

Pro gradu -tutkielma

Metsänhoidon sosioekologiset yhteensopimattomuudet Suomessa

Anette Ursin



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

18.4.2024

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Bio- ja ympäristötieteiden laitos
Ympäristötieteen maisteriohjelma

Ursin, Anette Metsänhoidon sosioekologiset
 yhteensopimattomuudet Suomessa
Pro gradu tutkielma: 36 s., 2 liitettä (8 s.)
Työn ohjaajat: FT Johanna Yletyinen ja FT Panu Halme
Tarkastajat: HT Johanna Tuomisaari ja Dos. Elisa Vallius
Huhtikuu 2024

Hakusanat: metsäekosysteemi, resilienssi, sosioekologinen systeemi

Metsät voidaan nähdä sosioekologisina systeeminä – niissä luonnon omat prosessit ja ihmisen toiminta ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa. Ihminen vaikuttaa metsäekosysteemeihin monella tapaa, ja on samalla riippuvainen metsien tuottamista ekosysteemipalveluista. Haasteet metsäsektorin kestävyudessa vaarantavat myös näiden ekosysteemipalveluiden tuottamisen ekologisten uhkien ohella. Nämä haasteet voivat olla metsänhoidon sosioekologisten yhteensopimattomuuksien tulos. Sosioekologinen yhteensopimattomuus syntyy, kun ekosysteemin ekologisen prosessin mittakaava ja sitä hallinnoivan toimielimen hallinnollinen mittakaava ovat ristiriidassa keskenään. Näitä yhteensopimattomuuksia on tärkeä tunnistaa, sillä ne heikentävät ekosysteemin resilienssiä ja siten myös ekosysteemin kykyä tuottaa ihmiselle elintärkeitä ekosysteemipalveluita. Tämä työ on systemaattinen kirjallisuuskatsaus, joka etsii kirjallisuudesta viitteitä sosioekologisista yhteensopimattomuuksista suomalaisessa metsänhoidossa. Lisäksi työ selvittää, onko tällaisia yhteensopimattomuuksia tunnistettu suomalaisesta metsänhoidosta aiemmin käyttäen sosioekologisen yhteensopimattomuuden termiä ja teoriaa. Katsaus on tehty kahden tapausesimerkin kautta: hömötiainen indikaattorina biodiversiteetin köyhtymisestä Suomessa, ja kirjanpainajatuhot Suomen metsissä. Kirjallisuuskatsauksen perusteella sosioekologisen yhteensopimattomuuden termiä ja teoriaa ei ollut käytetty suomalaisen metsänhoidon kontekstissa aiemmin. Vastaavia metsäekosysteemien ekologian ja hallinnon välisiä epäjohdonmukaisuuksia oli kuitenkin tunnistettu aiemminkin ilman kyseisen termin käyttöä. Tämä tutkimus löysi viitteitä sosioekologisista yhteensopimattomuuksista molempiin tapausesimerkkeihin liittyen. Yhteensopimattomuuksia löytyi niin tilallisia, ajallisia kuin toiminnallisiakin. Sosioekologisen yhteensopimattomuuden teoria tarjoaa uuden näkökulman metsien käytön kestävyuden tarkasteluun, ja uutta termistöä tunnetuista ilmiöistä puhumiseen. Lisäksi se voi toimia tärkeänä työkaluna resilientin metsäekosysteemin ylläpidossa.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science

Department of Biological and Environmental Science

Master's Degree Programme in Environmental Science

Ursin, Anette Socioecological mismatches in forestry in Finland

MSci Thesis 36 p., 2 appendices (8s.)

Supervisors: PhD Johanna Yletyinen and PhD Panu Halme

Tarkastajat: PhD Johanna Tuomisaari and Dos. Elisa Vallius

April 2024

Keywords: forest ecosystem, resilience, socioecological system

Humans have a diverse impact to forest ecosystems in addition to their own ecological processes. Therefore, forests are an example of a socioecological system. While affecting forests, humans are also dependent on ecosystem services provided by them. The challenges facing the sustainability of the forest sector jeopardize the forests' ability to provide these ecosystem services. All this could be resulting from socioecological mismatches in forestry. A socioecological mismatch occurs, when the ecological scale of an ecosystem does not align with the social scale of its' management. These mismatches can weaken the resilience of an ecosystem and thus endanger the ecosystem services provided by them. Therefore, it is crucial to identify these mismatches in Finnish forestry. This systematic literature review searches the literature for references to socioecological mismatches in Finnish forestry. It is also interested in whether these kinds of mismatches have been identified in this context before using the theory of socioecological mismatches. The review uses two case examples: the Willow tit as an indicator of reducing biodiversity in Finland, and Spruce bark beetle outbreaks in Finland. The term and theory of socioecological mismatch had not been used concerning Finnish forestry before, even though some inconsistencies between the ecology and governance of Finnish forests had been identified. Based on the literature this study found multiple references to socioecological mismatches concerning both case examples. There was evidence of spatial, temporal and functional socioecological mismatches. Solving them is not easy, but many sources suggest taking a more multidisciplinary approach into forestry to improve the sustainability of our forest management. The theory of socioecological mismatches offers a new perspective to the sustainability of forest management, and some new terminology to discuss potentially familiar phenomena. It can also serve as an important tool in maintaining a resilient ecosystem.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	5
	2.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	5
	2.2 Kirjallisuuskatsauksen toteutus.....	6
	2.3 Tapausesimerkit.....	8
3	TULOKSET	9
	3.1 Sosioekologiset yhteensopimattomuudet Suomessa.....	9
	3.2 Tapausesimerkki hömötiainen	10
	3.2.1 Ekologisen prosessin mittakaava.....	11
	3.2.2 Sosiaalisen prosessin mittakaava.....	12
	3.3 Tapausesimerkki kirjanpainaja.....	13
	3.3.1 Ekologisen prosessin mittakaava.....	14
	3.3.2 Sosiaalisen prosessin mittakaava.....	14
4	TULOSTEN TARKASTELU	16
	KIRJALLISUUSLUETTELO	24
	LIITE 1. AINEISTOON SISÄLLYTETYT JULKAISUT, TAPAUSESIMERKKI HÖMÖTIAINEN	33
	LIITE 2. AINEISTOON SISÄLLYTETYT JULKAISUT, TAPAUSESIMERKKI KIRJANPAINAJA	36

1 JOHDANTO

Ihminen elää jatkuvassa vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. Otamme raaka-aineemme luonnosta ja toimintamme vaikuttaa monin tavoin ekosysteemien toimintaan (Raymond ym. 2013). Pyrimme jatkuvasti säätelemään luontoa ja sen prosesseja, tästä esimerkkinä petoeläinten kantojen sääntely ja tavoitteellinen metsänhoito. Ihmisellä on moninaisia vaikutuksia luontoon, ja osa vaikutuksista on väistämättä luonnon kannalta haitallisia. Esimerkiksi ruuan ja energian tuotanto on meille elintärkeää, mutta ne ovat myös suurimpia päästölähteitä Suomessa (Tilastokeskus 2022). Mittava metsätaloussektori taas hyödyttää kansantalouttamme (Viitanen ym. 2022), mutta samalla aiheuttaa luontokatoa metsissämme (Hyvärinen ym. 2019, Mönkkönen ym. 2022). Ihmistoiminnan kestävydessä on siis monia haasteita ja kehityskohteita.

Metsät ovat yksi tärkeimpiä luonnonvaroja Suomessa. Suomen maapinta-alasta noin 26,3 miljoonaa hehtaaria on metsätalousmaata, johon luetaan kuuluvaksi niin metsä-, kitu-, kuin joutomaakin (Luonnonvarakeskus 2022a). Metsäteollisuuden tuotteet ovat Suomen merkittävimpiä vientituotteita (Elinkeinoelämän keskusliitto 2022). Puutavaran lisäksi Suomen metsistä saadaan muun muassa riistaa, marjoja ja sieniä. Metsien merkitys myös suomalaisessa kulttuurissa on kiistaton. Metsäluonto on keskeisenä miljöönä muun muassa Suomen kansalliseepoksessa Kalevalassa, ja metsät ovat keskeisessä roolissa suomalaisessa muinaisuskossa. Lisäksi esimerkiksi metsästys on osa suomalaista kulttuuriperintöä, jota harjoitetaan yhä (Kivilaakso ja Marsio 2017). Suomeen viitataan usein "metsien maana", ja metsät ovatkin merkittävä osa suomalaista identiteettiä. Tutkimustiedon mukaan valtaosa suomalaisista kokee metsät itselleen tärkeiksi tai erittäin tärkeiksi (Sitra 2021).

Suomen metsistä osa on valtion omistamia, mutta valtaosa metsistä kuuluu yksityisille maanomistajille (Hänninen ym. 2021). Metsäkeskuksen tilaston mukaan Suomessa on yhteensä yli 568 000 yksityistä metsänomistajaa. Tilaston mukaan keskimääräinen suomalainen yksityinen metsänomistaja on 60-vuotias ja omistaa 31,7 hehtaaria metsää. Metsäpalstojen mediaaniala on kuitenkin paljon pienempi, 9,7 hehtaaria, eli iso osa yksityisomisteisista metsäaloista on paljon keskiarvoa pienempiä. Lukumäärällisesti eniten metsänomistajia löytyy Uudenmaan maakunnasta (Metsäkeskuksen tilasto 2024). Valtion omistamia maa-alueita hallinnoi Metsähallitus, ja kyseiset alueet painottuvat pitkälti Itä- ja Pohjois-Suomeen (Metsähallitus 2023). Yksityisillä maanomistajilla on tiettyjä vapauksia metsiensä suhteen, kuten vapaus valita niiden käyttömuoto ja asettaa niille tavoitteet (Metsäkeskus 2023). Yksityisten metsänomistajien ollessa suuri joukko ihmisiä Suomen metsävaroihin sisältyy moninainen joukko eri tavoin hoidettuja alueita. Yksityisomisteisten metsien käyttöä ohjaa kuitenkin valtion metsien lailla metsälainsäädäntö, jolloin niitä koskee iso joukko lakeja, kuten Metsälaki ja Luonnonsuojelulaki (Maa- ja metsätalousministeriö 2023a). Metsälakiin sisältyy muun muassa Maa- ja metsätalousministeriön laatima kansallinen metsästrategia, joka ohjaa suomalaista metsäalaa ja sen kehitystä (Metsälaki 12.12.1996/1093).

Kansallisessa metsästrategiassa on myös käsitelty kansallisia tavoitteita ja kansainvälisiä sopimuksia, jotka vaikuttavat niin ikään vahvasti Suomen metsäsektoriin (Maa- ja metsätalousministeriö 2023). Metsälaissa säädetään esimerkiksi metsän uudistamisvelvoitteesta ja määritetään metsäluonnon monimuotoisuuden näkökulmasta erityisen tärkeät elinympäristöt, joilla metsähoidolliset toimenpiteet ovat erityisen rajoitettuja (Metsälaki 12.12.1996/1093). Luonnonsuojelulaissa taas säädetään muun muassa uhanalaisten eliölajien ja elinympäristöjen suojelusta (Luonnonsuojelulaki 9/2023). Metsänomistajaa koskee siis joukko lakisääteisiä velvoitteita, joista on hyvä olla selvillä.

Metsiämme käytetään monipuolisesti. Tärkeimpiin käyttömuotoihin lukeutuu muun muassa puuntuotanto, virkistyskäyttö ja metsien suojelu (Lähtinen 2010). Suomen metsä- ja kitumaasta on suojeltu vuoden 2022 tilaston mukaan 12,9 %, johon sisältyy sekä lakisääteiset suojelukohteet, että talousmetsien monimuotoisuuden suojelukohteet (Kulju ym. 2023). Suojelualueet painottuvat vahvasti Lappiin, jonka alueella metsistä on suojeltu jopa 28 % (Kulju ym. 2023). Vähiten suojelualueita on Etelä-Karjalassa, jossa vain 3,2 % metsistä on suojeltu (Kulju ym. 2023). Suojelualueisiin kuuluu valtion omistamien kansallis- ja luonnonpuistojen lisäksi yksityisiä luonnonsuojelualueita, esimerkiksi metsäluonnon monimuotoisuutta turvaava METSO-ohjelma perustuu suojeluun metsänomistajien vapaaehtoisuuden kautta (Maa- ja metsätalousministeriö 2023b). Monet uhanalaiset lajit hyötyvät suojelluista alueista, mutta viimeisimpien tutkimusten mukaan suojelualueiden verkoston tulisi olla nykyistä tiiviimpi ja yhtenäisempi lajikadon ehkäisemiseksi (Santangeli ym. 2023).

