotka voitaisiin potentiaalisesti paikata ekosysteemipalveluiden, kuten marjojen ja muiden ei puupohjaisten hyödykkeiden kautta. Yksityiset metsänomistajat voisivat olla kiinnostuneita luontoystävällisemmästä metsänhoidosta tulevaisuudessa. Metsäkanalinnut asuttavat metsämaiseman eri osia, joten niiden suojelulla tai tarpeet huomioimalla voidaan pitää huolta Suomen metsien biodiversiteetistä ja täten varmistaa niiden tulevaisuutta muuttuvan ilmaston kontekstissa.

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	3
2. Metsätalous Suomessa: lyhyt historia .....	5
3. Metsän hakkuut ja ojitukset Suomessa.....	6
4. Metsäkanalintujen Populaatiosykliisyys .....	8
5. Metsäkanalintujen ympäristölliset vaatimukset ja rooli biodiversiteetti indikaattorina .....	9
6. Metsätaloustoimintojen vaikutukset metsäkanalintuihin .....	12
7. Muita syitä metsäkanalintujen kantavaihteluihin .....	19
8 Metsäkanalintuystävällinen metsänhoito .....	20
9: Yhteenveto.....	22
LÄHTEET:.....	24

## 1. Johdanto

Tässä kandityössä käsitellään ihmistoiminnan vaikutusta Suomessa kolmeen eri metsäkanalintulajiin: metsoon (*Tetrao urogallus*), teereen (*Tetrao tetrix*) ja pyyhyn (*Tetrates bonasia*). Ehrilch (1998) kertoo ihmispopulaation kasvun ja sen myötä lisääntynyt ihmisen toiminnan välttämätön seuraus on tällä hetkellä isoin negatiivinen vaikuttaja luonnon biodiversiteettiin ja syynä orgaanisen diversiteetin vähenemiseen. Ihmisen vaikutus metsäkanalintupopulaatioihin on hyvin tutkittu aihe, sillä ne ovat isoja ja karismaattisia luontokappaleita ja ne toimivat indikaattoreina ympäristön hyvinvoinnista. Tarkoituksena on tarkastella metsähoidon ja metsähoitosuunnittelun vaikutuksina suomalaisen luonnon biodiversiteettiin kanalintuja käyttäen. Biodiversiteetin täytyy olla integraalisena osana resurssien arvioinnissa, mutta sen mittaaminen lajien absoluuttisena lukuna on aikaa vievää ja jopa mahdotonta (Suter ym., 2002). Elollisen luonnon monimuotoisuutta voi ajatella eräänlaisena verkkona, jossa kaikki kohdat ovat liittämissä toisiinsa ja ne palvelevat toisiaan. Metso, teeri ja pyy palvelevat erilaisia rooleja tässä ekosysteemissä, koska ne hyödyntävät reviireinään hyvin erilaisia ympäristöjä. Yhdessä niitä voidaan pitää sateenvarjolajeina eli lajeina, joiden suojelulla saadaan automaattisesti suojeltua laajempaa ekosysteemiä (Simberloffin, 1998). Termin hyödyllisyyttä biodiversiteetin suojelussa on kyseenalaistettu useaan kertaan ja metsäkanalintujen yhteydessä voidaan ehkä puhua enemmänkin Simberloffin (1998) kuvailemasta lippulaiva lajista eli lajista (yleensä suuri selkärangainen), joka saa paljon julkista kiinnostusta sen luontaisen karisman tai sympaattisuuden takia.

Metsäkanalinnut ovat tärkeitä riista lintuja ja niiden metsästyksellä on ollut historiallisesti paljon arvoa rahallisesti, mutta nykyään kyseessä on enemmän vapaa-ajan harrastuksesta ja kulttuuriperinteestä (Lampilaym., 2011). Metsästys ja riista on maa- ja metsätalousministeriön mukaan eräs metsien tarjoamista ekosysteemipalveluista. Tämän takia ne ovat varmaan myös hyvin tutkittuja tieteellisessä kirjallisuudessa, koska niistä niihin liittyy paljon kiinnostusta useilta eri tahoilta aina metsästäjistä luonnonsuojelijoihin. Kohde-eläimiksi olen valinnut metson lisäksi teeren ja pyyn, koska esiintyvät eri vaiheissa hoidettujen metsätalousmetsien metsien sukkessiota. Tämä sen takia, että voidaan tarkastella

metsätaloustoimintojen vaikutusten monimuotoisuutta erilaisiin lajeihin. Voi olla, että toiminta voi olla pahaksi yhdelle, mutta hyödyllistä toiselle.

Metsänhoitotoimenpiteillä on vaikutusta kanalintujen koko ympäristöön. Täten niiden tutkiminen voi olla arvokkaampaa esimerkiksi metsästyksen verrattuna, jolla on hyvin marginaalinen vaikutus metsäkanalintupopulaatioihin, jos riistakeruudataan on uskomisen (Helle ym, 2002; Ranta ym., 2008). Modernin metsänhoitosuunnittelun vaikutukset ovat kauaskantoisia metsäpinta-alan vähenemisen, fragmentaation ja ympäristön laadun heikkenemiseksi lisäksi muitakin tarkempia, joita ei välttämättä tiedetä (Ludwig, 2009 Helle & Helle, 1991: mukaan).

Pelkkä suojellun metsän määrä ei välttämättä riitä, joten talousmetsiäkin olisi hyvä hyödyntää luonnon monimuotoisuuden suojelussa (Luuluvainen, 2009). Onko mahdollista luoda kestävämpää metsätaloutta huomioimalla metsäkanojen tarpeet? Maisematasolla erilaisten metsänhoitotoimenpiteiden hyödyntämisellä voidaan yrittää imitoida metsissä jatkuvasti tapahtuvaa luonnollista häiriötä, joka mahdollistaisi eri kanalintujen menestymisen (Dufлот, ym. 2022). Jos metsähoitoa alettaisiin suuntaamaan metsäkanalintuystävällisempään suuntaan, minkälaiset olisivat vaikutukset biodiversiteettiin ja metsätalouteen?

Täten tässä työssä tutkimuskysymyksinä ovat:

1. Mitkä ovat metsätaloustoimien vaikutukset metsäkanalintukantoihin viimeisen 60 vuoden aikana?
2. Mitä vaikutuksia metsäkanalintuystävällisellä metsänhoidolla olisi populaatioihin?

Tässä työssä tarkastellaan lyhyesti metsätalouden historiaa Suomessa, sen vaikutuksia ympäristöön ja sitä kautta erilaisia vaikutuksia kohdelajien kantoihin. Työni pääpaino on selvittää, että miten metsänhoidon modernisoituminen 60-luvun jälkeen on vaikuttanut kanalintukantoihin Suomessa. Metsien hakkuu ja ojitusmenetelmiä käsitellään myös, koska ne ovat oleellisia toimenpiteitä kanalintujen kannalta. Vaikutukset liittyvät Suomen metsämaiseman pirstoutumiseen ja sen erilaisiin seurauksiin. Lopussa pohditaan myös miten kanalintuystävällinen metsänhoito voi vaikuttaa populaatioihin. Potentiaalia korkeammalle biodiversiteetille ainakin maisematasolla on mahdollista saavuttaa, mutta se tulee taloudellisen hyödyn kustannuksella.

## **2. Metsätalous Suomessa: lyhyt historia**

Metsäteollisuus on Suomen yksi suurimmista teollisuuden aloista. Kuusikymmentä-, ja seitsemänkymmentäluvuilla Suomen talouden kehittämisstrategia perustui suurimmaksi osaksi metsätalouteen ja siihen liittyvään metsäteollisuuteen lisäksi sen kasvu linkittyi myös muiden teollisuuden alojen, kuten metalli, koneistus, energia ja vedentuotannon kanssa ja tällöin sen tärkeys Suomen taloudelle oli suurempi verrattuna esimerkiksi Yhdysvaltoihin (Haltia & Simula, 1988). Tätä taloudellista merkittävyyttä kuvattiin mediassa jo 80-luvulla Reunalan ja Heikinheimon (1987) lauseella ”Suomi elää metsistään”.

Pitkin 1900-lukua metsähoito ekspertit ja metsä viranomaiset olivat keskittyneet metsiin käytännössä vain taloudellisena hyödykkeenä, joten maali oli maksimoida tuottavuus kuitenkin kestäväällä tavalla puutuotannon kehittämiseksi (Siiskonen, 2007). Tämä tuli usein konfliktiin yksityisten metsänomistajien kanssa, jotka olivat suurimmaksi osaksi viljelijöitä, joille metsät olivat jatkuva tulojen lähde ja potentiaalista laidunmaata (Siiskonen, 2013). He kokivat voivansa itse huoltaa omat metsänsä ilman lautakuntien apua, vaikka he eivät aina olleet mahdollisimman suurten tuottojen perässä ja hoitivat metsiään perintö tiedon mukaan ja tämä oli monesti vastakkaista tieteen kanssa (Siiskonen, 2007).

Nykyään metsäteollisuus on vieläkin tärkeä osa suomalaista kansantaloutta, mutta sen luonne on 90-luvun jälkeen Ruotsin mallia seuraten keskittyä enemmän ympäristön ekologiseen ja taloudellisen kestävyys lisäksi myös sosiaaliseen kestävyys yksityisten maanomistajien toiveiden huomioon ottaminen metsänhoitovaihtoehtojen myötä (Siiskonen, 2013). Metsätalouden ja teollisuuden suurimmat tavoitteet ovat nykyään ylläpitää taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys samalla yrittäen rajoittaa ja adaptoitua ilmastonmuutosta vastaan ja suojella biodiversiteettiä ja siihen liittyvä ekosysteemipalveluita (Bradshaw & Warkentin, 2015).

## **3. Metsän hakkuut ja ojitukset Suomessa**

Taloustmetsällä tarkoitetaan metsää, jota hoidetaan taloudellista käyttöä varten. Metsätalous harrastaa täten monia eri toimia hoitaessaan näitä taloustmetsiä.

### **3.1. Hakkuut:**

Hakkuut ovat ehkä ensimmäinen metsätaloustoimenpide mikä tulee mieleen. Niillä on selkeä ja näkyvä vaikutus metsämaisemaan. Termi hakkuu on metsänhoidossa hyvin laaja termi ja voi tarkoittaa hyvin montaa eri asiaa. Eri hakkuumetodeja käytetään aina riippuen ympäristöstä ja kerättävistä puulajeista. Hakkuuta seuraavat uudelleenkasvatusmetoditkin vaihtelevat toistensa mukaan tarkoituksesta. Jalonen & Vanha-Majamaa (2001) tutkivat eri hakkuumetodien välitöntä vaikutusta aluskasvillisuuteen eteläisessä Suomessa ja listasivat viisi eri metodia:

1. Yksittäis-puu valinta hakkuussa poistettiin 33 % puista ja hakkuualueiden annetaan palautua luonnollisesti.
2. Aukkohakkuissa kaadetaan noin puolet annetun alueen puista kolmessa eri osiossa ja palautumisen annetaan tapahtua luonnollisesti.
3. Pidättäytyvässä hakkuussa tai niin sanotussa siemenpuuhakkuussa jätetään noin 7 % paikan puista ikuisesti pystyyn 0,01–0,02 hehtaarin alueille (minimissään kaksi mäntyä ja kaksi koivua). Paikoille voidaan istuttaa, mutta siemenpuiden säilytyksessä ideana on antaa luonnon hoitaa isoin työ.
4. Avohakkuissa poistetaan vanha puusto kokonaan taloustmetsän uudisviljelyn vuoksi ja sen vuoksi palauttaminen toimii istuttaen.
5. Viimeinen metodi olivat kontrollialueet, joihin ei suoritettu hakkuuta taikka palautustoimenpiteitä.