Metsälajiston monimuotoisuus on kärsinyt ihmisen toiminnasta jo pitkään ja uhanalaisten lajien määrä on kasvanut jatkuvasti (Hyvärinen ym. 2019). Viimeisimmän uhanalaisuuden arvioinnin mukaan uhanalaisista lajeista 31,2 %, eli 833 lajia, elää ensisijaisesti metsissä (Hyvärinen ym. 2019). On arvioitu, että metsätaloudesta johtuvat metsäelinympäristöjen muutokset olisivat syynä 733 lajin uhanalaistumiselle (Hyvärinen ym. 2019). Esimerkiksi lahoppu tarjoaa elinympäristön monille lajeille, joten sen määrän väheneminen metsissä vaikuttaa väistämättä myös monimuotoisuuteen (Bunnell ja Houde 2010). Tehometsätalouden vuoksi vanhojen metsien määrä on romahtanut, ja jäljellejääneet, vanhat metsäalueet ovat pirstoutuneita (Helle 1985). Pirstoutumisen seurauksena metsäalueet ovat pienempiä, ja niillä on enemmän reunavöyhykkeitä, joihin vaikuttaa myös viereisen ekosysteemin ominaisuudet (Nordén ym. 2013). Näin ollen monet vanhojen metsien lajit ovat menettäneet elinalueitaan merkittävästi (Nordén ym. 2013, Hyvärinen ym. 2019). Hömötiainen on tästä oiva esimerkki, sillä niiden määrä on romahtanut Suomessa 2000-luvun aikana (Fraixedas ym. 2015). Hömötiaisen määrän romahtamisen on arvioitu johtuvan juuri tehometsätaloudesta (Hyvärinen ym. 2019).

Metsien monimuotoisuus on yhteydessä niiden resilienssiin (Oliver ym. 2015a). Resilienssillä tarkoitetaan systeemin kykyä sopeutua ympäristön muutosten mukana ja selvitä mahdollisista häiriöistä (Falk ym. 2022). Monet tutkimukset tukevat väitettä, jonka mukaan mitä monimuotoisempi ekosysteemi on, sitä paremmin se sopeutuu ympäristön muutoksiin (Thompson 2009). Hyvä resilienssi

on ekosysteemille elintärkeää, joten monimuotoisuuden köyhtyminen voi aiheuttaa vakavan uhan ekosysteemille ja sen tarjoamille ekosysteemipalveluille (Oliver ym. 2015a). Monimuotoisuuden ohella ekosysteemin resilienssiin kuitenkin vaikuttaa monet tekijät, ja sen arviointi on haasteellista (Oliver ym. 2015b). Metsäekosysteemin resilienssin merkitys korostuu entisestään, kun ihminen muuttaa ympäristöään jatkuvasti ja aiheuttaa ilmastonmuutosta (Thompson ym. 2009). Monimuotoisuuden yhteys resilienssiin liittyy koko monimuotoisuuskeskustelun paljon laajempaan ilmiöön myös ihmisen kannalta. Monimuotoisen luonnon lukuisten muiden arvojen lisäksi se varmistaa meille elintärkeiden ekosysteemipalveluiden toteutumisen nyt ja tulevaisuudessa.

Monimuotoisuuden heikkenemisen lisäksi Suomen metsiä uhkaa joukko muitakin tekijöitä. Ilmastonmuutos muuttaa metsiemme olosuhteita ja voi lisätä myrskyjä tai kuivuutta, jotka voivat olla puustolle kohtalokkaita (Venäläinen ym. 2020). Muuttuneista ilmasto-oloista kärsivä puusto on entistä alttiimpi myös biottisille tuhoille, kuten tuhohyönteisille ja taudinaiheuttajille (Venäläinen ym. 2020). Tuhohyönteisistä etenkin kirjanpainaja aiheuttaa merkittäviä tuhoja kuusimetsissä, ja hyötyy lämpenevistä kesistä ja myrskyjen kaatamista puista (Venäläinen ym. 2020). Lisäksi esimerkiksi tukkimiehentäi ja ruskomäntypistiäinen hyötyvät lämpenevistä talvista (Venäläinen ym. 2020). Myös suomalaisten metsien merkittävä taudinaiheuttaja juurikäpähä hyötyy lämpenevästä ilmastosta ja vaatii entistä tehokkaampaa torjuntaa (Venäläinen ym. 2020). Nämä tekijät uhkaavat metsien ohella myös niiden tuottamia ekosysteemipalveluita, vaikka samalla ovat osa luontoa ja sen prosesseja.

Suomen metsävarat voivat kuitenkin metsätalouden näkökulmasta hyvin. Metsiemme puuvarat ovat lisääntyneet vuosi vuodelta (Luonnonvarakeskus 2022b), ja metsäteollisuus kehittyy jatkuvasti luoden uusia innovaatioita puupohjaisille tuotteille. Esimerkiksi metsäteollisuuden sivutuotteiden merkitys energianlähteenä on kasvanut merkittävästi viime vuosien aikana (Luonnonvarakeskus 2022c). Lisäksi puupohjaisten kuitujen käyttö raaka-aineena tarjoaa uusia vaihtoehtoja muoville. Muovin jatkuvasti yleistynyt käyttö on kaivannut rinnalleen vaihtoehtoja, sillä muovijäte on kasvava ympäristöuhka (Ilyas ym. 2018). Puupohjaisille kuiduille on entistä enemmän kysyntää myös tekstiilien raaka-aineina (Kallio 2021). Näiden kehitysaskelien myötä metsäteollisuus on edelleen erittäin merkittävä työllistäjä Suomessa ja luo työpaikkoja syrjäisemmillekin alueille, kuten Pohjois-Suomeen. Metsäteollisuudesta aiheutuneista ekologisista haasteista huolimatta se siis etsii myös ratkaisuja yhteiskuntamme kestävyysongelmiin toimien samalla merkittävänä osana suomalaista kansantaloutta.

Metsät voidaan nähdä sosioekologisina systeemeinä eli niissä vaikuttaa sekä ekologiset, että sosiaaliset tekijät ja järjestelmät (Fischer 2018). Nämä muuttajat vaikuttavat samalla toisiinsa ja kehittyvät yhdessä (Fischer 2018). Sosioekologisia systeemejä on monenlaisia monessa eri mittakaavassa, muita esimerkkejä niistä on muun muassa kalatalous ja vesienhoito (Ostrom 2009). Ihmisen toiminnalla on laajoja vaikutuksia näihin luonnon järjestelmiin, ja samalla ihminen on monella tapaa osa niitä (Cumming ym. 2006). Ihmisen ja luonnon järjestelmät eivät kuitenkaan ole aina linjassa keskenään (Cumming ym. 2006). Molempiin osapuoliin

vaikuttaa alati muuttuvat tekijät, joiden välisiä ristiriitoja voi olla hyvin vaikea ennakoida tai edes tunnistaa (Cumming ym. 2006). Kun luonnon järjestelmä ja sitä ohjaileva ihmisen järjestelmä ovat ristiriidassa keskenään, voidaan puhua sosioekologisesta yhteensopimattomuudesta (Cumming ym. 2006). Cumming, Cumming ja Redman (2006) kuvailevat tällaisia yhteensopimattomuuksia artikkelissaan seuraavasti:

“ Scale mismatches occur when the scale of environmental variation and the scale of social organization in which the responsibility for management resides are aligned in such a way that one or more functions of the social-ecological system are disrupted, inefficiencies occur, and/or important components of the system are lost.”

Eli sosioekologinen yhteensopimattomuus syntyy, kun ihmisen järjestelmä, jonka tehtävänä on hoitaa tiettyä ekologista järjestelmää, ei sovikaan yhteen kyseisen ekologisen järjestelmän jonkin toiminnan tai useiden toimintojen kanssa. Tällöin ihmisen järjestelmän ja ekologisen toiminnan skaalojen yhteensopimattomuus ilmenee kyseessä olevan sosioekologisen järjestelmän toiminnan häiriöitymisinä tai heikkenemisenä, ja/tai joidenkin sosioekologiselle järjestelmälle tärkeiden ominaisuuksien katoamisena. Näiden yhteensopimattomuuksien on myös todettu heikentävän sosioekologisen järjestelmän resilienssiä (Cumming ym. 2006). Heikentynyt resilienssi taas voi ekologisten haittojen ohella vaarantaa ihmiselle elintärkeitä ekosysteemipalveluita (Winkler ym. 2021). Näillä yhteensopimattomuuksilla voi siis olla tahattomia, negatiivisia vaikutuksia sekä ekologisessa että sosiaalisessa skaalassa (Winkler ym. 2021). Näin ollen sosioekologisten yhteensopimattomuuksien tunnistaminen on merkittävä askel kokonaisvaltaisen kestävyuden tavoittelussa. Lisäksi niiden mekanismien tunnistaminen voi auttaa ennakoimaan niiden mahdollisia vaikutuksia (Galaz ym. 2008).

Cumming ym. (2006) jaottelevat sosioekologisia yhteensopimattomuuksia spatiaalisiin eli tilallisiin, temporaalisiin eli ajallisiin ja funktionaalisiin eli toiminnallisiin yhteensopimattomuuksiin. Tilallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus syntyy, kun päätöksiä tekevän toimivallan tilallinen skaala on liian pieni tai suuri suhteessa ekologisen prosessin tilalliseen mittakaavaan. Esimerkiksi ekosysteemit voivat ulottua valtioiden rajojen yli, jolloin samaan ekosysteemiin vaikuttaa eri valtioiden lait ja säädökset. Metsänhoidon kontekstissa taas yksittäisen maanomistajan metsätila ei välttämättä myötäile jonkin ekosysteemin tai populaation reviiriä, eivätkä aluetta koskevat päätökset siis välttämättä tapahdu samassa skaalassa ekologisten prosessien kanssa. Ajallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus syntyy, kun päätöksiä tehdään liian ajoissa tai liian myöhään suhteessa ekosysteemin muutoksiin. Toiminnallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus taas viittaa tilanteeseen, jossa ihmisen toiminta ja järjestelmä on ristiriidassa luonnon omien prosessien kanssa (Cumming ym. 2006).

Sosioekologisia yhteensopimattomuuksia ei ole välttämättä helppoa havaita saatikka ratkaista, sillä niiden taustalla on usein moninaisia tekijöitä ja järjestelmiä (Cumming ym. 2006). Lisäksi tätä yhteensopimattomuuden teoriaa on kritisoitu muun muassa siitä, että sen vastakohdalla, sosioekologisella yhteensopivuudella, ei ole selkeää määritelmää (Bodin ym. 2014). Sosioekologisen

yhteensopimattomuuden teoria voi tarjota kuitenkin uuden näkökulman suomalaisen metsänhoidon kestävyuden tarkasteluun.

Tämä työ on kirjallisuuskatsaus, joka etsii viitteitä mahdollisista sosioekologisista yhteensopimattomuuksista liittyen suomalaiseen metsänhoitoon. Sosioekologisen yhteensopivuuden arviointiin kuuluu yleisimmin jonkin ekologisen ongelman hahmottelu, sekä sen vertaaminen hallinnollisten elinten toimiin tai ominaisuuksiin (Epstein ym. 2015). Työ siis etsii ja yhdistelee valituissa ilmiöissä vaikuttavia ekologisen sekä sosiaalisen mittakaavan tekijöitä. Työ lähestyy aihetta kahden tapausesimerkin kautta: hömötiainen indikaattorina biodiversiteetin köyhtymisestä Suomen metsissä ja kirjanpainajatuhot Suomen metsissä. Työn tavoitteena on selvittää, onko näiden ilmiöiden taustalta löydettävissä sosioekologisia yhteensopimattomuuksia, ja sen tutkimuskysymykset ovat:

1. Onko metsänhoidon sosioekologisia yhteensopimattomuuksia tieteellisesti tunnistettu Suomessa aiemmin käyttäen sosioekologisen yhteensopimattomuuden termiä ja teoriaa?
2. Löytyykö julkaistusta kirjallisuudesta näyttöä siitä, että Suomen metsänhoitoon sisältyy tällaisia yhteensopimattomuuksia valittujen tapausesimerkkien ympäriltä?