Jalonen & Vanha-Majamaa (2001) osoittivat avohakkuilla olevan suurin vaikutus metsän aluskasvillisuuteen, vaikka muutkin menetit tekivät siihen vahinkoa. Syynä tähän ilmiöön voivat liittyä hakkuutoimenpiteiden aiheuttavan aluskasveihin ja maaperään mekaanisen vahingon lisäksi myös muutoksia paikallisiin mikroilmastoihin tulleen lämpötilojen nousun lisääntyneen auringonvalon myötä (Brosfske ym., 1997). Hakkuujätteiden jättämisellä

hakkuualueille ja kasvimyrkkujen käytöllä on myös osoitettu myös olevan negatiivisia vaikutuksia aluskasvillisuuteen (Peter & Harrington, 2018).

Kasvillisuuden lisäksi hakkuilla on osoitettu olevan pitkäaikaisia vaikutuksia selkärangattomien populaatioihin, josta hajottajat ja kasvissyöjät kärsivät eniten (Siira-Pietikäinen & Haimi, 2009). Tämä olennaista, koska metsäkanalintujen pikaset syövät pääasiassa hyönteisravintoa

### **3.2 Ojitukset:**

Ojitukset ovat tärkeä vaihe suometsien hoidossa, koska halutaan kuivattaa metsää sen tulevaa talouskäyttöä varten. Liika turpeen vetisyydellä on negatiivisia vaikutuksia esimerkiksi männyn kasvuun, sillä veden seisominen estää maannoksessa ilmanvaihdoista ja näin rajoittaa puiden juurien hapenottoa (Paavilainen, 1967).

Suomessa on koko maassa yhteensä noin ~4,877 miljoonaa hehtaaria ojitettua suota Luonnonvarakeskuksen viimeisen VMI laskun mukaan. Hoitotoimenpiteet näille ojituksille ovat tarpeellisia, koska ajan myötä nämä ojitukset kasvavat umpeen. Umpeen kasvaminen rajoittaa veden liikkuvuutta ja lisää maan vesimäärää. Ojitusverkostojen konditionaalisella huollolla eli huoltotoimenpiteiden aloittaminen vasta, kun ne ovat huonokuntoisia ja niiden vesimäärä on saavuttanut tietyn pisteen arvioitu olevan paras toimenpide taloudellisessa mielessä, koska se mahdollistaa hyvän puun kasvun aiheuttamatta turhempia lisäkuluja ja lisäksi se on vähiten ympäristöä kuluttava ojituksien huoltometodi (Hökkä ym., 2017). Ojituksien huoltotoimenpiteiden tuloksena on ollut parempi puun tuotanto ja siitä nousseet taloudelliset hyödyt, mutta ojitusmaiden veden ja maaperän ravinnerikkauden takia ne vaikuttavat pintavesien laatuun negatiivisesti ojien valuttaessa tätä rikasta maaperää muihin virtaaviin vesistöihin aiheuttaen esimerkiksi rehevöitymistä (Miettinen, Ollikainen & Aroviita., 2020). Näin ymmärretään, että ojitukset ovat olleet tarpeellisia metsätalouden kannalta, mutta niillä on ollut myös negatiivisia vaikutuksia suomalaiseen luontoon.

## **4. Metsäkanalintujen populaatiosykliisyys**

Metsäkanalinnut ovat jatkuvassa populaatiovaihtelussa borealisella alueella, jossa välillä niiden populaatiot kasvavat valtavia määriä ja yhtä-äkkiä niiden populaatiot laskevat. Tätä kutsutaan jaksottaiseksi kannanvaihteluksi. Tarkkaa tietoa siitä, mikä tämän ilmiön aiheuttaa ei ole. Säännöllisiin sykleihin pidetään kahta perusedellytystä: tiheyden suorat ja viivästyneet riippuvuudet ja toisena tiheydestä riippumattomat häiriötekijät. Suorat riippuvuudet ovat yleensä lajin liika tiheydestä muodostuvia ongelmia (Ludwig, 2009) joko lajin sisäisiä kuten levittäytymis- käytöksen aiheuttama talvikuolleisuus tai kesäinen dispersaatio joka siirtää populaatioita muualle, saaliin lisääntyessä kasvava saalistuspaine, ruuan puute tai jopa ulkoisia syitä kuten jaksottaiset ilmastovaihtelut (Watson & Moss, 1979). Kylmä alkukesä voi aiheuttaa munien jääytymistä, poikasten paleltumista, poikasten syömien hyönteisten puutosta tai dominoefektinä vaikuttaa loppukesän marjasatoon vähentäen saatavilla olevaa ravintoa ja johtaen korkeaan poikaskuolleisuuteen.

Esimerkki viivästyneestä tiheysriippuvuudesta on lajien väliset interaktiot (Ludwig, 2009). Yleensä tällä tarkoitetaan peto-saalis suhteita, mutta yhtenä tällaisena tekijänä pidetään myös metsäkanalintujen yhteydessä myyräpopulaatioiden syklisyyttä. Myyrillä Fennoskandiassa tapahtuu 3–4 vuoden välein populaatoräjähdykset, jonka aikana myös yleispedit pääsevät menestymään, koska nämä myyrät ovat niiden pääasiallista ravintoa (Angelstam, Lindstrom, & Widen 1984; Kalela 1949 ja Wildhagen 1952 mukaan). Myyrien ollessa siis korkealla metsäkanalinnut pääsevät olemaan rauhassa saalistuspaineelta ja populaatiot pääsevät kasvamaan. Kun myyräpopulaatiot lähtevät laskuun, ketut ja muut yleiset saalistajat vaihtavat metsäkanalintuihin ja jäniksiin, joka taas puolestaan aiheuttaa niille populaation laskua (Small ym., 1993).

Tämä syklisyys selittää siis vain hetkellisiä kannanvaihteluita metsäkanalintupopulaatioissa, mutta se ei selitä pitkällä aikavälillä havaittua populaatioiden laskua. Hetkelliset kannanvaihtelut eivät itsessään ole huolenaihe, mutta pitemmän ajan trendit ovat asioita, joista kannattaa huolestua. Tätä voi selittää Ludwigin (2009) mukaan populaatiotiheydestä riippumattomien tekijöiden avulla. Kaitala, ym (1996) mukaan suorat ja viivästyneet tiheysriippuvuudet tasoittuvat sukupolvessa tai parissa luonnollisesti, mutta populaatiotiheyden ulkopuoliset tekijät voivat aiheuttaa häiriöitä tässä prosessissa. Nämä häiriötekijät voivat tietenkin olla vain peto-saalis suhteista johtuvia (Kaitala, 1996), mutta periaatteessa mikä tahansa ulkopuolinen tekijä esimerkiksi ilmastonmuutos, temporaaliset

sääolot tai huomattavat ympäristömuutokset voivat myös vaikuttaa tähän paineeseen (Ludwig, 2009).

## **5. Metsäkanalintujen ympäristölliset vaatimukset ja rooli biodiversiteetti indikaattorina**

Eri metsäkanalinnut jakautuvat spatiaalisesti eri paikoille metsäsystemissä. Ne saattavat jakaa paljon samojen alueiden mikrotason eri osia riippuen metsän tilasta. Metsäkanalinnut ovat maapesijöitä, jotka munivat seitsemästä kymmeneen munaa yhtä pesää kohden. Soitimet tapahtuvat huhti-toukokuun välillä ja munat kuoriutuvat kesäkuun alussa (Wegge & Rolstad, 2011). Suomessa metsopopulaatiot ovat alkanet laskea radikaalisti 60-luvulta lähtien ja tämän muutoksen uskotaan johtuvan tällöin pohjoismaissa modernisoituneen metsäteollisuuden aiheuttamista muutoksista, vaikka näitten muutosten vaikutusten mekanismeja ei ymmärretä kovin hyvin (Lakka & Kouki, 2009). Tämä laskeva trendi on kuitenkin lähtenyt tasaantumaan 90-luvulla ja jopa paikoin elpymään osissa eteläistä Suomea (Helle, Lindén, & Wikman, 2002). Fennoskandiassa ei olla 30-luvun jälkeen raportoitu tieteellisessä tutkimuksessa osoitettu ravinnon puutteen olevan ainakaan suurena syynä metsäkanalintujen kuolleisuuteen (Jahren-, ym., 2016). metsästyksellä olevan hyvin marginaalinen vaikutus metsäkanalintujen populaatiovaihteluihin ainakaan Pohjois-Euroopassa (Lampila-, ym 2011; Storch ja Willebrand 1991; Helle ym., 2002: mukaan). Tätä perustellaan riistankeruu datan luotettavuustason korkeudella (Ranta ym., 2008). Lampilan (2011) tutkimuksessa selvitettiin Suomen Kainuun kunnassa metsästyksen vaikutusta metsäkanalintujen populaatiosykliin ja vaikka metsästyksellä oli negatiivinen vaikutus kaikkiin kantoihin, se ei aiheuttanut populaatioiden pienenemistä itsessään ja täten metsästystä harrastettiin kestävästi, jos ei optimaalisesti.