Päähypoteesi on, että suomalaisesta metsänhoidosta on löydettävissä sosioekologisia yhteensopimattomuuksia, jotka vaikuttavat sen kestävyYTEEN. Tätä päähypoteesia testataan seuraavilla tarkentavilla hypoteeseilla:

- Suomen metsänhallinnan tilallinen mittakaava poikkeaa ekologisten prosessien mittakaavasta hömötiaisen tapauksessa (tulkitaan sosioekologisena tilallisena yhteensopimattomuutena).
- Suomen metsänhallinta ei pysty reagoimaan kirjanpainajiin riittävän nopeasti estääkseen niiden leviämisen (tulkitaan sosioekologisena ajallisena yhteensopimattomuutena).

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, joka kokoaa ja tulkitsee jo olemassa olevaa tietoa (Aveyard 2019). Esimerkiksi Salminen (2011) toteaa sen olevan ”tutkimusta tutkimuksesta”. Kirjallisuuskatsaus voi olla osana muuta tutkimusta, tai tutkimus itsessään. Aveyard (2019) luonnehtii yksittäisiä tutkimustuloksia palapelin paloiksi, jotka kirjallisuuskatsaus kokoaa yhteen.

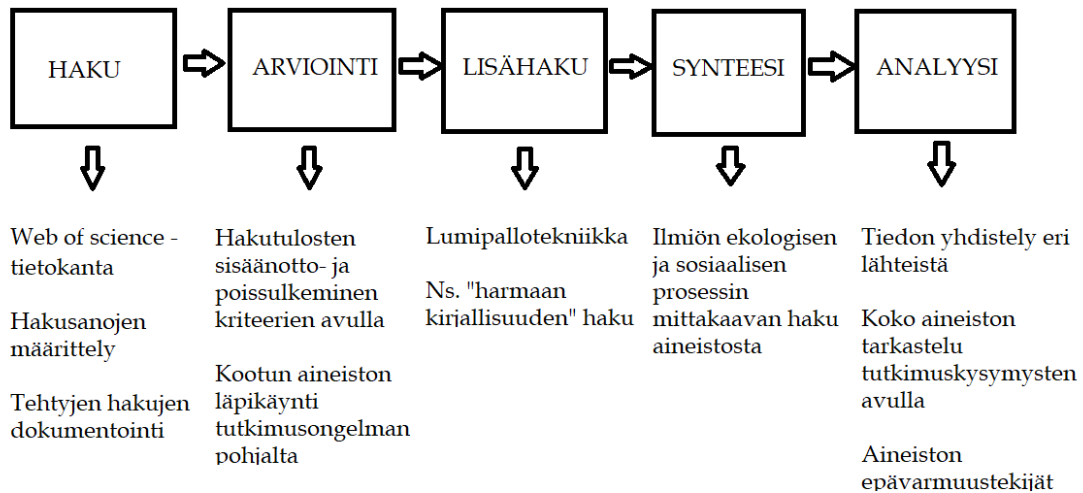
Kirjallisuuskatsauksilla voidaan myös osoittaa aukkoja tiedossa ja tarve lisätutkimukselle. Niiden merkitys tieteessä ja tutkimuksessa on siis kiistaton.

Kirjallisuuskatsauksia voidaan luokitella eri tyyppisiin niiden toteutustavan ja tavoitteen mukaan (Aveyard 2019). Tyylejä ja termejä on monia, mutta ne voidaan karkeasti luokitella kolmeen päätyyppiin: systemaattiseen ja kuvailevaan kirjallisuuskatsaukseen, sekä meta-analyysiin (Salminen 2011). Näistä kuvailevassa katsauksessa on muita väljemmät tutkimuskysymykset ja sen tavoitteena on usein luoda yleiskatsaus valittuun ilmiöön (Salminen 2011). Meta-analyysillä taas viitataan usein kvantitatiiviseen meta-analyysiin, jossa kvantitatiivisia tutkimustuloksia yhdistetään hyödyntäen myös tilastollisia menetelmiä (Salminen 2011). Meta-analyysin avulla voidaan saada paremmin yleistettävää tutkimustietoa (Salminen 2011).

Tämä työ on systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Sille ominaista on tarkoin määritelty tutkimuskysymys, joka ei muutu katsauksen edetessä (Vilka 2023). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus myös seuraa tarkoin määriteltyä ja dokumentoitua protokollaa vaihe vaiheelta (Aveyard 2019, Vilka 2023). Olennaista tällaiselle katsaukselle on myös aineistolle ennalta määritellyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit, joiden mukaan aineisto kootaan (Booth ym. 2016, Aveyard 2019, Vilka 2023). Systemaattinen lähestymistapa edesauttaa katsauksen selkeyttä ja läpinäkyvyyttä, kun tekoprosessi on dokumentoitu, ja jokainen aineistoon sisällytetty julkaisu perustellaan edellämainituilla kriteereillä (Booth ym. 2016). Tieteellisten julkaisujen lisäksi Booth ym. (2016) suosittelevat sisällyttämään katsaukseen niin sanottua ”harmaata kirjallisuutta”. Tällä he tarkoittavat tietoa, jota ei löydy välttämättä tieteellisistä julkaisuista, vaan esimerkiksi katsauksen aihepiirille olennaisten toimijoiden internet-sivuilta, julkaistuista raporteista tai valtiollisista lähteistä. Heidän mukaansa harmaan tiedon merkitys kirjallisuuskatsauksessa korostuu etenkin sosiaalitieteissä, sillä merkittävä osa oleellisesta informaatiosta löytyy juuri tällaisista lähteistä. Pelkkä tieteellisiin julkaisuihin perustuva katsaus voi vääristää tuloksia ja liioitella tutkitun ilmiön vaikuttavuutta (Booth ym. 2016).

2.2 Kirjallisuuskatsauksen toteutus

Katsauksen tekoprosessi voidaan jaotella monella tapaa. Tämä työ mukailee systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekoon luotua SALSA-viitekehystä. SALSA-kehityksen nimi tulee englanninkielisistä sanoista Search, Appraisal, Synthesis, Analysis, ja se jakaa katsausprosessin viiteen päävaiheeseen (Grant ja Booth 2009, Vilka 2023) (kuva 1).



Kuva 1. Katsauksen tekovaiheet (Mukaillen Vilka 2023)

Ennen varsinaista kirjallisuuskatsausta suoritettiin alustava kirjallisuuskatsaus, jolla kartoitettiin mahdollisia sosioekologisia yhteensopimattomuuksia suomalaisessa metsänhoidossa. Tämä tehtiin etsimällä esimerkkejä kestävyysaasteista kyseisellä alalla, sillä sosioekologinen yhteensopimattomuus voi ilmetä sosioekologisen järjestelmän toiminnan häiriöitymisestä ja/tai heikkenemisestä (Cumming ym. 2006). Alustavan katsauksen pohjalta työn aihepiiri rajattiin käsittelemään kahta tapausesimerkkiä resurssien riittävyyden varmistamiseksi ja työn selkeyttämiseksi. Lopuksi ennen varsinaisen haun tekoa sille määriteltiin hakusanat (taulukko 1) ja aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit (taulukko 2). Kriteerit olivat samat koko aineistolle, mutta hakusanat määriteltiin tapausesimerkkikohtaisesti.

Taulukko 1. Katsauksessa käytetyt hakusanat

Haun kohde	Hakusanayhdistelmät
Sosioekologiset yhteensopimattomuudet suomalaisessa metsänhoidossa	Socioecological mismatch AND Finland AND forest (All fields) Socioecological misfit AND Finland AND forest (All fields) Socioecological mismatch AND Finland (All fields) Socioecological misfit AND Finland (All fields)
Tapausesimerkki hömötiainen	Willow tit AND Finland AND forest (All fields) <i>Poecile montanus</i> AND Finland AND forest (All fields)
Tapausesimerkki kirjanpainaja	<i>Ips typographus</i> AND outbreak AND Finland (All fields)

Taulukko 2. Aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteeri	Poissulkukriteeri
On löydettävissä Web of science-tietokannasta käytetyillä hakusanoilla	Ei löydy Web of science-tietokannasta käytetyillä hakusanoilla
On julkaistu vuosina 2014–2023	On julkaistu ennen vuotta 2014
Koskee Suomea tai vähintään boreaalista vyöhykettä	Ei koske Suomea eikä boreaalista vyöhykettä
On yhdistettävissä tutkimuskysymyksiin ja tapausesimerkkeihin	Ei ole yhdistettävissä tutkimuskysymyksiin tai tapausesimerkkeihin

Haut tehtiin tapausesimerkkikohtaisesti syystalvella 2023–2024 Web of science-tietokannassa. Hakujen pohjalta löytyneet julkaisut käytiin läpi määriteltyjen kriteerien avulla. Julkaisuista etsittiin viitteitä ilmiön ekologisen tai sosiaalisen prosessin mittakaavasta, ja jokaisen aineistoon sisällytetyn julkaisun tälle työlle olennainen ydinviesti taulukoitiin (liitteet 1 ja 2). Web of science-haun jälkeen aineistosta uupui usein kuitenkin joko sosiaalisen tai ekologisen prosessin mittakaava, joten tämän jälkeen hakua täydennettiin luotettavilla verkkolähteillä sekä Metsätieteen aikakauslehden julkaisuilla sosioekologisten yhteensopimattomuuksien löytämiseksi. Lisähaussa käytettiin niin kutsuttua lumipallotekniikkaa, jossa jo löydettyjen materiaalien pohjalta etsitään uusia viitteitä (Booth ym. 2016). Katsauksen tekoprosessin aikana kirjattiin ylös kaikki julkaisujen löytämiseen liittyvä tieto: mistä, miten ja milloin se on löydetty.

Aineiston muotoutuessa sen sisältämä tieto syntetisoitiin. Tietoa yhdisteltiin eri lähteistä saman ilmiön sekä ekologisen että sosiaalisen mittakaavan löytämiseksi. Lopuksi syntetisoitu aineisto analysoitiin tutkimuskysymysten ja sosioekologisen yhteensopimattomuuden teorian avulla. Lisäksi aineistoa arvioitiin sen perusteella, miten hyvin sen sisältämä tieto on yleistettävissä koko suomalaiseen metsäsektoriin. Hakujen teko ja täydennys sekä aineiston läpikäynti ja synteesi tehtiin tapausesimerkki kerrallaan, mutta lopullinen analyysi koski eriteltyjen tapausesimerkkien lisäksi koko aineistoa.

2.3 Tapausesimerkit

Työ tarkastelee sosioekologisia yhteensopimattomuuksia kahden tapausesimerkin avulla. Tapausesimerkit valittiin työmäärän ja aineiston rajaamiseksi sekä itse kirjallisuuskatsauksen selkeyttämiseksi. Esimerkkien tuli liittyä olennaisesti suomalaiseen metsäsektoriin ja olla riittävän ajankohtaisia, jotta niihin liittyen löytyy julkaisuja viimeisen kymmenen vuoden ajalta. Ensimmäinen tapausesimerkki on hömötiainen indikaattorilajina biodiversiteetin köyhtymisestä Suomen metsissä. Hömötiaisen uhanalaisuusluokitus on muuttunut kymmenen

vuoden sisällä elinvoimaisesta erittäin uhanalaiseksi (Suomen lajitietokeskus 2024). Hömötiäisten määrän nopea romahdus on yhteydessä vanhojen metsien ja metsien lahoppuun määrän nopeaan laskuun (Hyvärinen ym. 2019). Työn tavoitteena on selvittää, onko ilmiöstä löydettävissä erityisesti spatiaalisia eli tilaa koskevia sosioekologisia yhteensopimattomuuksia. Tarkastelu keskittyy siis pääasiassa hömötiäisen ekologian ja metsänhoidon väliseen tilalliseen mittakaavaan.

Toinen tapausesimerkki tarkastelee hyönteistuhoja suomalaisissa metsissä. Hyönteistuhot on rajattu kirjanpainajan aiheuttamiin tuhoihin, sillä se on aiheuttanut Euroopassa merkittäviä tulonmenetyksiä metsänomistajille viime vuosikymmeninä (Melin ym. 2022) ja se luetaan kuuluvaksi merkittävimpiin tuohyönteisiin myös Suomen kuusimetsissä (Melin ym. 2021). Tapausta lähestytään temporaalisena eli ajallisena sosioekologisena yhteensopimattomuutena. Hyönteistuhojen ekologiasta ja metsätuhojen hallinnasta etsitään siis erityisesti ajallisia ristiriitoja. Tilallisesta ja ajallisesta näkökulmasta huolimatta kirjallisuuskatsaus huomioi myös mahdolliset viitteet muista sosioekologisista yhteensopimattomuuksista.

3 TULOKSET

3.1 Sosioekologiset yhteensopimattomuudet Suomessa

Suomalaisen metsänhoidon sosioekologisiin yhteensopimattomuuksiin viittaavaa kirjallisuutta ei löytynyt 2.11.2023 tehdyllä haulla Web of science-tietokannasta vuosilta 2023–2014 valituilla hakusanayhdistelmillä. Tämän haun perusteella Suomen metsänhoidossa ei siis ole aiemmin tieteellisesti tunnistettu sosioekologisia yhteensopimattomuuksia.

Alustavan kirjallisuuskatsauksen ohessa Web of science-tietokannasta löytyi hakusanoilla forest conservation Finland 26.2.2024 Mikkosen ym. (2023) julkaisu, jonka mukaan Suomen nykyinen suojelualueverkosto on riittämätön metsiemme monimuotoisuuden köyhtymisen pysäyttämiseksi. Kyseisen julkaisun viitteistä esiin nousi artikkeli, jossa Blatter ym. (2022) tutkivat suomalaista metsäsektoria kansallisen metsästrategian, luonnon monimuotoisuusstrategian ja Suomen biotalousstrategian kautta. He löysivät Suomen luonnonvarojen hallintakeinoista epäjohtonmukaisuuksia suhteessa metsäekosysteemipalveluihin. Metsäpolitiikka ja metsien ekosysteemipalveluiden tarpeet eivät siis heidän mukaansa kohtaa. Tutkimus korostaa nykyisen metsäpolitiikan tavoitteiden aiheuttavan ristiriitoja luonnon monimuotoisuuden tavoitteiden kanssa. Se myös toteaa, että Suomen metsäpolitiikka tukee huonosti osana resilienttejä metsäekosysteemeitä tapahtuvaa ekosysteemipalveluiden tuotantoa. Metsäsektorin tulisi muuttua, mutta se vaatii myös nykyistä johdonmukaisempia politiikan välineitä (Blatter ym. 2022).

3.2 Tapausesimerkki hömötiainen

Hömötiaisen tapausesimerkkiin liittyen tietokannasta löytyi 10 hakutulosta 15.11.2023 hakusanoilla willow tit Finland forest, vuosilta 2014-2023. Osumista kolme sisällytettiin lopulliseen kirjallisuuskatsaukseen (liite 1), ja loput seitsemän jäivät aineiston ulkopuolelle (taulukko 3). Toinen haku tehtiin 28.2.2024 hakusanoilla *Poecile montanus* Finland forest, vuosina 2014-2023. Haulla löytyi 10 hakutulosta, joista kahdeksan sisältyivät jo aiemman haun tuloksiin, yksi jäi aineiston ulkopuolelle (taulukko 3) ja yksi sisällytettiin katsaukseen (liite 1). Web of science-haun lisäksi tuloksia täydennettiin lähteillä, joista löytyi tietoa eritoten sosiaalisen prosessin mittakaavaan liittyen mahdollisten yhteensopimattomuuksien löytämiseksi. Hakua täydennettiin vertaisarvioituilla tieteellisillä julkaisuilla ja ajantasaisella tilastotiedolla.

Taulukko 3. Hömötiaisaineiston ulkopuolelle jääneet artikkelit.

Julkaistu	Syy sulkea aineiston ulkopuolelle
Norberg ja Lindhe Norberg 2015	Tutkimus käsittelee kuusitiaisen koon kehitystä Ruotsissa, hömötiasta käytetty vain verrokkina.
Krama ym. 2015	Tutkimus käsittelee talvehtivien tiaisten taudinaiheuttajia ja niiden mahdollista yhteyttä vesistöihin, ei liity metsänhoitoon.
Krams ym. 2020	Tutkimus vertailee talvehtivien tiaisparvien koostumusta ja sisäistä hierarkiaa ja niiden vaikutusta selviytymiseen talven yli. Keskittyy tiaisten sosiaaliseen käyttäytymiseen.
Vatka ym. 2021	Artikkeli tutkii lämpenevän ilmaston vaikutusta tiaisten paritteluajankohtaan, eikä siis liity metsänhoitoon.
Pakanen ym. 2016	Tutkimus käsittelee hömö- ja talitiaisen paritteluajankohtaan vaikuttavia tekijöitä, eikä siis liity metsänhoitoon.
Masoero ym. 2020	Tutkimus käsittelee varpuspöllön saalistusta, hömötiainen mainittu vain saaliina.
Pakanen ym. 2018	Tutkimus käsittelee eteläisempien tiaislajien talvehtimismenestystä ilmaston lämmitessä, hömötiainen vain pohjoisena verrokkilajina.

3.2.1 Ekologisen prosessin mittakaava

Kumpula ym. (2023) tutkivat metsänhoidon vaikutuksia hömötiaisen spatiaaliseen jakautumiseen Suomessa. He totesivat tutkimuksessaan, että hömötiaisen pesintätiheys oli pienempi alueilla, joilla oli harjoitettu intensiivistä metsänkäsittelyä. Metsänkäsittelyn todettiin vaikuttavan sekä yksilön synnyinpaikan ja pesäpaikan välimatkaan että yksilön eri pesäpaikkojen välisiin välimatkoihin. Avohakkuiden todettiin vaikuttaneen tiheyksiin enemmän kuin puuston harvennusten. Näiden eri metsänkäsittelymenetelmien arvioitiin selittävän noin 65 % hömötiaisen pesintätiheyden vähenemisestä.

Cirule ym. (2017) vertailivat vanhoissa ja nuorissa, käsitellyissä metsissä talvehtivien hömötiaisten kortikosteronipitoisuuksia ja selviytymistä talven yli. Tutkimuksessa todettiin, että kortikosteronipitoisuudet olivat alhaisempia vanhojen metsien talvehtijoilla kuin nuorten, käsiteltyjen metsien talvehtijoilla. Lisäksi vanhoissa metsissä talvehtivien hömötiaisten eloonjäämisprosentti oli korkeampi, kuin nuorissa metsissä (Cirule ym. 2017). Artikkelitoteaa hömötiaisen talvehtimisreviirin olevan noin 9 hehtaarin kokoinen. Müller (2024) taas esittää katsauksessaan, että hömötiaisen talvireviiri olisi Pohjois-Suomessa noin 13 hehtaarin ja Etelä-Ruotsissa jopa 24 hehtaarin kokoinen.

Vatka ym. (2014) käyttivät hömötiaista esimerkkilajina tutkimuksessaan, jossa selvitettiin kolopesijän pesäpaikan valintaa. 25 km² kokoisella tutkimusalueella oli monen ikäistä metsää, avohakkuuta ja pieniä vesistöjä. Koko tutkimusalueella on käytetty laajasti voimakkaita metsänkäsittelymenetelmiä vuodesta 1987 lähtien. Tutkimustulosten valossa hömötiaisen ei vaadi pesimiseen vanhaa, koskematonta metsää, mutta suosii pesäpaikkanaan lahoa lehtipuuta. Pystyjen, lahojen lehtipuiden merkitys siis korostuu. Hömötiaisen todettiin myös välttävän avoimia paikkoja (Vatka ym. 2014).

Müller (2024) tuo hömötiaista käsittelevässä kirjallisuuskatsauksessaan esille ajatuksen muista mahdollisista ajureista hömötiaisen vähenemisen taustalla. Metsäteollisuuden lisäksi muita mahdollisia ekologisia syitä ovat muun muassa hirvieläimet, käpytikan tai tali- ja sinitiaisen lisääntyminen, ilmastonmuutos ja jokin uusi, lajia vaivaava tauti (Müller 2024). Müller ei kuitenkaan esitä näille mahdollisille ajureille vahvaa tieteellistä näyttöä, mutta korostaa tarvetta asian lisätutkimukselle.

3.2.2 Sosiaalisen prosessin mittakaava

Hänninen ym. (2021) esittelivät rekisteritietojen pohjalta keskimääräisen suomalaisen metsänomistajan ja metsätilan toimenpiteinen Suomessa. Julkaisun mukaan metsänomistajista 79 % asuu metsätilansa sijaintikunnassa, ja keskimääräinen metsänomistaja omistaa 45,1 hehtaaria metsätalousmaata 2,1 kiinteistössä. Metsäkeskuksen vuoden 2024 tilaston mukaan taas keskimääräinen yksityinen metsänomistaja omistaa 31,7 hehtaaria metsää, mutta tilaston mukainen mediaaniala on vain 9,7 hehtaaria, jolloin 50 % yksityisistä metsänomistajista omistaa maksimissaan 9,7 hehtaaria metsää.

Suomen Luonnonvarakeskuksen julkaisema Metsätalostollinen vuosikirja 2022 kokoaa yhteen tuoreimpia metsävaratietoja ja dataa metsien käytöstä Suomessa. Julkaisun mukaan Suomessa metsää käsiteltiin noin 708 000 hehtaarin alueella vuonna 2020. Pinta-alasta noin 152 000 hehtaaria eli noin 21 % on käsitelty uudistushakkuulla (sekä avo- että luontaisen uudistuksen hakkuu). Alasta noin 545 000 hehtaaria eli noin 77 % on taas käsitelty harvennuksilla, joihin luetaan kuuluviksi ensiharvennus, muut harvennukset sekä ylispuiden poisto. Ylispuiden poisto käsittää vain noin 25 000 hehtaaria eli noin 4 % kaikista käsittelyistä. Julkaisusta ei ilmene yksittäisen hakkuukuvion keskimääräistä kokoa, mutta Hännisen ym. (2021) mukaan vuosien 2016–2018 aikana tehtyjen metsänkäyttöilmoitusten perusteella hakkuukuvioiden keskimääräinen koko oli jokaisena tarkasteluvuonna 1,59 hehtaaria.

Korhonen ym. (2020) esittelevät muutoksia metsien monimuotoisuudelle tärkeissä rakennepiirteissä viime vuosikymmenillä. He toteavat, että läpimitaltaan pienen, pystyyn kuolleen puun määrän väheneminen voi olla yhteydessä hömötiaisen määrän laskuun sopivien pesäpaikkojen vähenemisen vuoksi. Tutkijat tuovatkin ilmi tarpeen jättää kuollutta puustoa alalle harvennusten yhteydessä. Heidän mukaansa hömötiainen voi käyttää myös varttunutta talousmetsää talviaikaan ravinnonhankinnassa (Korhonen ym. 2020). Luonnonvarakeskuksen tilastotietokannan (2024) mukaan pystyssä olevan, lahon lehtipuun määrä metsämaalla Suomessa on varovaisesti kasvanut vuosien 1996–2022 aikana 0,3 kuutiosta 0,5 kuution hehtaarilla. Määrä on kuitenkin ollut koko tarkasteluajan hyvin maltillinen, kattaen vain murto-osan metsiemme lahoppuusta. Viimeisimmässä Valtakunnan metsien inventoinnissa lahoppuuta oli keskimäärin 6,6 m³/ha, josta vain 0,5 m³/ha oli pystyyn lahonnutta lehtipuuta.

Müller (2024) ehdottaa katsauksessaan, että metsäteollisuuden lisäksi hömötiaisen vähenemisen taustalla voisi olla muitakin sosiaalisia ajureita. Hömötiaiseen vaikuttavasta ihmistoiminnasta hän nostaa esiin korpiympäristöjen vähenemisen ojitusten myötä ja metsiemme tihentymisen. Hän ei esitä näille mahdollisille ajureille vahvaa tieteellistä näyttöä, mutta kyseenalaistaa näkemyksen siitä, että vain metsähakkuut ovat hömötiaisen vähenemisen taustalla, ja ilmaisee tarpeen lisätutkimukselle. Balotari-Chiebao ym. (2021) taas tutkivat tuulivoimaloiden vaikutusta yli 200 lintulajiin Suomessa, ja totesivat hömötiaisen olevan riskialtis tuulivoimaloiden vaikutukselle etenkin pesintäaikaan. Heidän mukaansa hömötiaisen kaltaiset varpuslinnut eivät välttämättä häiriinny tuulivoimaloista, mutta niiden läsnäolo voi lisätä elinympäristöjen heikkenemisen negatiivisia vaikutuksia lajiin (Balotari-Chiebao ym. 2021). Hyvärinen ym. (2019)

kuitenkin nimeävät hömötiaisen vähenemisen ajureiksi vain vanhojen metsien ja kookkaiden puiden sekä lahopuun vähenemisen.