Turvemaiden kuivatukset, ojitukset ja maatalouden intensiteetin kasvun ja täten voivat vaikuttaa metsäkanalintujen menestykseen muuttamalla niiden elinympäristöjen laatua pesinnän, soitimien ja ruokavarojen suhteen sen lisäksi, että ne nostavat petojen saalistusmahdollisuuksia (Huhta 2017; Kurki 2000; Remm 2013; Ludwig 2008; Wegge 2011; Sirkiä 2012). Pitkällä aikavälillä metsätalous ja metsänhoitotoimenpiteet tuppaa luomaan metsäkaistaleita, jotka ovat teollisuudelle edullisia eli kaistaleista tulee lajistoltaan ja ikärakenteeltaan homogeenisiä verrattuna luonnonvaraisiin metsiin (Kuuluvainen & Gauthier, 2018). Tämä on ongelmallista kaikille kolmelle kohdelajille, koska ne hyödyntävät metsien eri ikäisiä alueita omina ympäristöinä ja vaativat näissä ympäristöissään hyvin erilaisia puulajeja. Perinteinen viisaus sanoo, että metso on vanhojen havumetsien asukki ja



Vaikka vanhoilla metsillä on vahva korrelaatio metsän ikä ei välttämättä varmista sen olevan sopivaa ympäristöä, koska esimerkiksi vanhemmissa talousmetsissä on keskimäärin heikompi maanpeite varpujen muodossa verrattuna uudempiin talousmetsiin, joissa on otettu huomioon varpukerroksen kestävyys (Miettinen, 2010). Tärkeintä tuntuisi olevan männyn (*Pinus sylvestris*) ja mustikan (*Vaccinium myrtullis*) kasvu on pesintäalueilla, koska metso käyttää ravinnokseen männyn havuja talvella ja mustikan marjoja loppukesästä (Sjöberg 1996; Seiskari 1962, Pulliainen 1979 & Klaus ym. 1989 mukaan). Kaikki kanalinnut hyödyntävät mustikkaa. Varpu toimii poikasten suojana ja marjat ravintona loppukesästä (Miettinen, ym., 2010). Vaikka metsot hyödyntävät kaikkia metsämarjoja ravintonaan, mustikka tuntuu olevan erityisen tärkeä, koska se tarjoaa sopivasti ravintoa ja suojaa lumivapaina vuodenaikoina (Storch, 1993). Metsoille optimaalisena mustikkakattavuutena metsän pohjakerroksesta pidetään hehtaarille yli kahdenkymmenen prosentin kattavuutta (Broome ym., 2014). Mustikan osuudella metsän pohjakerroksessa on myös huomattu positiivinen korrelaatio toukkien ja muiden selkärangattomien biomassan kanssa (Lakka & Kouki, 2009). Metson poikaset hyödyntävät selkärangattomia ravintonaan. Täten mustikkakankaan rooli metsopopulaatioille on hyvin monipuolinen ravinnon ja suojan kannalta.

Suomessa metsojen soidinpaikkojen on huomattu olevan hyvä indikaattori lajirikkaudesta nisäkkäiden ja lintujen osalta laajalla spatiaalisella skaalalla käyttämällä riistakolmioita metsäalueilla (Pakkala ym., 2003). Keski-Euroopassa sen edustus muiden lintulajien yleisenä diversiteetti-indikaattorina on osoitettu heikoksi, mutta sitä voidaan pitää positiivisena selkärangattomien ja tätä myöten tikkojen ja pienten pöllöjen diversiteetin merkinä (Suter ym., 2002). Metso on siis tärkeä indikaattori metsien ainakin Suomessa selkärankaisten ja selkärangattomien biodiversiteetin kannalta. Täten metsoa voitaisiin Suomalaisessa metsämaiseman kontekstissa pitää hyvänä ”lippulaivalajina”, jonka reviirejä tulisi siis suojella vanhojen metsien biodiversiteettiä.

## 5.2 Pyy

Pyy valikoi boreaalisessa metsävyöhykkeessä alueita, joissa on paljon pioneerilajeja ja pihlajaa (Ludwig ym., 2021). Ne ovat nuorten ja vanhojen sekametsien asukki, jotka ovat ikärakenteeltaan 20–50-vuoden ikäisiä ja sisältävät 1–10 % lehtensä pudottavia puita (Swenson & Angelstam, 1993). Pyy on havaittu suosivan suuria vähintään 30 hehtaarin kokoisia ja yhtenäisiä sekametsäalueita eurooppalaisissa tutkimuksissa (Kajtochym., 2012).

Verrattuna metson vaatimaan avoimempaan ja sukkessiossa pidemmällä olevaan metsään pyy saattaa hyötyä paljon enemmän pohjakasvurikkaammista ja nuoremmista ympäristöistä metsoon verrattuna (Kortmann ym., 2018. Sachot ym., 2003). Metsän, joka on kahdenkymmenen ja kuudenkymmenen vuoden ikähaarukassa on myös havaittu olevan sopivinta pyylle Suomessa (Mönkkönen, ym., 2014). Karpaateilla on tutkittu aluskasvillisuuden lajirikkauden ja puiden puolesta pajun, koivun, lepän ja pähkinäpuiden olevan tärkeitä niiden menestymiselle, koska ne saavat pienen kokonsa takia paljon suojaa aluskasvillisuudesta (Matysek, Gwiazda, & Bonczar, 2020). Pyy ja metso jakavat makrotason ympäristön, vaikka onkin aivan erilaiset vaatimukset mikroympäristöissään. Täten niiden reviirien huomioon ottaminen on hyvin tärkeää suojella metsänhoitoprojekteissa molempien lajien vaatiman biodiversiteetillisesti rikkaan mosaiikkikuvion ylläpitämiseksi (Sachot ym., 2003)

### 5.3 Teeri

Teeren on useissa tutkimuksissa havaittu suosivan nuorta rikasmaannoksista ja vähäturpeista *Myrtillus* ja yrttirikasta sekametsää pyyn tavoin, mutta toisin kuin serkkunsa se pärjää myös intensiivisemmin metsänhoitotoimenpiteiden alla olevissa paikoissa (Mazziotta ym., 2024; Swenson & Agelstam, 1993). Molemmat lajit suosivat korkea diversiteetillisiä kenttäkerrokseltaan paksuja metsiä, jotka tarjoavat niille ravintoa ja poikasille suojaa (Huhta ym. 2017). Teerellä on havaittu metson kanssa olevan poikasten tuotannossa negatiivinen suhde vanhan metsän määrään (Lende ym., 2023). Ikärakenteeltaan teeri suosii nuoria 0–20-vuotiaita metsiä ja onkin ehdotettu, että luonnollisissa oloissa teeri suosii juuri maastopalosta selvinneitä, varhaisen sukkessiovaiheen metsiä ja on metsäkanalinnuista sopeutuvien avohakkuu tyyliseen metsänhoitoon (Swenson & Agelstam, 1993). Toinen ympäristö, missä teeret viihtyvät ovat avoimet suomalaisemat (Ludwig, 2009).

## 6. Metsätaloustoimintojen vaikutukset metsäkanalintuihin

Huhta ym. (2017) tutkivat ihmisen muokkaaman maiseman vaikutuksia eri metsäkanalintu lajien poikueisiin Pohjois-, ja Etelä Suomessa. Pohjoinen alue oli suurimmaksi osaksi suometsää, kun taas eteläinen alue oli vahvasti viljeltyä aluetta. Teerellä oli eniten poikueita pohjoisella tutkimusalueella. Pyyllä oli etelässä eniten poikueita. Metsolla oli molemmilla alueilla vähiten poikueita. Suurimmat metsäkanalintu populaatiot olivat vanhoissa sekametsä maisemissa. Pohjoisessa avosoilla ja etelässä pelloilla oli negatiivinen vaikutus poikueiden läsnäoloon. Nuorilla taimikoilla oli negatiivinen vaikutus kanojen läsnäoloon ja vaikutus oli huomattavasti vahvempi pohjoisessa. Metso poikueet esiintyivät havumetsillä ja havusoilla, mutta ei kuusimetsissä. Vanhoilla sekametsillä oli positiivinen korrelaatio metsolle ja pyylle. Teeripoikueet esiintyivät eniten sekametsissä ja vähiten maatalousalueilla ja kuusimetsissä.

Broome ym (2014) suorittivat Skotlannissa tutkimuksen metsien ohennuksien ja erilaisten ohennustoimenpiteiden vaikutuksista mustikan kasvuun ja täten myös metsokantoihin alueella. Tarkoitus oli selvittää metson suojelun kannalta kestäviä metsänhoitohakkuu menetelmiä. Vaihtelevalla metsän ikärakenteella, jossa harrastettiin pienen skaalan avohakkuuta, loi monimuotoisemman ympäristön, jolla oli positiivisia vaikutuksia metsokantojen suojelun kannalta. Valikoivat hakkuut olisivat suositeltavia metson tarpeet huomioivassa metsähuolto suunnittelussa verrattuna avohakkuihin, koska ne pitäisivät sen ympäristön vaihtelut pienempänä (Miettinen, 2010). Elinympäristön hajanaisuus on parempi kuin sen täysi häviäminen.

## **6.1 Soitimet**

Soidinmenot ovat tärkeä osa metsäkanalintujen lisääntymiskierrossa. Borealisella vyöhykkeellä eri metsäkanalintulajit lähisukulaisuudesta huolimatta harjoittavat hyvin erilaisia soidinmenoja. Metsot ja teeret ovat Wiley (1974) mukaan niin sanotusti umpimähkäisiä ja kevytkenkäisiä lisääntymiskumppaninsa valinnan suhteen ja muodostavat perinteisiä soidinmenoja. Tästä samankaltaisuudesta huolimatta niillä on hyvin erilaiset soidinmenot ja vaatimukset niiden soidinpaikkojen suhteen. Metso kukot esiintyvät kauempana toisistaan annetulla soidinalueella ja niiden soidinpaikat ovat yleensä tiivislavustoisia vanhoja metsiä. Soidinalueet ovat liitännäisinä vanhojen kukkojen reiviireihin ja muodostavat noin kilometrin säteen itse soidinpaikan keskeltä ja keskiverto

matka soidinpaikkojen välillä on noin kaksi kilometriä (Wegge & Rolstad, 1986). Teeret ovat taas sosiaalisempia ja esittävät soidinmenojaan avoimemmilla suomailla (Rolstad ym., 2009). Pyyt sen sijaan yleensä muodostavat pariskunnan ainakin muutamaksi viikoksi, eivätkä harrasta isompien serkkujensa räikeämpiä soidinmenoja, vaan koiraat valitsevat alueensa syksyisin ja pariutuvat naaraiden kanssa keväällä (Wiley, 1974). Ongelmana soidinpaikkojen määrän määrittämisessä on, että yksikin kukko voi olla niin sanotusti soitimella missä vain (Miettinen, Helle, & Nikula, 2005). Tätä ei kuitenkaan lasketa soitimeksi, koska soidin tarkoittaa useiden koiraiden kerääntymistä ja seuraavaa kilpailua naaraista.