3.3 Tapausesimerkki kirjanpainaja

Hakusanoilla *Ips typographus* outbreak finland löytyi 24 hakutulosta vuosilta 2023–2014 Web of science-tietokannasta 26.1.2024. Hakutuloksista 16 sisällytettiin lopulliseen kirjallisuuskatsaukseen (liite 2), ja 8 julkaisua jäi aineiston ulkopuolelle (taulukko 4). Web of science-hakutulosten lisäksi aineistoon sisällytettiin neljä julkaisua täydentävällä haulla, sillä ne tarjosivat arvokasta, juuri Suomea koskevaa tietoa aiheesta.

Taulukko 4. Kirjanpainaja-aineiston ulkopuolelle jääneet julkaisut.

Julkaisu	Syy sulkea aineiston ulkopuolelle
Linnakoski ym. 2016	Ei koskenut kirjanpainajatuhoja vaan kirjanpainajien kantamia sienieliöitä.
Ghimire ym. 2016	Tutkimus käsittelee kirjanpainajatuhojen vaikutusta puun päästöihin eikä itse tuhoja.
Vanická ym. 2020	Tutkimus käsittelee suoja-aineiden vaikutusta kirjanpainajapopulaatioihin, eikä liittynyt suoraan joukkoesiintymisiin.
Kosunen ym. 2019	Julkaisu ei koskenut suoraan kirjanpainajatuhoja, vaan niiden vaikutusta maaperän hengitykseen.
Kosunen ym. 2020	Julkaisu ei koskenut suoraan kirjanpainajatuhoja, vaan niiden vaikutusta hiilivarastoihin ja mikrobiyhteisön rakenteeseen.
Schafstall ym. 2022	Tutkimus käsittelee kaarnakuoriaisepidemioiden historiaa.
Kuuluvainen ym. 2014	Tutkimus keskittyy tiettyyn, 2000-luvun alussa vahvasti häiriöityneeseen metsäalueeseen Venäjällä.

3.3.1 Ekologisen prosessin mittakaava

Useat aineistoon sisällytetyistä julkaisuista nostivat esiin ilmastonmuutoksen myötävaikutuksen kirjanpainajien massaesiintymissä. Kirjanpainajien esiintymiseen vaikuttaa sekä lämpenevä ilmasto, että sen myötä yleistyvät myrskyt ja kuivuus, jotka altistavat puustoa kirjanpainajalle (Näsi ym. 2015, Pukkala 2018, Blomqvist ym. 2018, Venäläinen ym. 2020, Romashkin ym. 2020, Hlásny ym. 2021, Kanerva ym. 2022, Turkulainen ym. 2023, Tikkanen ja Lehtonen 2023). Esimerkiksi Venäläinen ym. (2020) nostavat kirjallisuuskatsauksessaan tuhohyönteiset ja etenkin kirjanpainajat merkittäväksi uhaksi Suomen metsille ja metsätaloudelle ilmastonmuutoksen myötä. Heidän mukaansa ilmaston ja kesien lämmitessä kirjanpainajien massaesiintymiä on ollut enemmän, lisäksi lämpimämmät kesät edesauttavat toisen kirjanpainajasukupolven kehittymistä yhden kesän aikana. Lämpenevä ilmasto lisää puustoa vaurioittavia myrskyjä ja edistää kesänaikaista kuivuutta metsissä, joka niin ikään aiheuttaa stressiä puille (Venäläinen ym. 2020). Vaurioitunut puusto taas on tervettä puustoa alttiimpi kirjanpainajille. Kirjanpainajat näyttäisivät olevan siis vuosi vuodelta vakavampi uhka Suomen metsille. Tikkasen ja Lehtosen (2023) mukaan erityisesti kuivuus voisi selittää sitä, miksi etenkin Ruotsissa on ollut vakavia kirjanpainajatuhoja verrattuna Suomeen ja Viroon. He korostavat, että tuhot tulevat todennäköisesti pahenemaan Suomessakin, ja tarvitsisimme nopeasti uutta metsäpolitiikkaa kirjanpainajatuhojen hallintaan.

Hrosso ym. (2020) kartoittivat kirjanpainajien preferenssejä ja siten massaesiintymien tärkeimpiä ajureita myrskyn jälkeen Slovakiassa vuosina 2014–2016. He totesivat, että puun rungon kaatumisesta kulunut aika lisäsi kirjanpainajan iskeytymisen todennäköisyyttä. Tulosten valossa kirjanpainajat vaikuttaisivat suosivan katkenneita puun runkoja tuulenskaatoja enemmän (Hroššo ym. 2020). Melinin ym. (2022) mukaan kirjanpainajatuhot ovat tutkimustiedon valossa todennäköisimpiä kangasmailla kasvavissa, tasaikäisissä, varttuneissa kuusikoissa. Heidän mukaansa aihe vaatisi kuitenkin lisätutkimusta Suomessa.

3.3.2 Sosiaalisen prosessin mittakaava

Valtaosa aineistoon sisällytetyistä julkaisuista ilmaisivat tarvetta kirjanpainajatuhojen nykyistä nopeammille tai selkeämmille havainto- ja hallintakeinoille (Näsi ym. 2015, 2018, Morris ym. 2017, Mezei ym. 2019, Duračiová ym. 2020, Hlásny ym. 2021, Kanerva ym. 2022, Melin ym. 2022, Turkulainen ym. 2023, Potterf ym. 2023). Lisäksi Kärhä ym. (2018) totesivat hakkuiden vievän merkittävästi enemmän aikaa metsissä, joissa on tuulenskaatoja kuin metsissä, joissa on vain pystypuita. Heidän mukaansa siis olisi tarvetta kehittää niin metsäkoneita

kuin alan osaamistakin tuulenkaatojen korjuussa (Kärhä ym. 2018). Morris ym. (2017) taas nostavat esiin useita aukkoja nykytiedossa koskien kaarnakuoriaistuhoja ja niiden monialaisia vaikutuksia ihmiseen. Heidän mukaansa Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa tulisi kehittää hyönteistuhojen hallintakeinoja, joissa huomioidaan systeemin sekä sosiaalinen että ekologinen resilienssi. He myös korostavat tarvetta yhteistyölle eri alojen asiantuntijoiden kesken, sillä hyönteistuhoilla on moninaisia vaikutuksia sosioekologisiin systeemeihin. Hlasny ym. (2021) yhtyvät tähän näkemykseen, ja toteavat, että olisi tarpeen yhdistää metsien hyönteistuhojen sekä ekologista, että sosiaalista skaalaa ongelman ratkaisemiseksi. Heidän mukaansa monitieteinen lähestymistapa ja kunkin tilanteen mukaan räätälöity toiminta voisivat parantaa hyönteistuhojen hallintaa. Myös Näsi ym. (2015) tukevat näkemystä tilanteeseen räätälöidyn hallinnan tarpeesta. Lisäksi he korostavat tarvetta kustannustehokkaille, pienen mittakaavan toimille Fennoskandiassa, sillä täällä metsät ovat isolta osin yksityisomisteisia ja pirstaloituneita, ja kirjanpainaesiintymien mittakaava vaihtelee paljon.

Siitonen ja Pouttu (2014) sekä Melin ym. (2021) esittelevät kirjanpainajatuhoihin liittyvää lainsäädäntöä Suomessa. Metsätuholain mukaan kirjanpainajatuhoille altistuneen metsän omistaja on oikeutettu korvaukseen, mikäli kuoriaiset leviävät heidän metsäänsä toisen maanomistajan alueilta. Maksajana toimii sen metsäalan omistaja, jolta joukkoesiintymä on levinnyt, eli joko toinen yksityinen maanomistaja tai valtio (Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013, Siitonen ja Pouttu 2014, Melin ym. 2021). Valtio on korvausvelvollinen silloin, kun tuhot ovat lähteneet liikkeelle luonnonsuojelulain nojalla suojellulta alueelta. Siitonen ja Pouttu esittävät, että kirjanpainaesiintymän alkulähteen paikantaminen ja oikea ajoittaminen voi olla hankalaa. Heidän mukaansa korvausta mielivän metsänomistajan tulisi olla välittömästi yhteydessä asiantuntevaan neuvontaan havaitessaan merkkejä kirjanpainajasta alueillaan. Melin ym. (2021) taas näkevät lainsäädännön kannalta erityisen ongelmalliseksi korvausvelvollisuuden silloin, kun kyseessä on kunnan kaavoituksen aluevaraus, kyseiset alueet kun eivät kuulu metsätuholain alle. Näin ollen näiden alueiden korvausvelvollisuudesta ei ole säädetty laissa. He nostavat ongelmakohtana myös kaava-alueille sijoittuvat torjuntahakkuut, jotka voivat vaatia erillisen maisematyöluvan. Lupamenettely voi kestää niin kauan, että tuhojen kannalta on jo liian myöhäistä. Heidän mukaansa tilanne voisi vaatia lainsäädännön selkeyttämistä sekä lupamenettelyn yksinkertaistamista ainakin edellämainittujen alueiden osalta (Melin ym. 2021).

Pukkala (2018) toteaa kirjanpainajatuhojen yleistyvän puulajistoltaan yksipuolisissa metsissä ilmastonmuutoksen voimistamana. Hän arvioi lehtipuiden jättämisen kuusen sekaan suojaavan kuusia kirjanpainajilta. Näin ollen monipuolisempi puulajisto olisi edullista metsänomistajille kirjanpainajatuhojen vuoksi. Myös Blomqvistin ym. (2018), Hlasny ym. (2021) sekä Tikkasen ja Lehtosen (2023) mukaan monilajinen puusto ehkäisisi kirjanpainajatuhoja metsässä. Melin ym. (2022) nostaa niin ikään metsiemme kuusettumisen yhtenä ongelmana kirjanpainajatuhojen taustalla. He kuitenkin muistuttavat, että sekametsän kasvattamisen mahdollisena haasteena on hirvieläimet alueilla, joilla niitä on paljon. Monilajisen puuston lisäksi monen eri ikäisen puuston kasvattaminen alalla

ehkäisee kirjanpainajan joukkoesiintymiä, sillä kirjanpainaja iskee useimmiten vain varttuneeseen puustoon (Äijälä ym. 2019).

Kanerva ym. (2022), Mezei ym. (2019), Näsi ym. (2015), Näsi ym. (2018), Turkulainen ym. (2023) ja Duraciova ym. (2020) kehittivät uusia satelliitti- ja kaukokartoitusmenetelmiä kirjanpainajatuhojen entistä nopeampaan havainnointiin. Lisäksi tekoälyä hyödynnettiin osana uusia menetelmiä (Kanerva ym. 2022, Turkulainen ym. 2023). Useassa tapauksessa menetelmien haasteeksi muodostui kirjanpainajan asuttama puusto, jonka latvus oli kuitenkin vielä vihreä (Näsi ym. 2015, 2018, Kanerva ym. 2022, Turkulainen ym. 2023). Kyseiset julkaisut toivat ilmi tarvetta edelleen tarkkailla puustoa myös maasta käsin runkovaurioiden havaitsemiseksi ajoissa.

Potterf ym. (2022) ehdottavat, ettei jatkuva pyrkimys hallita hyönteistuhoja ole välttämättä paras keino hoitaa metsää. Heidän mukaansa metsillä, joissa on vanhan metsän ominaisuuksia, näytti olevan parempi resilienssi ilmastonmuutoksen aiheuttamien muutosten ja häiriöiden suhteen. Tutkimus kyseenalaistaa vallitsevan näkemyksen siitä, että vaurioituneiden runkojen korjuu on paras keino hallita tuhohyönteisten joukkoesiintymiä. He kannustavat metsänhoitoa suuntaamaan kohti metsän luontaisempaa dynamiikkaa, vaikka se vaatii todella suuria muutoksia järjestelmätasolta lähtien (Potterf ym. 2023). Myös Melin ym. (2022) yhtyvät ajatukseen siitä, että kuollut puusto on osa metsiemme luontaista dynamiikkaa, jota tarvitaan monimuotoisuuden ylläpitämiseksi. Hekin tuovat esiin ekosysteemin resilienssin näkökulman, ja muistuttavat metsän monimuotoisuuden olevan yhteydessä sen kykyyn kestää ympäristönsä muutoksia (Melin ym. 2022).

4 TULOSTEN TARKASTELU

Suomalaisen metsänhoidon sosioekologisiin yhteensopimattomuuksiin viittaavaa kirjallisuutta ei löytynyt Web of science-tietokannasta. Yleisesti Suomen metsänhoidon sisäisiä ristiriitaisuuksia on kuitenkin tunnistettu kirjallisuudessa. Kangas ym. (2022) kirjoittavat metsänhoidon kestävyystavoitteiden välisistä vaihtokauppatilanteista. Julkaisu nostaa hömötiaisen kannanvaihtelun esimerkiksi ilmiöstä, jota voi tulkita ekologisen näkökulman lisäksi sosiaalisen kestävyuden kautta. Metsänhoidon kestävyyskeskustelussa on siis monta vaikuttavaa näkökulmaa, jotka ovat vuorovaikutuksessa keskenään (Kangas ym. 2022). Mazziotta ym. (2023) niin ikään tuovat esiin metsänhoidon kokonaisvaltaisen kestävyuden haasteita ja etenkin ekologisten ja taloudellisten tavoitteiden konflikteja. Metsästykseen liittyviä tilallisia haasteita on taas tunnistettu käyttäen sosioekologisen pirstoutumisen termiä (Hiedanpää ym. 2010). Kyseinen ilmiö on siis tunnistettu kirjallisuudessa, mutta siihen on viitattu ristiriitana, konfliktina tai epä johdonmukaisuutena. Lisäksi kirjallisuushaun aikana esiin nousi Blattertin ym. (2022) julkaisu, jossa Suomen luonnonvarojen hallintakeinoista oli tunnistettu epä johdonmukaisuuksia suhteessa ekosysteemipalveluiden säilymiseen. Julkaisu toteaa Suomen metsäpolitiikan tukevan heikosti ekosysteemipalveluiden tuotantoa

resilientissä metsäekosysteemissä. Artikkelissa on paljon yhtymäkohtia sosioekologisen yhteensopimattomuuden termiin ja teoriaan, vaikkei se käytäkään kyseistä sanastoa. Näin ollen on hyvin mahdollista, että Suomessa on tunnistettu enemmänkin näitä sosioekologisia yhteensopimattomuuksia käyttämättä kuitenkaan samaa termistöä. Blattert ym. (2022) tunnistivat sekä tilallisia, ajallisia että toiminnallisia ristiriitoja Suomen metsänhoidosta. Yhdeksi ratkaisuksi he ehdottivat nykyistä selkeämpää jakoa tuotanto- ja suojelualueiden välillä metsien ekosysteemipalveluiden välisten ristiriitojen ehkäisemiseksi, mikä ilmaisee tilallista sosioekologista yhteensopimattomuutta nykyisessä metsänhoidossa. Ajallista sosioekologista yhteensopimattomuutta taas ilmaisee se, että heidän mukaansa Suomen metsien monimuotoisuus kärsii liian lyhyestä puuston kiertoajasta nykytilanteessa. Heidän mukaansa olisi suositeltavaa pidentää puuston kiertoaikaa. Lisäksi he suosittavat jatkuvan kasvatuksen metsänhoitomenetelmiä vallalla olevan, jaksollisen kasvatuksen menetelmän sijaan monimuotoisuustavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä taas on hyvä esimerkki toiminnallisesta sosioekologisesta yhteensopimattomuudesta suomalaisessa metsänhoidossa. Julkaisu korostaa näiden kaikkien muutosten vaativan nykyistä parempia kannustimia toteutuakseen. Blattert ym. (2022) ovat siis tunnistaneet monipuolisesti erilaisia sosioekologisia yhteensopimattomuuksia julkaisussaan viitaten niihin lähinnä metsänhoidon ja ekosysteemipalveluiden välisinä epäjohdonmukaisuuksina.

Tässä katsauksessa tilallisen sosioekologisen yhteensopimattomuuden tapausesimerkissä aineistoon sisällytettiin sisäänotto- ja poissulkukriteerien pohjalta neljä hömötiaista käsittelevää julkaisua, joista kolmesta voitiin havaita viitteitä tilallisesta tai toiminnallisesta sosioekologisesta yhteensopimattomuudesta. Näiden artikkeleiden pohjalta tehtiin täydennyshaku, jolla etsittiin erityisesti tietoa sosiaalisen prosessin mittakaavasta hömötiaisen tapauksessa. Hömötiaisen vähenemisen taustalta havaittiin selkeä tilallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus liittyen hömötiaiselle sopivien talvehtimisalueiden määrään. Cīrule ym. (2017) toteavat hömötiaisten selviävän talvesta todennäköisemmin ja alhaisemmilla stressihormonitasoilla talvehtimalla vanhoissa metsissä verrattuna nuoriin, käsitellyihin metsiin. Hömötiaisen talvireviirin koko vaihtelee hieman lähteen mukaan, mutta kyseessä on lähteestä riippumatta useiden hehtaarien kokoinen alue. Cīrule ym. (2017) esittävät hömötiaisen talvehtimisreviirin kooksi 9 hehtaaria, kun taas Müllerin (2024) tekemässä katsauksessa mainitaan, että hömötiaisen talvireviirin koko olisi noin 13 hehtaaria Pohjois-Suomessa ja noin 24 hehtaaria Etelä-Ruotsissa. Näiden pohjalta hömötiaisen tarvitsisi siis vähintään 9 hehtaaria yhtenäistä vanhaa metsää talvehtiäkseen.

Tilallisessa mittakaavassa Suomen metsien hallinta on hyvin pirstaloitunutta. Keskimääräisen, yksityisen metsänomistajan omistaman metsäalan koko vaihtelee hieman lähteittäin, mutta esimerkiksi Metsäkeskuksen tilaston (2024) mukaan sen koko on 31,7 hehtaaria mediaanin ollessa kuitenkin vain 9,7 hehtaaria. Puolella Suomessa metsää omistavista henkilöistä on metsää siis enintään 9,7 hehtaaria. Hännisen ym. (2021) mukaan keskimääräinen metsänomistaja omistaa Suomessa 45,1 hehtaaria metsää 2,1 kiinteistössä, mutta kyseisen tilaston mediaanitietoa ei ole esitetty. Heidän esittelemänsä metsänkayttöilmoitus-tilaston pohjalta laskettuna keskimääräinen hakkuukuvion

koko oli taas 1,59 hehtaaria jokaisena tarkasteluvuonna vuosina 2016–2018. Metsiin kohdistuva päätöksenteko tehdään siis usein liian pienellä alueella hömötiaisen talvehtimisreviirin suhteen, ja myös metsänkäsittely kohdistuu kerralla suhteessa pienelle alueelle. Tämä johtaa hömötiaisen kannalta hyvin pirstaloituneisiin alueisiin, jotka eivät välttämättä sovellu talvehtimiseen. Toisin sanoen metsänhoidon ja hömötiaisen ekologian tilalliset mittakaavat ovat siis ristiriidassa keskenään, mistä syntyy tilallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus. Hömötiaiselle voisi olla edullista käsitellä nykyistä isompia metsäalueita yhtenevällä tavalla. Esimerkiksi Blattert ym. (2022) ehdottavat metsien käyttömuotoihin nykyistä selkeämpää jaottelua suojeltujen alueiden ja tuotantoalueiden välillä. Tämän toteutuessa meillä olisi siis enemmän intensiivisen tuotannon metsäaloja, mutta myös enemmän selkeästi suojeltuja alueita. Tämä lisäisi metsiemme monikäyttöisyyttä ja vähentäisi ekosysteemipalveluiden välisiä konflikteja kokonaiskuvassa (Blattert ym. 2022). Tässä haasteeksi voi kuitenkin muodostua Suomen hajanainen metsänomistusrakenne, mutta on hyvä huomata, että metsänomistajat voivat myös yhdessä tehdä tilarajojen ylittäviä hoito- tai suojelutoimia (Hujala ym. 2010), mikä kasvattaisi yhtenäisellä tavalla hoidettua metsäalaa. Toisaalta isot metsänomistajat, jotka omistavat suuria yhtenäisiä metsäalueita, voisivat säästää omistamilleen alueille hömötiaiselle sopivia elinympäristöjä. Tällainen ”hömötiaiskuvio” voisi olla esimerkiksi 10 hehtaarin kokoinen, ja sille voitaisiin kohdistaa vain kevyitä metsänhoitotoimenpiteitä jatkuvan kasvatuksen periaatteiden mukaisesti. Näin isot metsänomistajat, kuten kunnat, seurakunnat ja suuret metsäyhtiöt voisivat osaltaan pyrkiä ehkäisemään hömötiaisen vähenemistä.

Toinen tilallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus löytyi liittyen metsiemme pystyssä olevan, lahon lehtipuun määrään. Vatka ym. (2014) esittävät, ettei hömötiaisen välttämättä tarvitse yhtenäistä, vanhaa metsää pesiäkseen, mutta välttää kuitenkin avoimia paikkoja ja tarvitsee pystyä, lahoa lehtipuuta pesäpaikakseen. Myös Kumpula ym. (2023) korostavat pystyn, lahon lehtipuun merkitystä hömötiaiselle. Heidän mukaansa tällaisten sopivien pesäpaikkojen jättäminen alueelle voi jopa kompensoida hakkuiden negatiivisia vaikutuksia hömötiaiseen. Vatkan ym. (2014) mukaan esimerkiksi pötkelöiden tekeminen voisi olla hömötiaiselle edullista. Hömötiaisen vaikuttaa suosivan pesintään laajoja harvan tai nuoren metsän alueita, joilla on riittävästi sopivia pesäpaikkoja (Vatka ym. 2014). Sopivat pesäpuut eivät kuitenkaan riitä, mikäli sopivaa talvehtimisaluetta ei ole tarjolla. Pystyn, lahon lehtipuun määrä on hitaasti kasvanut metsissämme ainakin vuodesta 1996 lähtien, mutta sen määrä on edelleen suhteessa hyvin vähäinen (Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta). Viimeisimmän valtakunnan metsien inventoinnin mukaan lahoppuuta oli keskimäärin 6,6 m³/ha, josta vain 0,5 m³/ha oli pystyyn lahonnutta lehtipuuta. Suomen metsissä on siis keskimäärin todella vähän hömötiaiselle sopivia pesäpuita. Tämänkin voi luokitella tilalliseksi sosioekologiseksi yhteensopimattomuudeksi, kun jotain hömötiaisen ekologian kannalta elintärkeää on suomalaisen metsänhoidon toimesta liian vähän tietyssä tilassa. Lisäksi hömötiaisen ollessa paikkalintu (Cīrule ym. 2017) sopivien pesäpaikkojen tulisi löytyä hömötiaisen

talvehtimisalueen sisältä tai välittömästi läheisyydestä, mikä vaikeuttaa sopivien alueiden löytymistä entisestään.