Metsojen ja teerien soidinpaikkojen ominaispiirteistä on tehty paljon tutkimusta. Metsojen kohdalla kypsillä ja ohennetuilla metsillä on yleensä eniten soitimia ja koiraiden määrä kasvaa suhteessa ohennetun metsän osuuteen alueella ja liian tiheällä metsällä on negatiivinen vaikutus (Miettinen ym., 2005). Soidinmenojen näillä lajeilla on tarkoitus olla näyttäviä ja kuuluvia. Täten liian tiheä metsä on ilmiselvästi haitaksi. Weggen (1986) tutkimuksessa huomattiin nuorempien kukkojen olevan vähemmän territoriaalisia soidinpaikkojensa suhteen ja ne usein vierailevatkin toistensa paikoilla kilpailemassa. Niiden perinteiset soidinalueet ovat yleensä 60–70 vuotta vanhat metsämaisemat (Sirkiä, 2010: Valkeajärvi & Ijäs 1986; Rolstad & Wegge, 1987 mukaan). Vaikka metsä maiseman iällä ja soitimella olevien metsojen määrällä onkin havaittu positiivista korrelaatiota (Rolstad ym., 2009), metsot eivät välttämättä ole aivan niin nirsoja soidinpaikkojensa iän suhteen. Soidinpaikkojen iällä ei varsinaisesti uskota olevan vaikutusta muuten kuin koiraitten ikärakenteeseen. Nuoremmat metsokukot esiintyvät sointia paikoilla, joissa on metsähuoltoa harrastettu jopa kymmenen vuotta takaperin ja uusia vakituisempia paikkoja ovat jopa kaksikymmentäkuusi vuotta vanhat metsät (Rolstad ym., 2007). Ruotsalaisessa tutkimuksessa Rolstad ym (2009) havaitsivat metsojen ehdottoman suosion vanhoja metsiä kohtaan, mutta ne hyödynsivät myös kuusikymmentä vuotta sitten metsäpalosta kärsineen alueen, jossa kasvu oli keskimäärin alle neljäkymmentävuotta vanhaa huonon palautumisen vuoksi. Vanhat kukot eivät ymmärrettävästi varmaan tunnista näitä vanhoiksi soidinpaikoikseen ja täten eivät käytä niitä (Miettinen, 2009). Tämä ei välttämättä ole hyvä asia, sillä oletetusti vanhoilla yksilöillä olisi parempi kelpoisuus verrattuna nuorempiin ja täten ne teoriassa tuottaisivat parempia jälkeläisiä, joiden selviytymisprosentti olisi parempi. Teerten spatiaaliset vaatimukset soidinpaikkojen suhteen poikkeavat huomattavasti metsosta. Rolstadin ym (2009) tutkimuksessa havaittiin, että ne suosivat suuria ja avoimia suokomplekseja ja nuorempia metsämaisemia, vaikka eivät välttä yli 40-vuotiaita metsiä. Soitimella olevien

teerikoiraiden määrän havaitaan myös kasvavan avosuon pinta-alan kasvaessa (Rolstad ym., 2009). Siitä miten sukupuoli vaikuttaa metsäkanalintujen soidinpaikkojen muodostumiseen ollaan montaa mieltä. On olemassa naaraskeskeinen hotspotmalli, jossa koiraat alkavat pitää soidinta naaraiden suosimilla alueilla. Eli soidinpaikat muodostuisivat naaraiden ehdoilla Wegge & Rolstad, (1986) sanovat Bradburyn (1981) esittämän teorian mukaan. Tätä hypoteesia on kyseenalaistettu ja testattu useilla kanalinnuilla ja osoitettu olevan vähintäänkin heikko, ellei jopa täysin väärin. Todistetummaksi malliksi on empiirisesti osoittautunut olevan kukkokeskeinen useimmilla kanalintulajeilla (Michael & Schroeder, 1991; Wegge & Rolstad, 1986). Tämän mallin mukaan naaraiden alueet ovat erillisiä koiraiden soidinpaikoista ja naaraat saapuvat alueille, joissa on enemmän koiraita soitimella, koska siellä on enemmän parittelumahdollisuuksia. Storch (1997) tutki metsakoiraiden territoriaalisuutta suhteessa naaraiden reviiireihin Saksalaisilla Alpeilla ja havaitsi iästä ja sukupuolesta riippumatta metsojen suosivan vanhoja metsäympäristöjä soidinpaikoikseen, mutta nuoremmat koiraat joutuvat käymään useammalla paikalla vanhempien territoriaalisuuden ja vahvemman sosiaalisen dominanssin vuoksi. Naaraat asuivat kauempana soidinpaikoista, keskimäärin vierailivat useammilla soidinpaikoilla, pesivät satunnaisen matkan päässä soidin paikoilta ja vaikuttivat asettavansa reviiirinsä suhteessa koiraiden asettamiin soidinpaikkoihin kyseenalaistaen naaraskeskeisen soidinpaikkamuodostumismallin Saksalaisilla Alpeilla (Storch, 1997).

Soidinpaikkojen fragmentaatiolla on negatiivisia vaikutuksia metsolle, koska lintu vaatii laajoja metsäalueita avoimien soiden, vesistöjen, maateollisuuden ja ihmisten asuinalueiden sijaan (Pakkala: Lindén & Pasanen 1990 mukaan). Ne sietävät muutoksia soidinalueillaan niin kauan, kun sitä ympäröivät alueet pysyvät hyvässä kunnossa sanoo Wegge (1986) viitaten toiseen siinä vaiheessa vielä julkaisemattomaan tutkimukseensa Rolstadin (1986) kanssa. Tämä tutkimus julkaistiin myöhemmin, jolloin Rolstad & Wegge (1987) huomasivat tutkimuksessaan vanhan tai muuten koskemattoman metsän osuuden ylittäessä puolet soidinpaikan ympäröivästä metsästä kilometrin säteellä ja vanhan metsän hehtaaramäärän kasvulla olevan positiivinen korrelaatio soitimella olevien kukkojen määrän kanssa. Rolstad & Wegge (2011) havaitsivat aikuisten metso populaatioiden ja soitimien määrän pysyvän tasaisina alueellisista hakkuutoimenpiteistä yli kolmenkymmenen vuoden aikana muutamista katovuosista ja spatiaalisen metsän iän keskivertoian laskemisesta huolimatta. Kyseisellä tutkimusalueella (SE) Norjassa oltiin seitsemänkymmentäluvulla suoritettu paikallisille metsille avohakkuutoimenpiteet ja kuusimetsät uudelleenistutettu, kun

taas mäntymetsät oli siemenpuuhakattu ja annettu kasvaa luonnon omin termein. Myöhemmin alueilla oli kahdeksankymmentäluvulla harvennettu lehtipuista, jotka olisivat kilpailleet havupuiden kanssa (Wegge & Rolstad, 2011). Tämä heidän mielestään osoittaisi metson olevan melko sitkeä muutoksille ympäristöönsä pitkällä aikavälillä. Joka tapauksessa vanhempikasvuisella metsällä on keskimäärin enemmän ympäristöönsä reviiirinä pitäviä ja soitimella olevia koiraita (Wegge & Rolstad, 1986). Joten myös vanhat metsät ovat tärkeitä naaraille, jotka saapuvat koiraiden soidinpaikoille (Storch, 1997). Metsien hakkuut johtavat nuorten kukkojen ja naaraiden hajaantumiseen, koska ne luovat matalalatauisempia soidinpaikkoja (Sirkiä, ym, 2010); Rolstad & Wegge 1989 mukaan).

## 6.2 Pesintä

Pesinnästä puhutaan lisääntymisonnistumisesta, eli kuinka monta poikasta yhtä naarasta kohden on elossa syksyyn mennessä. Populaatioiden lasku huomioiden on muistettava, että lisääntymisonnistuminen täytyisi saada nousemaan, sillä vaikka aikuisten yksilöiden selviäminen voi olla korkealla populaatio ei kasva ilman lisäystä (Jahren ym., 2016). Hakkuilla huomataan olevan pesintään mielenkiintoisia vaikutuksia. Juuri hakatuilla ja vastaistutetuilla metsäalueilla on huomattu poikueiden vähenemistä ja poikaspopulaatioiden pienenemistä (Wegge & Rolstad, 2011). Metsien fragmentaatio saattaa jättää poikueille liian vähän tilaa ja näin edesauttaa petojen saalistus mahdollisuuksia hakkuiden jälkeisten istutuksien alueilla.

Storaas ym (1999) väittävät Rodem ym (1984) mukaan pesintäalueenaan metsot suosivat vahvasti vanhoja, kosteita, Vaccinium-rikkaita ja valikoidusti hakattuja metsiä avohakkuualueiden sijaan. Tämä tukee muidenkin tutkimusten kanssa metsojen reviiireistä muutenkin ja tekee järkeä, että soidinpaikat ja pesintäpaikat olisivat lähellä toisiaan (Huhta 2017; Miettinen 2010).

Metsopopulaatioihin vaikuttaa metsäkadon ja mustikan puutteen lisäksi myös petojen, kuten kettujen ja kanahaukkojen, metsästysmahdollisuuksien vahvistuminen pesiin ja poikueisiin (Kurki ym., 2000). Ainakin teerten yhteydessä fragmentaatiosta johtuvan saalistuspaineen lisääntyminen on huomattu lähinnä vaikuttavan pesinnän onnistumiseen negatiivisesti peltomaiden lähellä, mutta ei itse poikueisiin poikasten kuoriutumisen jälkeen (Kurki & Lindén 1995). Ei pystytä sanomaan mikä laji oli pesintöjen saalistuspaineen takana, mutta varislintujen uskotaan olevan pääsyyllisiä ainakin maatalouden hajottamassa metsämaisemassa (Kurki & Lindén, 1995). Ruotsalaisessa tutkimuksessa oli havaittu

tekopesiä käyttäen varislintujen olevan pahimpia pesävarkaita maatalousalueiden ja vahvasti pirstaloituneiden metsämaiden alueella (Andrén, 1985). Joten Kurjen (1995) varislinnut pesävarkaina teorialla voisi olla perää. Tämä osoittaisi eri hakkuumethodien olevan myös epäsuorasti vaikutuksessa metsojen pesintä menestykseen. Jos fragmentaatio lisää petojen saalistusmahdollisuuksia, onko sillä positiivinen vaikutus petojen populaatioihin alueellisesti? Kurki ym (1998) tutkivat ketun ja näädän kannanvaihteluita pirstaloituneessa boreaalissa metsämaisemassa riistakolmioista kerätyn lumijälkidatan avulla noin sadan neliökilometrin alueilla. Kettujen tiheydellä huomattiin olevan positiivinen suhde maatalousalueiden läheisyydellä tiettyyn pisteeseen asti. Näädällä ei havaittu. Molemmat lajit kuitenkin hyötyivät nuorentuneesta metsämaisemasta. Tutkimuksen tulokseksi pääteltiin ihmisen aiheuttaman metsien fragmentaation nostavan ketun saalistuspainetta, mutta näädällä ei ollut niin vahvaa etua. Täten olisi tärkeämpää pesintöjen onnistumisen kannalta, että metsänhoitoalueilla keskityttäisiin saalistajien, kuten ketun (*Vulpes vulpes*), Näädän (*Martes martes*) ja muiden pienten näätäeläinten, jotka ovat pesien pahimpia uhkia, populaatioiden poistamiseen tunnetuilta pesintäalueilta, joissa metsoa halutaan suojella (Storaas & Wegge 1997; Storaas, 1999).