Hömötiaisen vähenemisen taustalta voitiin tunnistaa myös toiminnallisia sosioekologisia yhteensopimattomuuksia. Kumpula ym. (2023) toteavat erityisesti avohakkuilla olleen kumulatiivisia, negatiivisia vaikutuksia hömötiaisen pesintätiheyteen ainakin 30 vuoden ajalta. Heidän mukaansa tasaikäisrakenteisen metsänhoidon harjoittaminen hävittää hömötiaisen elinympäristöjä ja/tai heikentää niiden laatua, ja metsänhoitomenetelmissä olisi hyvä siirtyä jatkuvan kasvatuksen metodeihin päätehakkuiden sijaan. Tasaikäisrakenteinen metsänhoito on edelleen vallitseva menetelmä Suomessa. Metsätilastollisen vuosikirjan (2022) mukaan noin 21 % käsitellyistä metsäalueista käsiteltiin uudistushakkuulla vuonna 2020. Alueista noin 77 % käsiteltiin harvennuksilla, joihin kuuluu ensiharvennus, muut harvennukset sekä ylispuiden poisto. Ylispuiden poisto kattaa vain noin 4 % kaikista käsittelyistä vuonna 2020 (Kulju ym. 2022). Vallalla olevat metsänhoitomenetelmät ja hömötiaisen ekologia ovat siis ristiriidassa keskenään, kun todetusti etenkin tasaikäisrakenteinen metsänhoito on hömötiaiselle haitallista. Tämä voidaan luokitella tilalliseksi sosioekologiseksi yhteensopimattomuudeksi hömötiaiselle sopivien elinalueiden hävitessä, ja toiminnalliseksi sosioekologiseksi yhteensopimattomuudeksi, jossa ihmisen harjoittama metsänhoito on ristiriidassa hömötiaisen ekologian kanssa. Jatkuvaan kasvatukseen siirtymisessä on todettu olevan taloudellisiakin etuja pitkällä aikavälillä (Pukkala ym. 2012), ja sen lisäksi hoitomenetelmä voisi siis olla hömötiaisellekin eduksi (Kumpula ym. 2023).

Metsänhoitomenetelmien lisäksi Müller esittää katsauksessaan (2024) muita mahdollisia syitä hömötiaisen vähenemisen taustalla. Niitä on hänen mukaansa metsiemme tihentyminen, korpiympäristöjen väheneminen ojitusten myötä, hirvieläimet, talitiaisten tai käpytikan lisääntyminen, ilmaston lämpeneminen, ja jokin uusi, lajia vaivaava tauti. Nämä vaatisivat hänen mukaansa lisätutkimusta. Balotari-Chiebao ym. (2021) taas totesivat, että tuulivoimaloilla voi olla negatiivisia vaikutuksia hömötiaiseen sen pesintäaikana. Heidän mukaansa vaikutus syntyy mahdollisesti yhdessä metsäteollisuuden heikentämien elinympäristöjen kanssa ja vaatisi lisätutkimusta.

Aineistoon sisällytetyn kirjallisuuden pohjalta voi todeta, että hömötiaisella on Suomessa liian vähän sekä talvehtimis- että pesintäalueita. Metsänhoidon tilallinen mittakaava on siis ristiriidassa hömötiaisen ekologien prosessien tilallisen mittakaavan kanssa näiden alueiden suhteen. Hömötiaiselle olisi edullista lisätä pystyssä olevan, lahon lehtipuun määrää metsissämme sekä käsitellä nykyistä isompia metsäalueita yhtenevällä tavalla. Lisäksi tasaikäisrakenteisen metsänhoidon suosiminen luo eräänlaisen toiminnallisen sosioekologisen yhteensopimattomuuden, joka niin ikään vaikuttaa hömötiaisen vähenemisen taustalla. Muiden mahdollisten ajurien taustalta voi myös löytyä sosioekologisia yhteensopimattomuuksia, kuten energiantuotannon tarpeet suhteessa hömötiaisen elinympäristöihin. Näiden mahdollisten ajureiden vaikutuksia hömötiaiseen tulisi kuitenkin tutkia lisää.

Kirjanpainajan tapauksessa aineistoon sisällytettiin yhteensä 19 julkaisua, joista 16 löytyivät Web of science-tietokannasta, ja loput kolme oli

julkaistu Metsätieteen Aikakauskirja-julkaisusarjassa. Kyseiset artikkelit lisättiin aineistoon, sillä ne täyttivät sisäänottokriteerit ja täydensivät aineistoa tarkoituksenmukaisesti. Aineiston pohjalta kirjallisuudesta löytyi viitteitä sekä ajallisista, että toiminnallisista sosioekologisista yhteensopimattomuuksista kirjanpainajatuhojen taustalla.

Valtaosa julkaisuista toi ilmi ilmastonmuutoksen vaikutuksen kirjanpainajatuhoihin todeten, että nousevan lämpötilan, kuivuuden ja lisääntyvien myrskyjen vuoksi tuhot tulevat lisääntymään tulevaisuudessa myös Suomessa. Kasvavan tuholaisriskin vuoksi useat artikkelit nostivat esiin tarpeen entistä nopeammille tai selkeämmille keinoille kirjanpainajatuhojen havainnointiin ja hallintaan. Kaukokartoitusmenetelmiä kehitetään jatkuvasti kirjanpainajatuhojen havainnoinnin tarpeisiin, jotta mahdolliset tuhot voitaisiin havaita entistä varhaisemmassa vaiheessa. Tästä voi päätellä, että kirjanpainajatuhojen taustalla vaikuttaa eräänlainen ajallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus, kun alkavaan joukkoesiintymään ei reagoita riittävän nopeasti nykytilanteessa. Kirjallisuushaun perusteella ei kuitenkaan voi suoraan sanoa, miksi näin on. Yksi mahdollinen osatekijä on korvausvelvollisuuden ja sitä kautta lainsäädännön epäselvyys tuholaisapauksissa. Siitonen ja Pouttu (2014) ja Melin ym. (2021) käsittelevät julkaisuissaan kirjanpainajatuhojen korvausvelvollisuutta Suomen lainsäädännössä. Metsätuholain mukaan kirjanpainajan levitessä metsäalalta toiselle, on alkuperäisen esiintymän alueen omistavan tahon korvattava siitä aiheutuneet kulut jälkimmäisen omistajalle. Siitonen ja Pouttu (2014) arvioivat kirjanpainajaesiintymän alkuperän ja aikajanan tunnistamisen kuitenkin haastavaksi. Lisäksi Melin ym. (2021) toivat esiin mahdollisen lupamenettelyn tarpeen kaava-alueille sijoittuvissa torjuntahakkuissa, jolloin sen vaatima aika voi mahdollistaa tuhojen leviämisen. Näihin nojaten on mahdollista, että Suomen lainsäädäntö hidastaa osaltaan kirjanpainajatuhoihin reagoimista. Toiseksi mahdolliseksi tekijäksi nousi jatkuvan tarkkailun tarve maastossa. Kirjanpainajatuhot ovat ensimmäisenä havaittavissa rungossa, jolloin ilmasta käsin tehty kaukokartoitus ei usein pysty havaitsemaan kirjanpainajan esiintymää, ennen kuin se ruskistaa latvan ja näin ollen on jo tehnyt vahinkoa rungolle. Tästä tulkiten on siis mahdollista, että metsänomistajien tulisi tarkkailla omistamaansa puustoa nykyistä ahkerammin jalkautumalla maastoon. Kolmantena mahdollisena tekijänä on Kärhän ym. (2018) julkaisun pohjalta metsäkoneiston sopimattomuus yksittäisten tuulenkaatojen korjuuseen. Heidän mukaansa alan osaamista ja laitteistoa tulisi kehittää tuulenkaatojen korjuun suhteen. Slovakiasta kerätyn aineiston perusteella puun kaatumisesta kulunut aika lisää kirjanpainajan iskeytymisen todennäköisyyttä, tosin saman aineiston perusteella kirjanpainaja suosii katkenneita pystypuita tuulenkaatoja enemmän (Hroššo ym. 2020). Näin ollen on kuitenkin mahdollista, että metsäteollisuuden riittämätön kalusto tai osaaminen tuulenkaatojen korjuussa edesauttaa kirjanpainajien joukkoesiintymien syntyä. Metsäalan riittämätön osaaminen ja kalusto nousi esiin kuitenkin vain yhdessä julkaisussa, joten tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella se ei vaikuta olevan kovin merkityksellinen ajuri.

Usea julkaisu nosti yksipuolisen puulajiston metsissämme merkittäväksi tekijäksi kirjanpainajariskien kohoamisessa (Pukkala 2018, Blomqvist

ym. 2018, Hlásny ym. 2021, Melin ym. 2022, Tikkanen ja Lehtonen 2023). Näiden julkaisujen mukaan monilajinen puusto ehkäisisi metsän kirjanpainajatuhoja, näin ollen ilmiöstä voi tunnistaa toiminnallisen sosioekologisen yhteensopimattomuuden. Melin ym. (2022) muistuttavat kuitenkin, että hirvieläimet ovat mahdollinen haaste sekametsän kasvatukselle, mikäli niitä on alueella paljon. Kirjanpainaja suosii yksilajisen puuston lisäksi tasaikäistä, varttunutta puustoa (Melin ym. 2022). Kirjanpainajatuhojen ehkäisemiseksi voikin olla edullista kasvattaa kuviolla monen ikäistä puustoa, sillä tuholaisen iskiessä varttuneeseen puustoon jää nuorempaa puustoa silti jäljelle (Äijälä ym. 2019). Kuten hömötiaisenkin tapauksessa todettua, jatkuvan kasvatuksen hoitomenetelmät kattavat vain pienen osan Suomen metsistä. Tämäkin ilmentää siis viitteitä toiminnallisesta sosioekologisesta yhteensopimattomuudesta kirjanpainajatuhojen taustalla. Lisäksi ilmastonmuutoksen kasvattaessa kirjanpainajariskiä on toiminnallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus kaksinkertainen, sillä isossa mittakaavassa ihminen aiheuttaa ilmastonmuutosta ja samalla hoitaa metsiään kirjanpainajalle suotuisiksi. Metsänhoidossa tulisi siis hyödyntää nykyistä enemmän sekalajista puustoa ja jatkuvan kasvatuksen menetelmää kirjanpainajan joukkoesiintymien ehkäisemiseksi.

Kolmas kirjallisuudesta noussut, mahdollinen toiminnallinen sosioekologinen yhteensopimattomuus löytyy yleisestä pyrkimykseltämme hallita metsän toimintaa ja prosesseja. Hyönteistuhojen kontekstissa Potterf ym. (2022) ja Melin ym. (2022) kyseenalaistavat pyrkimyksemme minimoida kaikki häiriöt metsäekosysteemeissä. He korostavat häiriöiden olevan osa metsien luontaista dynamiikkaa, ja niiden seurauksena syntyvän lahopuun merkitystä monimuotoisuudelle. Talousmetsän sosioekologinen luonne aiheuttaa sen, että kirjanpainajan tuhoama puu voidaan nähdä hyväksi luonnon monimuotoisuudelle, ja samalla harmillisena tulonmenetyksenä. Ihmisen tavoite hallita metsän prosesseja metsänhoidon keinoin on myös puulajiston yksipuolistumisen taustalla, joten olemme osaltamme voimistaneet ongelmaa, jonka hallitsemiseksi kaipaamme uusia keinoja ja teknologiaa. Metsänhoidon voisi olla edullista tähdätä kohti metsän luontaisempaa dynamiikkaa, mutta tämä toki vaatii todella suuria muutoksia järjestelmätasolta lähtien (Potterf ym. 2023).

Hyönteistuhojen sosioekologinen ulottuvuus ja monialaiset vaikutukset sosioekologisiin systeemeihin on tunnistettu kirjallisuudessa paikoin, vaikkei sosioekologisen yhteensopimattomuuden termiä olekaan käytetty. Esimerkiksi Morris ym. (2017) toteavat, että systeemin sekä sosiaalinen, että ekologinen resilienssi tulisi huomioida ongelman hallintakeinoissa. Hlásny ym. (2021) taas toteavat, että hyönteistuhojen sosiaalista ja ekologista skaalaa tulisi yhdistellä haittojen minimoimiseksi. Usean julkaisun mukaan tämä metsänhoidon haaste kaipaa monitieteistä lähestymistapaa ja tilanteen mukaan räätälöityjä hallintakeinoja (Näsi ym. 2015, Morris ym. 2017, Hlásny ym. 2021). Hyönteistuhojen sekä sosiaalisen että ekologisen ulottuvuuden tunnistaminen ja sen liittäminen systeemin resilienssiin liittyy monilta osin tämän katsauksen käyttämään teoriaan, vaikkei tässäkin tapauksessa sosioekologisen yhteensopimattomuuden termiä ole käytetty.