### 6.3 Ojituksen vaikutukset metsäkanalintuihin

Ojituksilla on ollut suuri vaikutus suomalaiseen luontoon. Vaikka uusien ojitusten tekeminen Suomalaisessa metsätaloustoiminnassa on loppunut ja vanhoja ojia uudelleen kaivetaan viidentoista tai kahdenkymmenen vuoden välein, olemassa olevien ojitusverkostojen läsnäololla on jatkuva vaikutus metsäkanalintupopulaatioihin tosin näiden vaikutusten mekanismit eivät ole niin selkeitä (Ludwig 2007). Suomessa ojitettua metsämaata on noin 5,5 miljoonaa hehtaaria, joista turvemaata on noin 4,5 hehtaaria eli noin puolet kosteasta turvemaasta maassamme (Peltomaa, 2007). Maisemasta, turvetyypistä, kosteudesta ja taloudellisista tekijöistä riippuen keskiverto ojituksen syvyys on 0,7–0,9 metriä ja ojitusalueella yksittäisten ojien väliä pitäisi olla 30–50 metriä aina hehtaaria kohden (Peltomaa, 2007). Tällaisella maankäytöllä voisi odottaa olevan myös vaikutuksia metsäkanalintujen soitimiin ja pesintään. Voisiko ojituksista lisääntynyt kosteat metsä-, ja turvemaiden fragmentaatio lisätä esimerkiksi petojen, kuten ketun metsästysonnen lisääntymistä suojapaikkojen vähetessä? Hukkuuko poikasia ojituksiin? Helle & Ludwig (2003) luokittelevat erinäisiä mahdollisia vaikutuksia, mitä ojituksilla on

metsäkanalintukantoihin metsä- ja suo-ojituksien vaikutusten suorien havaintojen ja täsmällisen tutkimustiedon puutteen vuoksi ja heidän mukaansa kaikille metsäkanalinnuille ojitukset laskee suo ympäristön arvoa poikasten kasvattamisessa. Tämä johtuu pääasiallisesti maiseman fragmentaatiosta ja pintakasvillisuuden vähenemisestä. Ne voivat lisätä saalistajapainetta. Lisäksi ojituksien olemassaolo nostaa mahdollisuutta poikasille hukkua ojiin tai kastua, joka johtaisi niillä hypotermiaan. Helle & Ludwig (2003) kuitenkin huomauttavat, että ojituksilla on muitakin vaikutuksia ja eri metsäkanalinnut reagoivat näihin eri tavoin. Metsolle ja pyylle pitkällä aikavälillä tehostunut puunkasvu ojitetuissa metsämaisemissa voi olla hyväksi. Vaikka teeren ja metson poikasia usein löydetäänkin hukkuneina ojiin, hukkumisriski ei ole niin suuri pyy poikueille. Ojien vesimäärä kuitenkin voi vaihdella vuosittain sateisuudesta riippuen, joka voi nostaa tai laskea hukkumisvaaraa ja sateella saattaa olla suurempi vaikutus metsäkanalintujen poikasten kuolleisuuteen (Ludwig, 2009). Ludwigin tutkimuksessa (2007) huomattiin teeripoikueiden pesätappioiden olevan huomattavasti korkeammalla ojitetuilla alueilla verrattuna ojittamattomiin maisemiin.

Metso ei ole riippuvainen soista ainakaan soitimiensa suhteen verrattuna muihin metsäkanalintuihin kuten teereen, mutta nuoren metsän lisääntyminen taas edesauttaa teertä ja haittaa metson menestymistä (Ludwig, ym., 2008). Turvemaiden kuivattamisella vaikutetaan pesintäalueiden laatuun, joilla on negatiivisia vaikutuksia poikueiden selviytymiselle, ja vaikutus on ollut suurin Pohjois-Suomessa, koska ojitukset ovat olleet siellä intensiivisimmät (Huhta, ym., 2017). Toisaalta turvemaan kuivattaminen metsäksi on hyväkin juttu metsolle, joka ei suosi kovin kosteita suomaita vaan havuvoittoisia metsämaita, joita metsätalousteollisuus haluaa kasvattaa (Hökkä, ym., 2002). Tosin tämä voi johtaa siihen, että metsopopulaatiot ovat olla niin sanotusti kahlittuina näihin kuivatettuihin alueisiin varsinkin Etelä-Suomessa, missä pedoilla on helpompaa löytää niitä (Ludwig ym., 2008). Ojitukset vaikuttavat suometsien biodiversiteettiin esimerkiksi muuttamalla kasvillisuuden kompositiota, joka taas puolestaan vaikuttaa selkärangattomien populaatioihin (Remm, ym., 2013). Ne eivät tarjoa suokasveille sopivaa ympäristöä, mutta vanhan metsän kasveille ja generalisteille. Biodiversiteetillä on vaikutus ruuan saatavuuteen. Ojitetulla maisemalla pintakasvillisuuden vähenemisestä johtuva selkärangattomien puute on metsäkanalintupoikasille huono asia, koska ne ovat poikasille tärkeä proteiinin lähde varhaisessa kasvuvaiheessa (Ludwig 2007; Wegge, ym., 2005). Metsäkanalintu kohtaisemmin yhtenä negatiivisena vaikutuksena pidetään tupasvillan (*Eriophorum vaginatum*) vähenemistä 50-luvusta eteenpäin, koska teeri ja metso emot käyttävät sitä

ravintonaan pesintävaiheessa, mutta pyytä sen puute ei haittaa niin paljon (Ludwig 2009). Vaikutus on tosin vain hetkellinen, sillä tupasvilla kasvaa vallan mainiosti ojitetuilla ja ennallistetuilla turvemaidilla (Silvan, N., Tuittila, Vasander, & Laine 2004; Tuittila, Vasander, & Laine, 2000). Kasvu on ollut nopeaa kontrolloiduissa testeissä, joissa tupasvillaa on istutettu (Silvan ym., 2004).

## **7. Muita syitä metsäkanalintujen kantavaihteluihin**

Tämän muiden syiden osuuden ei ole tarkoitus vähätellä metsätaloustoimenpiteiden vaikutusten merkitystä Suomalaisille metsäkanalintukannoille. Päinvastoin tämän osion on tarkoitus osoittaa, miten ihmisen aiheuttama ilmastonmuutos ja metsätaloustoimet asettaa populaatioille painetta näiden toimien lisäksi. Poikasten selviäminen on metsäkanalinnuille sääolojen varassa. Liian kylmä tai sateinen kesän alku on haitallista niiden selviämisen kannalta. Teeren poikasille kriittinen aikaväli on kuoriutumisen jälkeen noin kymmenen päivää, jonka aikana matalat lämpötilat ja sateinen sää ovat negatiivista niiden selviämisen kannalta ja tämän aikavälin jälkeen säällä on merkittävästi pienempi vaikutus selviämisprosenttiin (Ludwig, 2009). Mahdollisena sään vaikutuksen biologisena mekanismina voidaan pitää poikasten matalissa lämpötiloissa kokemaa hypotermiaa tai lisääntyntä petojen muodostamaa painetta (Erikstad, & Spidsø, 1982). Ludwig ym (2006) havaitsivat lämmenteiden kevätolojen aikaistaneen teeren lisääntymisaikataulua. Ne eivät tosin ole näyttäneet merkkejä sopeutumisesta keväiden aikaistumiseen (Ludwig, 2007). Munien inkubaatioaika ei ole pidentynyt ja täten ne kuoriutuvat liian aikaisissa kesäoloissa, jotka ovat vastakuoriutuneille poikasille liian kylmiä lämmenteiden keväiden nousseista lämpötiloista huolimatta (Ludwig ym., 2006).

Uudempi tutkimus Wegge & Rolstad (2017) Etelä-Norjassa tosin osoittaisi, että lämpimät kevät ja ilmastonmuutos voisi olla jopa hyväksi metsäkanalintupopulaatioiden lisääntymisnopeutumiselle. Tutkimuksessa havaittiin keväisten minimilämpötilojen nousemisella ennen ja jälkeen kuoriutumisen lisäävän poikueiden kokoja erityisesti metsolle ja syinä tähän ennustettiin mahdollista ravinnon aikaisempaa saatavuutta (Wegge & Rolstad, 2017). Vaikka poikueiden koot olivatkin nousseet, populaatioiden koot olivat pysyneet enemmän tai vähemmän samoina verrattuna, eli lisääntymisnopeutumisesta huolimatta aikuiskuolleisuus oli molemmilla lajeilla pysynyt korkealla (Wegge & Rolstad, 2017; Marcrom 1960 mukaan). Toinen paineen luoja metsäkanalintukannoille voi olla taudit ja

parasiitit. Onko näihin kuolleisuus yleistä Suomalaisilla metsäkanalinnuilla? Suomessa metsot saattavat kantaa *Sarcocystis* loisia, jotka ovat tappavia ainakin monille muille eliöille (Dubey, Rudback, & Topper, 1998). Tämän lisäksi ne kantavat toxoplasmosista, joka aiheuttaa niille anoreksiaa, epänormaalia kävelyä, aivokuumetta ja niin sanotusti ”hulluutta” metsoilla (Dubey 1998: Hulphers ym., 1947 mukaan). Se, kuinka yleisiä nämä ovat pitkin populaatioita ei ole mitattu. Isomursun ym (2006) mukaan nuoremmat yksilöt kaikilla lajeilla vaivaavan enemmän loisista aikuisiin verrattuna ja loiset tuntuivat vaivaavan enemmän metso ja teeri koiraita naaraisiin verrattuna, mutta pyyllä tämä ero sukupuolten ja loisten välillä on pienempi.

## **8 Metsäkanalintuystävällinen metsänhoito**

Miten luonnon suojella ja samalla varmistaa talouden ylläpito on vähemmän tutkittu asia (Haara, ym., 2021). Metsätalouden toimenpiteet eivät sovi kovin hyvin yhteen boreaalisten metsien biokompleksisuuden kanssa ja sen kyvyn tuottaa hyödyllisiä tuotteita ja palveluita (Carey, 2003). Nykyinen suojellun metsän määrä ei myöskään riitä ylläpitämään biodiversiteettiä yksinään ja sen lisääminen johtaisi metsätalouden taloudelliseen alamäkeen ja tämän takia talousmetsiäkin pitäisi hyödyntää luonnon monimuotoisuuden suojelemisessa ja palauttamisessa tulevaisuudessa (Kuuluvainen, 2009). Metsätaloustoimenpiteitä voidaan käyttää edesauttamaan luonnon monimuotoisuuden ylläpitämistä ja palautumista, kunhan niitä käytetään luonnon omien prosessien edesauttamiseksi. Esimerkiksi avohakkuillakin voidaan simuloida valtavia ympäristömuutoksia, kuten myrskykaatoja (Kuuluvainen, 2009). Istuttamalla eri lajeja ja istutusten harvaksi jättäminen auttaa biodiversiteetillisesti monimutkaisten ympäristöjen muodostumisessa ja tällaisella keinotekoisella heterogeenisyyden luomisella on huomattu olevan positiivisia vaikutuksia elollisen luonnon diversiteettiin (Carey, 2003) Ei puupohjaisten metsien tuotteiden, kuten sienien, puuperäisten tuotteiden (mahlan, pähkinöitä, kuorta, ym.), metsän aluskasvillisuuden ja eläintuotteiden taloudelliset arvot voivat luoda metsänomistajille uutta taloudellista hyötyä ja kannustaa monimuotoisemman metsämaiseman ylläpitämistä tulevaisuudessa (Miina, ym., 2020).

Duflot, (2022) tutkivat kahdentoista eri metsähoitometodien potentiaalia edesauttaa maisematason eli Beta-tason diversiteetissä heterogeenisyyttä hyödyntämällä kuutta eri

sateenvarjolajia, joista kaksi olivat metso ja pyy. Vaikka kaikilla hoitometodeilla oli aina hyötyä jollekin lajille, mitään universaalista metsänhoitoskeemaa ei löydetty, joka toimisi kaikille lajeille yhtä aikaa. Esimerkkeinä metsäkanalintuja käyttäen metso hyötyi eniten, kun maiseman annettiin olla omillaan ilman hoitotoimenpiteitä, mutta se ei tarjonnut parasta ympäristöä kaikille muille lajeille. Pyy oli kuitenkin eräs lajeista, jotka hyötyivät toimenpiteiden olemassaolottomuudesta, mutta sen populaatiot hyötyivät valikoivista hakkuista ja eniten ne hyötyivät pidennetyistä hakkuukierroista metsiä tietyin väliajoin ohentaen. Lopulta Duflot ym. (2022) ehdottavat, että maisematasolla monien eri metsänhoitotoimenpiteiden hyödyntäminen mahdollistaa isoimman biodiversiteetillisimmän hyödyn, koska se imitoi luonnollisia häiriöitä metsien sukkessiossa ja näin luo monipuolisempia ympäristöjä. Heidän mukaansa metsänhoidon monipuolistamisella oli myös minimoitavissa taloudelliset tappiot ja potentiaalisesti suuremman biodiversiteetin kautta lisääntyneet ekosysteemipalvelut voisivat korvata nekin. Tällaisella hoitometodien monimuotoisuudella luodaan monipuolisia metsämaisemia, joka on myös hyvä asiaajan hengen mielessä, koska se lisää metsien sopeutuvuutta ilmastonmuutoksen aiheuttaman epävarman tulevaisuuden kontekstissa (Kuuluvainen & Grenfell, 2012).

Haara, ym (2021) tutkivat simulaatiolla metsäkanalintuystävällistä metsänhoitotoiminnan taloudellisia vaikutuksia verrattuna perinteiseen tukkipuuntuotantoon. 30-vuoden simulaation avulla selvisi, mitä taloudellisia seurauksia metsänomistajalle olisi, jos hän ottaisi metsäkanalintujen ympäristön ylläpitämisen huomioon Etelä-, Keski-, ja Pohjois-Suomessa. Talousvaikutukset olivat pienet, mutta negatiiviset, kun puhuttiin puun tuotannosta. Tutkimuksessa ehdotettiin metsänomistajien tappioiden kompensoimiseksi tehokkaampia operaatioita ja nostaa puun myyntihintaa (Haara, ym., 2021). Metsäkanalinnut hyödyntävät tiettyjä metsätaloustoimia, kuten metsien lannoituksia. Talousmetsiin kylvetään usein typpi ja fosfori lannoitteita, koska ne parantavat mäntyjen kasvua. Lannoitteiden käytön on osoitettu olevan kannattavaa sekä puun kasvun, että taloudellisen voiton mielessä ja täten se on niin sanotusti hyvä metsätaloustoimenpide (Moilanen ym., 2015). Miten tällainen toiminta vaikuttaa metsäkanalintuihin esimerkiksi ravinnon saantiin, jos typpi kerta parantaa kasvien kasvua? Granath & Strengbom (2017) tutkivat typpilannoituksen vaikutusta mustikan ja puolukan marjan tuotantoon verrattuna harvennushakkuisiin. Molemmat marjat tuottivat huonommin marjaa typpellä lannoitetulla maalla verrattuna harvennettuun metsään. Mekanismista he eivät olleet varmoja, mutta he spekuloiivat lisätyn typen aiheuttavan lisääntynyttä kilpailua muilta kasveilta. Tällä voisi olla negatiivisia vaikutuksia suoraan

metsäkanalinnuille, koska ne ovat riippuvaisia loppukesän marjantuotannosta ja muun lumettoman ajan tarjoamasta suojasta, joten mustikan puute laskee ympäristöjen soveltuvuutta metsäkanalinnuille ja metso varsinkin hyödyntää mustikoita ravinnokseen syksyn aikana näin se vaikuttaa negatiivisesti populaatioon (Storch, 1993). Tätä vasten Parlane ym (2006) verratessaan metsänhoitometodeja mustikan kasvun mahdollistamiseksi havaitsivat harvennusleikkauksilla olevan positiivisia vaikutuksia esimerkiksi mustikan marjan tuotannossa. Lannoitukset eivät välttämättä ole vaikutuksiltaan täysin negatiivisia metsäkanalinnuille. Miller (1968) osoitti skotlantilaisen nummiriekon (*Lagopus lagopus scoticus*) suosivan talvella ruokintapaikoikseen kanervamaita, joihin oli kylvetty enemmän tyyppiä. Ball, (2000) huomasivat Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa samanlaisen ilmiön metson, teeren ja pyyn yhteydessä ja uskoivat tämän johtuvan tehokkaammasta hieskoivujen (*Betula pubescens*) kasvusta, joita teeri ja pyy syövät ja männyn taimien paremmasta kasvusta, joita puolestaan metsot syövät. Eli metsäkanalinnut voivat joko hyötyä tai kärsiä lannoitusten mukaan vuodenaikasta. Lisääntynyt tyyppi vähentää metsämarjan tuotantoa, joten se heikentää metsäkanalintujen ravinnonsaantia loppukesästä. Toisaalta vahvistunut kuusen ja männyn lehvistön kasvu (Lehtonen, ym 2020) ja muiden puiden taimien parempi kasvu voivat olla eduksi metsäkanalinnuille talvella. Tällaiset asiat ovat tärkeä ottaa huomioon metsänhoitotoimenpiteiden suunnittelussa, jos metsänomistajaa kiinnostaa olla metsäkanalintuystävällinen. Metsätalous pelaavat tärkeää Suomen valtion talouden kannalta, joten ei ole mahdollista suojella suomalaisen metsämaiseman diversiteettiä. Perinteiset metsätaloustoimenpiteet tuppaavat luomaan hyvin homogeenisiä ympäristöjä, jotka eivät tarjoa laadukkaita oloja Suomalaiselle luonnolle. Metsäkanaystävällinen metsänhoito ja metsätaloustoimenpiteet voisivat siis olla hyödyllisiä koko Suomen luonnon biodiversiteetin kannalta. Kaikki kolme tutkimuslajia asuttavat eri kohtia suomen metsä- ja suomaiseman eri osia. Teeri asuttaa nuorempia taimikoita ja käyttää soidinpaikkoinaan avosoita. Pyy asuttaa keski-ikäisiä sekametsiä ja hyödyntää niitä myös soidinmenoissaan. Metso taas käyttää reviirinään suomen metsä- ja suomaiseman varpurikkaita mäntymetsiä. Kaikki kärsivät liiallisista hakkuista, mutta voivat hyötyä kohtuullisista harvennuksista.

## **9: Yhteenveto**

Tutkimuskysymyksinä tässä työssä olivat: “1. Mitkä ovat metsätaloustoimien vaikutukset metsäkanalintukantoihin?” ja “2. Mitä vaikutuksia metsäkanalintuystävällisellä metsänhoidolla olisi populaatioihin?”. Näihin pyrittiin vastaamaan kirjallisuuden pohjalta.

Syinä kanalintujen harvenemiseen voidaan pitää kuusikymmentäluvun jälkeen alkaneiden metsänhoito toimenpiteiden modernisoitumista. Hakkuiden aiheuttama metsien pirstaloituminen on haitallista metsäkanalinnuille, koska ne vaikuttavat jokaisen kohdelajin ruokailuun, suoja ja soidinten sekä pesimisen mahdollisuuksiin (Kurki & Lindén 1995; Pakkala ym., 2003; Wegge & Rolstad, 2011). Hajanainen metsämaisema lisää niiden kohtaamaa saalistajapainetta ja pesävarkautta (Kurki & Lindén, 1995, 1998). Ojitukset muuttavat kanalintujen suosimia suoympäristöjä niille sopimattomiksi ja hajottaa suometsän yhtenäisyyttä (Wegge, ym 2005; Ludwig 2007; Remm, ym 2013). Ne voivat myös lisätä poikaskuolleisuutta, mutta tästä ei ole varmaa tietoa (Ludwig, 2007). Täten ensimmäiseen kysymykseen on vastattu. Ottaen huomioon myös kanalintujen muut kokemat vastoinkäymiset ilmastonmuutoksen ja tautien kanssa olisi hyvä pohtia niille suotuisampien olojen mahdollistamista.

Metsäkanalintuystävällistä metsänhoitoa on tutkittu. Sen on huomattu johtavan korkeampaan biodiversiteettiin maisematasolla, mutta johtavan heikompiin taloudellisiin voittoihin puuntuotannon osalta (Haara ym., 2021). Nykyinen suojellun metsän määrä eri yksinään riittä ylläpitämään biodiversiteettiä, joten sitä on lisättävä tai talousmetsiä muokattava luonnonmukaisemmiksi (Kuulavainen, 2009) Luonnon suojelusta johtuvia mahdollisia taloudellisia tappioita voisi mahdollisesti korvata ekosysteemipalveluilla ja ei-puupohjaisilla tuotteilla joita metsistä voi saada, kuten marjojen, sienten ja lääkekasvien avulla, jotka toisivat jokavuotisia tuloja metsänomistajille. Jatkuvan kasvatuksen periaatteen metsillä voi olla potentiaalisesti korkeammat mahdollisuudet toimia tällaisina monikäyttöisinä talousmetsinä verrattuna hakkuu vuorotteluun verrattuna, vaikka sellainen itsessään ei takaa kaikkia ekosysteemipalveluja (Peura ym., 2018). Ekosysteemipalveluihin keskittyvä suojelu on argumentoitavasti ihmiskeskeinen ja ei varsinaisesti palvele aina luonnonsuojelua (Löfroth ym., 2024). Metsäkanalintuystävällinen metsänhoitosuunnittelu voi olla luontokeskeisempi tapa lähestyä talousmetsien luonnonmukaisempaa kasvatusta tulevaisuudessa.

Yhteenvetona nykyiset metsänhoitotoimenpiteet ovat olleet haitallisia metsäkanalintukannoille ja myös muullekin Suomen luonnolle. Suojelualueet eivät riitä turvaamaan Suomen metsien biodiversiteettiä, vaan myös talousmetsien on oltava luonnonmukaisempia. Suojelutoimissa pitäisi keskittyä suurten ja yhtenäisten suojelualueiden luomiseen, jotta luonnon monimuotoisuuden suojelun tavoitteisiin päästäisiin (Rainus &

Kindvall., 2006). Metsäkanalintu ystävällisellä metsähoitosuunnittelulla voidaan potentiaalisesti kasvattaa luonnonmukaisempaa metsää verrattuna nykyisiin metsänhoitomalleihin (Haara ym., 2021; Duflot ym., 2022). Metsojen, teerten ja pyiden ympäristölliset tarpeet huomioonottava metsänhoitomalli olisi hyvä maisematason biodiversiteetin kannalta, sillä ne asuttavat eri ikäisiä metsämaita. Tällainen toiminta johtaisi pieniin tappioihin puuntuotannon puolelta, mutta mahdollisesti nostaisi Suomen luonnon biodiversiteettiä.

## **LÄHTEET:**

- Andrén, H., Angelstam, P., Lindström, E., & Widén, P. (1985). Differences in Predation Pressure in Relation to Habitat Fragmentation: An Experiment. *Oikos*, 45(2), 273-277. <https://doi.org/10.2307/3565714>
- Angelstam, P., Lindstrom, E., & Widen, P. (1984). Role of predation in short-term population fluctuations of some birds and mammals in Fennoscandia. *Oecologia*, 62(2), 199-208. <https://doi.org/10.1007/BF00379014>
- Ball, J. P., Danell, K., & Sunesson, P. (2000). Response of a Herbivore Community to Increased Food Quality and Quantity: An Experiment with Nitrogen Fertilizer in a Boreal Forest. *Journal of Applied Ecology*, 37(2), 247–255. <http://www.jstor.org/stable/2655907>
- Bradbury JW (1981) The evolution of leks. In: Alexander RD, Tinkle DW (eds) *Natural selection and social behavior*. Chiron, New York, pp 138-169
- Bradshaw, C. J., & Warkentin, I. G. (2015). Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and planetary change*, 128, 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.02.004>
- Broome, A., Connolly, T., & Quine, C. P. (2014). An evaluation of thinning to improve habitat for capercaillie (*Tetrao urogallus*). *Forest ecology and management*, 314, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.038>

- Brosnoks, K. D., Chen, J., Naiman, R. J., & Franklin, J. F. (1997). Harvesting effects on microclimatic gradients from small streams to uplands in western Washington. *Ecological applications*, 7(4), 1188-1200. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[1188:HEOMGF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[1188:HEOMGF]2.0.CO;2)
- Carey, A. (2003). Biocomplexity and restoration of biodiversity in temperate coniferous forest: Inducing spatial heterogeneity with variable-density thinning. *Forestry (London)*, 76(2), 127-136. <https://doi.org/10.1093/forestry/76.2.127>
- Dubey, J., Rudback, E., & Topper, M. (1998). Sarcocystosis in capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Finland: Description of the parasite and lesions. *The Journal of parasitology*, 84(1), 104-108. <https://doi.org/10.2307/3284538>
- Duflot, R., Eyvindson, K., & Mönkkönen, M. (2022). Management diversification increases habitat availability for multiple biodiversity indicator species in production forests. *Landscape ecology*, 37(2), 443-459. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01375-8>
- Erikstad, K. E., & Spidsø, T. K. (1982). The Influence of Weather on Food Intake, Insect Prey Selection and Feeding Behaviour in Willow Grouse Chicks in Northern Norway. *Ornis Scandinavica*, 13(3), 176-182. <https://doi.org/10.2307/3676295>
- Ehrlich, P. R. (1988). The loss of diversity (pp. 21-27). Washington, DC: National Academy Press.
- Granath, G., & Strengbom, J. (2017). Nitrogen fertilization reduces wild berry production in boreal forests. *Forest ecology and management*, 390, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.024>
- Haara, A., Matala, J., Melin, M., Miettinen, J., Korhonen, K., Packalen, T., & Varjo, J. (2021). Economic effects of grouse-friendly forest management. *Silva fennica (Helsinki, Finland : 1967)*, 55(3), 1. <https://doi.org/10.14214/sf.10468>
- Haltia, O., & Simula, M. (1988). Linkages of forestry and forest industry in the Finnish

economy. *Silva fennica* (Helsinki, Finland : 1967), 22(4), .  
<https://doi.org/10.14214/sf.a15516>

- Helle, P., Lindén, H., & Wikman, M. (2002). Metsäkanalintujen viimeaikaisista runsaudenmuutoksista Suomessa. *The Yearbook of the Linnut Magazine*, 2002, 92-92.
- Helle, P. & Ludwig, G. 2003: Onko ojituksella vaikutusta metsäkanalintujen määrään? – Teoksessa/In: Jortikka, S., Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim./eds), *Soilla ja kankailla – metsien hoitoa ja kasvatusta PohjoisSuomessa*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 903
- Huhta, E., Helle, P., Nivala, V., & Nikula, A. (2017). The effect of human-modified landscape structure on forest grouse broods in two landscape types. *Ecosphere* (Washington, D.C), 8(9), e01950-n/a. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1950>
- Hökkä, H., Kaunisto, S., Korhonen, K. T., Päivänen, J., Reinikainen, A., & Tomppo, E. (2002). *Suomen suometsät 1951–1994*.
- Hannu Hökkä, Hannu Salminen, Anssi Ahtikoski, Soili Kojola, Samuli Launiainen, Mika Lehtonen, Long-term impact of ditch network maintenance on timber production, profitability and environmental loads at regional level in Finland: a simulation study, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 90, Issue 2, April 2017, Pages 234–246, <https://doi-org.pc124152.oulu.fi:9443/10.1093/forestry/cpw045>
- Isomursu, M., Rätti, O., Helle, P., & Hollmén, T. (2006). Sex and age influence intestinal parasite burden in three boreal grouse species. *Journal of avian biology*, 37(5), 516-522. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0908-8857.03838.x>
- Jalonen, J., & Vanha-Majamaa, I. (2001). Immediate effects of four different felling methods on mature boreal spruce forest understorey vegetation in southern Finland. *Forest ecology and management*, 146(1), 25-34. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00446-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00446-1)
- Jahren, T., Storaas, T., Willebrand, T., Fossland Moa, P., & Hagen, B. (2016). Declining reproductive output in capercaillie and black grouse - 16 countries and 80 years. *Animal biology* (Leiden, Netherlands), 66(3-4), 363-400. <https://doi.org/10.1163/15707563->

00002514

- Kaitala, V., Ranta, E., & Lindström, J. (1996). External perturbations and cyclic dynamics in stable populations. *Annales zoologici fennici*, 33(2), 275-282.
- Kajtoch, Ł., Żmihorski, M., & Bonczar, Z. (2012). Hazel Grouse occurrence in fragmented forests: Habitat quantity and configuration is more important than quality. *European journal of forest research*, 131(6), 1783-1795. <https://doi.org/10.1007/s10342-012-0632-7>
- Kortmann, M., Heurich, M., Latifi, H., Rösner, S., Seidl, R., Müller, J., & Thorn, S. (2018). Forest structure following natural disturbances and early succession provides habitat for two avian flagship species, capercaillie (*Tetrao urogallus*) and hazel grouse (*Tetrastes bonasia*). *Biological conservation*, 226, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.014>
- Kuuluvainen, T. (2009). Forest Management and Biodiversity Conservation Based on Natural Ecosystem Dynamics in Northern Europe: The Complexity Challenge. *Ambio*, 38(6), 309-315. <https://doi.org/10.1579/08-A-490.1>
- KUULUVAINEN, T., & GRENFELL, R. (2012). Natural disturbance emulation in boreal forest ecosystem management: Theories, strategies, and a comparison with conventional even-aged management. *Canadian journal of forest research*, 42(7), 1185-1203. <https://doi.org/10.1139/X2012-064>
- Kuuluvainen, T., & Gauthier, S. (2018). Young and old forest in the boreal: Critical stages of ecosystem dynamics and management under global change. *Forest ecosystems*, 5(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40663-018-0142-2>
- Kurki, S., & Lindén, H. (1995). Forest fragmentation due to agriculture affects the reproductive success of the ground-nesting black grouse *Tetrao tetrix*. *Ecography (Copenhagen)*, 18(2), 109-113. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1995.tb00330.x>
- Kurki, S., Nikula, A., Helle, P., & Lindén, H. (2000). LANDSCAPE FRAGMENTATION AND FOREST COMPOSITION EFFECTS ON GROUSE BREEDING SUCCESS IN BOREAL FORESTS. *Ecology (Durham)*, 81(7), 1985-1997. <https://doi.org/10.1890/0012->

[9658\(2000\)081\[1985:LFAFCE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.042)

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), 600-607.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.042>

Lehtonen, A., Heikkinen, J., Petersson, H., Ľupek, B., Liski, E., & Mäkelä, A. (2020). Scots pine and Norway spruce foliage biomass in Finland and Sweden — testing traditional models

vs. the pipe model theory. *Canadian journal of forest research*, 50(2), 146-154.

<https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0211>

Ludwig, G. X., Alatalo, R. V., Helle, P., Lindén, H., Lindström, J., & Siitari, H. (2006).

Short- and long-term population dynamical consequences of asymmetric climate change in black grouse. *Proceedings of the Royal Society. B, Biological sciences*, 273(1597), 2009-2016. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3538>

Ludwig, G. (2007). Mechanisms of population declines in boreal forest grouse. University of Jyväskylä : distributor: University Library of Jyväskylä.

Ludwig, G. X., Alatalo, R. V., Helle, P., Nissinen, K., & Siitari, H. (2008). Large-scale drainage and breeding success in boreal forest grouse. *The Journal of applied ecology*, 45(1),

325-333. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01396.x>

Ludwig, G. (2009). Metsäkanalintukannat ympäristön-ja ilmastonmuutoksen puristuksessa. *Suomen Riista*, 55, 7-18.

Ludwig, T., Siano, R., & Andreev, A. V. (2021). Habitat selection of sympatric Siberian Grouse and Hazel Grouse in natural and exploited forests of the lower Amur region: In *Memoriam Alexander V. Andreev. Ornis fennica*, 98(4), 142.

Matysek, M., Gwiazda, R., & Bonczar, Z. (2020). The importance of habitat diversity and plant species richness for hazel grouse occurrence in the mixed mountain forests of the Western Carpathians. *European journal of forest research*, 139(6), 1057-1065.

<https://doi.org/10.1007/s10342-020-01307-2>

Löfroth, T., Merinero, S., Johansson, J., Nordström, E., Sahlström, E., Sjögren, J., & Ranius, T. (2024). “Land-sparing benefits biodiversity while land-sharing benefits ecosystem services”: Stakeholders’ perspectives on biodiversity conservation strategies in boreal forests. *Ambio*, 53(1), 20-33.  
<https://doi.org/10.1007/s13280-023-01926-0>

MARCSTROM, V. (1960). Studies on the physiological and ecological background to the reproduction of the capercaillie (*Tetrao urogallus* Linn.). *Viltrevy*, 2, 5-58.

Miettinen, J., Helle, P., & Nikula, A. (2005). Lek area characteristics of capercaillie (*Tetrao urogallus*) in eastern Finland as analysed from satellite-based forest inventory data. *Scandinavian journal of forest research*, 20(4), 358-369.

<https://doi.org/10.1080/02827580500201619>

Mazziotta, A., Lindén, A., Eyvindson, K., Bianchi, S., Kangas, A., Melin, M., . . . Forsman, J. T. (2024). Unraveling the characteristic spatial scale of habitat selection for forest grouse species in the boreal landscape. *Forest ecology and management*, 563, 122008.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122008>

Michael A. Schroeder, Movement and Lek Visitation by Female Greater Prairie-Chickens in Relation to Predictions of Bradbury’s Female Preference Hypothesis of Lek Evolution, *The Auk*, Volume 108, Issue 4, 1 October 1991, Pages 896–903,

<https://doi.org/10.1093/auk/108.4.896>

Miettinen, J. (2009). Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) habitats in managed Finnish forests – the current status, threats and possibilities. *Dissertationes Forestales*, 2009(90), .

<https://doi.org/10.14214/df.90>

Miettinen, J., Pekka, H., Nikula, A., & Niemelä, P. (2010). Capercaillie (*Tetrao urogallus*) habitat characteristics in north-boreal Finland. *Silva fennica* (Helsinki, Finland : 1967), 44(2), 235-254. <https://doi.org/10.14214/sf.151>

Miettinen, J., Ollikainen, M., Aroviita, J., Haikarainen, S., Nieminen, M., Turunen, J., &

Valsta, L. (2020). Boreal peatland forests: Ditch network maintenance effort and water protection in a forest rotation framework. *Canadian journal of forest research*, 50(10), 1025-

1038. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0339>

Miina, J., Kurttila, M., Calama, R., de-Miguel, S., & Pukkala, T. (2020). Modelling Nontimber Forest Products for Forest Management Planning in Europe. *Current forestry reports*,

6(4), 309-322. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00130-7>

Miller, G. R. (1968). Evidence for Selective Feeding on Fertilized Plots by Red Grouse, Hares, and Rabbits. *The Journal of wildlife management*, 32(4), 849-853.

<https://doi.org/10.2307/3799560>

Moilanen, M., Hytönen, J., Hökkä, H., & Ahtikoski, A. (2015). Fertilization increased growth of Scots pine and financial performance of forest management in a drained peatland in Finland. *Silva fennica* (Helsinki, Finland : 1967), 49(3), 1-18.

<https://doi.org/10.14214/sf.1301>

Molles, M. C., Jr., & Sher, A. A. (2019). *Ecology: Concepts and applications* (Eight edition.). McGraw Hill.

Mönkkönen, M., Juutinen, A., Mazziotta, A., Miettinen, K., Podkopaev, D., Reunanen, P., . . . Tikkanen, O. (2014). Spatially dynamic forest management to sustain biodiversity and economic returns. *Journal of environmental management*, 134, 80-89.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.021>

Ranius, T., and O. Kindvall. 2006. Extinction risk of wood-living model species in forest landscapes as related to forest history and conservation strategy. *Landscape Ecology* 21: 687–698.

Ranta, E., Lindström, J., Lindén, H., & Helle, P. (2008). How reliable are harvesting data for analyses of spatio-temporal population dynamics. *Oikos*, 117(10), 1461-1468.

<https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16879.x>

Remm, L., Lõhmus, P., Leis, M., & Lõhmus, A. (2013). Long-term impacts of forest ditching

on non-aquatic biodiversity: Conservation perspectives for a novel ecosystem. *PloS one*, 8(4),

e63086. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063086>

Reunala, A., & Heikinheimo, M. (1987). *Taistelu metsistä: voimaperäinen metsätalous Suomessa ja muissa maissa*. Kirjayhtymä.

Rolstad, J., & P. Wegge. (1987). Distribution and Size of Capercaillie Leks in Relation to Old Forest Fragmentation. *Oecologia*, 72(3), 389–394. <http://www.jstor.org/stable/4218281>

Rolstad, J., & Wegge, P. (1989). Effects of logging on capercaillie (*Tetrao urogallus*) leks. II. Cutting experiments in southeastern Norway. *Scandinavian journal of forest research*, 4(1),

111-127. <https://doi.org/10.1080/02827588909382551>

Rolstad, J., Rolstad, E., & Wegge, P. (2007). Capercaillie *Tetrao urogallus* Lek Formation in Young Forest. *Wildlife biology*, 13(sp1), 59-67. [https://doi.org/10.2981/0909-6396\(2007\)13\[59:CTULFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2981/0909-6396(2007)13[59:CTULFI]2.0.CO;2)

Rolstad, J., Wegge, P., Sivkov, A. V., Hjeljord, O., & Storaunet, K. O. (2009). Size and spacing of grouse leks: Comparing capercaillie (*Tetrao urogallus*) and black grouse (*Tetrao*

*tetrix*) in two contrasting Eurasian boreal forest landscapes. *Canadian journal of zoology*, 87(11), 1032-1043. <https://doi.org/10.1139/Z09-093>

Paavilainen, E. 1967 Männyn juuriston suhteesta turpeen ilmatilaan. Summary: relationships between the root system of Scots pine and the air content of peat. *Commun. Inst. For. Fenn.*

63 (3), 1–21.

Pakkala, T., Pellikka, J., & Linden, H. (2003). Capercaillie *Tetrao urogallus*-A Good Candidate for an Umbrella Species in Taiga Forests. *Wildlife Biology*, 9(4), 309-316. <https://doi.org/10.2981/wlb.2003.019>

Parlane, S., Summers, R., Cowie, N., & van Gardingen, P. (2006). Management proposals for bilberry in Scots pine woodland. *Forest ecology and management*, 222(1), 272-278.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.032>

Peltomaa, R. (2007). Drainage of forests in Finland. *Irrigation and drainage*, 56(S1), S151-

S159. <https://doi.org/10.1002/ird.334>

Peter, D. H., & Harrington, T. B. (2018). Effects of forest harvesting, logging debris, and herbicides on the composition, diversity and assembly of a western Washington, USA plant community. *Forest ecology and management*, 417, 18-30.

Peura, M., Burgas, D., Eyvindson, K., Repo, A., & Mönkkönen, M. (2018). Continuous cover forestry is a cost-efficient tool to increase multifunctionality of boreal production forests in Fennoscandia. *Biological conservation*, 217, 104-112.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.018>

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.01.045>

Picozzi, N., Catt, D. C., & Moss, R. (1992). Evaluation of Capercaillie Habitat. *The Journal of applied ecology*, 29(3), 751-762. <https://doi.org/10.2307/2404485>

Sachot, S., Perrin, N., & Neet, C. (2003). Winter habitat selection by two sympatric forest grouse in western Switzerland: Implications for conservation. *Biological conservation*, 112(3), 373-382. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00334-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00334-8)

Silvan, N., Tuittila, E., Vasander, H., & Laine, J. (2004). *Eriophorum vaginatum* plays a major role in nutrient immobilisation in boreal peatlands. *Annales botanici fennici*, 41(3), 189-199.

Siira-Pietikäinen, A., & Haimi, J. (2009). Changes in soil fauna 10 years after forest harvestings: Comparison between clear felling and green-tree retention methods. *Forest ecology and management*, 258(3), 332-338. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.04.024>

Siiskonen, H. (2007). The conflict between traditional and scientific forest management in 20th century Finland. *Forest ecology and management*, 249(1), 125-133.  
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.018>

Siiskonen, H. (2013). From economic to environmental sustainability: The forest management debate in 20th century Finland and Sweden. *Environment, development and sustainability*, 15(5), 1323-1336. <https://doi.org/10.1007/s10668-013-9442-4>

Simberloff, D. (1998). Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management

- passé in the landscape era? *Biological conservation*, 83(3), 247-257.  
[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00081-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00081-5)
- Sirkiä , S , Lindén , A , Helle , P , Nikula , A , Knape , J & Lindén , H (2010) , ' 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* , vol. 143 , no. 6 , pp. 1540-1548 . <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.038>
- Sirkiä, S., Lehtomäki, J., Lindén, H., Tomppo, E., & Moilanen, A. (2012). Defining spatial priorities for capercaillie *Tetrao urogallus* lekking landscape conservation in south-central Finland. *Wildlife Biology*, 18(4), 337-353. <https://doi.org/10.2981/11-073>
- Storch, I. (1993). Habitat Selection by Capercaillie in Summer and Autumn: Is Bilberry Important? *Oecologia*, 95(2), 257-265. <https://doi.org/10.1007/BF00323498>
- Sjöberg, K. (1996). Modern forestry and the capercaillie. Conservation of faunal diversity in forested landscapes, 111-135.
- Small, R. J., Mareström, Y., & Willebrand, T. (1993). Synchronous and nonsynchronous population fluctuations of some predators and their prey in central Sweden. *Ecography (Copenhagen)*, 16(4), 360-364. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1993.tb00225.x>
- Storch, I. (1997). Male Territoriality, Female Range Use, and Spatial Organisation of Capercaillie *Tetrao urogallus* Leks. *Wildlife biology*, 3(4), 149-161.  
<https://doi.org/10.2981/wlb.1997.019>
- Storaas, T., & Wegge, P. (1997). Relationships between Patterns of Incubation and Predation in Sympatric Capercaillie *Tetrao urogallus* and Black Grouse *T. tetrix*. *Wildlife biology*, 3(4), 163-167. <https://doi.org/10.2981/wlb.1997.020>
- Storaas, T., Kastdalen, L., & Wegge, P. (1999). Detection of Forest Grouse by Mammalian Predators: A possible Explanation for High Brood Losses in Fragmented Landscapes. *Wildlife Biology*, 5(3), 187-192. <https://doi.org/10.2981/wlb.1999.016>
- Swenson, J. E., & Angelstam, P. (1993). Habitat separation by sympatric forest grouse in

- Fennoscandia in relation to boreal forest succession. *Canadian journal of zoology*, 71(7), 1303-1310. <https://doi.org/10.1139/z93-180>
- Tuittila, E., Vasander, H., & Laine, J. (2000). Impact of rewetting on the vegetation of a cutaway peatland. *Applied vegetation science*, 3(2), 205-212. <https://doi.org/10.2307/1478999>
- Watson, A. D. A. M., & Moss, R. (1979). Population cycles in the Tetraonidae. *Ornis Fennica*, 56(2-3), 87-109.
- Wegge, P., & Rolstad, J. (1986). Size and Spacing of Capercaillie Leks in Relation to Social Behavior and Habitat. *Behavioral ecology and sociobiology*, 19(6), 401-408. <https://doi.org/10.1007/BF00300542>
- Wegge, P., Olstad, T., Gregersen, H., Hjeljord, O., & Sivkov, A. (2005). Capercaillie broods in pristine boreal forest in northwestern Russia: The importance of insects and cover in habitat selection. *Canadian journal of zoology*, 83(12), 1547-1555. <https://doi.org/10.1139/z05-157>
- Wegge, P., Olstad, T., Gregersen, H., Hjeljord, O., & Sivkov, A. (2005). Capercaillie broods in pristine boreal forest in northwestern Russia: The importance of insects and cover in habitat selection. *Canadian journal of zoology*, 83(12), 1547-1555. <https://doi.org/10.1139/z05-157>
- Wegge, P., & Rolstad, J. (2011). Clearcutting forestry and Eurasian boreal forest grouse: Long-term monitoring of sympatric capercaillie *Tetrao urogallus* and black grouse *T. tetrix* reveals unexpected effects on their population performances. *Forest ecology and management*, 261(9), 1520-1529. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.041>
- Wegge, P., & Rolstad, J. (2017). Climate change and bird reproduction: Warmer springs benefit breeding success in boreal forest grouse. *Proceedings of the Royal Society. B, Biological sciences*, 284(1866), 20171528. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1528>
- Wiley, R. H. (1974). Evolution of Social Organization and Life-History Patterns Among Grouse. *The Quarterly review of biology*, 49(3), 201-227. <https://doi.org/10.1086/408083>