Kirjallisuushaun pohjalta vaikuttaa siltä, että kirjanpainajatuhojen tapauksessa niiden sekä ekologinen, että sosiaalinen ulottuvuus on tunnistettu paremmin, kuin hömötiaisen tapauksessa. Kummankaan tapausesimerkin yhteydessä ei löytynyt kirjallisuutta, jossa olisi käytetty sosioekologisten yhteensopimattomuuksien termiä ja teoriaa, mutta etenkin kirjanpainajan tapauksessa sama asia oli ilmaistu vain hieman eri tavalla. Kirjanpainajan tapauksesta löytyi myös helpommin lähteitä, joissa molemmat näkökulmat olivat läsnä, kun taas hömötiaisen tapauksessa eri näkökulmia tuli pitkälti yhdistellä eri lähteistä. Tämä voi johtua siitä, että hyönteistuhhoista voidaan tunnistaa myös niiden taloudellinen vaikutus helpommin verrattuna hömötiaisen vähenemiseen. Hömötiaisen kannan tai yleisemmin monimuotoisuuden heikkenemisen vaikutukset ihmiseen eivät usein ole yhtä suoraa, kuin kirjanpainajan aiheuttamat tulonmenetykset metsässä. Monimuotoisuuden yhteys resilienssiin ja sitä kautta meille elintärkeisiin ekosysteemipalveluihin tekee aiheesta kuitenkin myös meille elintärkeän, jolloin ilmiön sosiaalinen näkökulma olisi tärkeää tunnistaa nykyistä paremmin.

Valitut tapausesimerkit ja niiden määrä vaikuttaa työn tuloksiin, eikä katsaus anna siis täysin kattavaa kuvaa suomalaisesta metsänhoidosta. Tapaukset olivat kuitenkin tarpeellisia työmäärän rajaamiseksi, ja antoivat kaksi erilaista esimerkkiä metsänhoitomme ongelmakohdista. Niistä löytyneet sosioekologiset yhteensopimattomuudet vaikuttavat ensisijaisesti kestävyiden eri osa-alueisiin, vaikka vaikutukset ulottuvatkin jollain tapaa kaikkiin kestävyiden ulottuvuuksiin. Hömötiaisen vähenemisen vaikutukset kohdistuvat suorimmin ekologiseen kestävyteen, kun kirjanpainajatuhot vaikuttavat etenkin taloudelliseen ja sen kautta sosiaaliseen kestävyteen. Vastaavaa katsausta olisikin mielenkiintoista kohdistaa myös muihin metsien käyttöön liittyviin ilmiöihin. Katsauksen tulosten perusteella on hyvin todennäköistä, että sosioekologisia yhteensopimattomuuksia olisi löydettävissä muidenkin ilmiöiden taustalta. Lisäksi tutkimuksen tuloksiin vaikuttaa itse katsauksen toteutustapa, se tehtiin käyttämällä yhtä tietokantaa, jonka hakutulosten pohjalta tehtiin täydentäviä hakuja. Valitun tietokannan lisäksi käytetyt hakutermit ja aineistolle asetetut kriteerit vaikuttivat lopulliseen aineistoon. Tulokset eivät siis ole täysin yleistettävissä koko suomalaiseen metsäsektoriin, vaan toimivat nimensä mukaisesti katsauksena aiheesta. Laajemman katsauksen suorittamiseksi olisi hyödyllistä käyttää yhä monipuolisempia hakutermejä ja useampaa tietokantaa. Haku voisi koskea myös laajemman aikavälin julkaisuja kuin tässä työssä. Nämä rajaukset olivat kuitenkin niin ikään itse työn tekemiseen käytettävien resurssien riittävyyden kannalta olennaisia.

Suomalaisessa metsänhoidossa on sosioekologisia yhteensopimattomuuksia, mutta kyseistä termiä ei ole aiemmin käytetty suomalaisen metsänhoidon kontekstissa. Nämä yhteensopimattomuudet heikentävät metsänhoitomme kestävyttä, ja pahimmillaan vaarantavat meille elintärkeiden ekosysteemipalveluiden tuotannon. Sosioekologisen yhteensopimattomuuden termi ja teoria tarjoaa uuden näkökulman metsänhoidon kestävyteen vaikuttaviin tekijöihin. Metsien ollessa monipuolisia sosioekologisia systeemejä tulisi niiden käyttöä tarkastella nykyistä enemmän sekä sosiaalisesta että ekologisesta näkökulmasta ja etenkin näiden tekijöiden välisten

vuorovaikutusten kautta. Tässä työssä esitettyihin haasteisiin ei ole yksiselitteistä ratkaisua, vaan ne vaativat osakseen monialaista ajattelua ja muutosta. Esimerkiksi hömötiaisen talvireviiriksi sopivien alueiden riittämättömyyttä ei voida ratkaista pelkästään luonnonsuojelutoimilla, vaan myös sosiaalisen mittakaavan haaste, eli tässä tapauksessa metsänkäsittelyn pieni kuviokoko, vaatii ratkaisua. Kirjanpainajan tapauksessa taas useampi julkaisu suosittikin ongelman sekä sosiaalisen, että ekologisen ulottuvuuden yhdistämistä kestävä ratkaisun löytämiseksi. Sosioekologisen yhteensopimattomuuden termi ja teoria toimii työkaluna juuri näiden eri osa-alueiden vuorovaikutusten tutkimiseen, ja sitä tulisikin hyödyntää metsänhoidon tai minkä tahansa sosioekologisen systeemin tutkimuksessa laajemmin. Parhaimmillaan näiden yhteensopimattomuuksien tunnistaminen auttaa meitä ennakoimaan nykyistä paremmin ekosysteemin resilienssin heikentymistä, mikä taas on etu niin ihmiselle kuin ympäristöllekin. Sosioekologisen yhteensopimattomuuden käsitteen käytössä on siis paljon potentiaalia kokonaisvaltaisen kestävyuden edistämiseksi, ja sen suurin haaste onkin sen vähäinen tunnettuus. Termi vaatii osakseen lisätutkimusta ja sen nykyistä tiiviimpää sisällyttämistä julkiseen keskusteluun. Tulevaisuudessa sosioekologisen yhteensopimattomuuden termi ja teoria voisivat olla kiinteä osa yhteiskuntamme kestävyyskeskustelua.

KIITOKSET

Suuret kiitokset työn ohjaajille FT Johanna Yletyiselle sekä FT Panu Halmeelle koko prosessin aikaisesta ohjauksesta ja tuesta.

Jyväskylässä 18.4.2024
Anette Ursin

KIRJALLISUUSLUETTELO

- Aveyard H. 2019. *Doing a literature review in health and social care: a practical guide*. Open University Press, McGraw-Hill Education, London.
- Balotari-Chiebao F., Valkama J. & Byholm P. 2021. Assessing the vulnerability of breeding bird populations to onshore wind-energy developments in Finland. *ORNIS FENNICA* 98: 59–73.
- Blattert C., Eyvindson K., Hartikainen M., Burgas D., Potterf M., Lukkarinen J., Snäll T., Toraño-Caicoya A. & Mönkkönen M. 2022. Sectoral policies cause incoherence in forest management and ecosystem service provisioning. *Forest Policy and Economics* 136: 102689.
- Blomqvist M., Kosunen M., Starr M., Kantola T., Holopainen M. & Lyytikäinen-Saarenmaa P. 2018. Modelling the predisposition of Norway spruce to *Ips typographus* L. infestation by means of environmental factors in southern Finland. *European Journal of Forest Research* 137: 675–691.
- Bodin Ö., Crona B., Thyresson M., Golz A.-L. & Tengö M. 2014. Conservation Success as a Function of Good Alignment of Social and Ecological Structures and Processes. *Conservation Biology* 28: 1371–1379.
- Booth A., Sutton A. & Papaioannou D. 2016. *Systematic approaches to a successful literature review*. SAGE Publications Ltd.
- Bunnell F.L. & Houde I. 2010. Down wood and biodiversity – implications to forest practices. *Environmental Reviews* 18: 397–421.
- Cīrule D., Krama T., Krams R., Elferts D., Kaasik A., Rantala M.J., Mierauskas P., Luoto S. & Krams I.A. 2017. Habitat quality affects stress responses and survival in a bird wintering under extremely low ambient temperatures. *The Science of Nature* 104: 99.
- Cumming G.S., Cumming D.H.M. & Redman C.L. 2006. Scale Mismatches in Social-Ecological Systems: Causes, Consequences, and Solutions. *Ecology and Society* 11.
- Dale S. & Andreassen E.T. 2016. Population decline of the Siberian Tit (*Poecile cinctus*) in southern Norway and an assessment of possible causes. *ORNIS FENNICA* 93: 77–87.
- Duračiová R., Muňko M., Barka I., Koreň M., Resnerová K., Holuša J., Blaženec M., Potterf M. & Jakuš R. 2020. A bark beetle infestation predictive model based on satellite data in the frame of decision support system TANABBO. *iForest - Biogeosciences and Forestry* 13: 215.

- Elinkeinoelämän keskusliitto 2022. Ulkomaankauppa. [Ulkomaankauppa](#). (luettu 10.4.2023).
- Epstein G., Pittman J., Alexander S.M., Berdej S., Dyck T., Kreitmair U., Rathwell K.J., Villamayor-Tomas S., Vogt J. & Armitage D. 2015. Institutional fit and the sustainability of social-ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14: 34–40.
- Falk D.A., Mantgem P.J. van, Keeley J.E., Gregg R.M., Guiterman C.H., Tepley A.J., JN Young D. & Marshall L.A. 2022. Mechanisms of forest resilience. *Forest Ecology and Management* 512: 120129.
- Fischer A.P. 2018. Forest landscapes as social-ecological systems and implications for management. *Landscape and Urban Planning* 177: 138–147.
- Fraixedas S., Lindén A. & Lehtikoinen A. 2015. Population trends of common breeding forest birds in southern Finland are consistent with trends in forest management and climate change. *Ornis Fennica* 92: 187–203.
- Galaz V., Olsson P., Hahn T., Folke C. & Svedin U. 2008. The problem of fit among biophysical systems, environmental and resource regimes, and broader governance systems: insights and emerging challenges. Teoksessa: Young O.R., King L.A. & Schroeder H. *Institutions and environmental change: principal findings, applications and research frontiers*. Cambridge, mass: the MIT press, pp. 147-186.
- Ghimire R.P., Kivimäenpää M., Blomqvist M., Holopainen T., Lyytikäinen-Saarenmaa P. & Holopainen J.K. 2016. Effect of bark beetle (*Ips typographus* L.) attack on bark VOC emissions of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) trees. *Atmospheric Environment* 126: 145–152.
- Grant M.J. & Booth A. 2009. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal* 26: 91–108.
- Helle P. 1985. Effects of forest fragmentation on bird densities in northern boreal forests. *Ornis Fennica*. 62: 35-41.
- Hiedanpää J., Pellikka J., Laulumaa M. & Nieminen J. 2010. *Hirvieläinten metsästys sosioekologisesti pirstoutuneilla metsästyksmailla: Tapaustutkimus Nuuksion kansallispuiston ympäristöstä*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Hlásny T., König L., Krokene P., Lindner M., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K.F., Schelhaas M.-J., Svoboda M., Viiri H. & Seidl R. 2021. Bark Beetle

- Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management. *Current Forestry Reports* 7: 138–165.
- Hroššo B., Mezei P., Potterf M., Majdák A., Blaženec M., Korolyova N. & Jakuš R. 2020. Drivers of Spruce Bark Beetle (*Ips typographus*) Infestations on Downed Trees after Severe Windthrow. *Forests* 11: 1290.
- Hujala T., Kurttila M. & Korhonen K. Metsänomistajien päätöksentekotilanteet: kohti uudistuvia metsäsuunnittelupalveluja ja suojelupäätösten tukea.
- Hyvärinen E., Juslén A., Kemppainen E., Uddström A. & Liukko U.-M. (eds.). 2019. *Suomen lajien uhanalaisuus: Punainen kirja 2019*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.
- Hänninen H., Kotivuori E. & Blauberg K. 2021. Hänninen H., Kotivuori E. et al. (2021) Metsänomistajat rekisteriaineistojen valossa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2021.
- Ilyas M., Ahmad W., Khan H., Yousaf S., Khan K. & Nazir S. 2018. Plastic waste as a significant threat to environment - a systematic literature review. *Reviews on Environmental Health* 33: 383–406.
- Kallio A.M.I. 2021. Wood-based textile fibre market as part of the global forest-based bioeconomy. *Forest Policy and Economics* 123: 102364.
- Kanerva H., Honkavaara E., Näsi R., Hakala T., Junttila S., Karila K., Koivumäki N., Alves Oliveira R., Pelto-Arvo M., Pölönen I., Tuviala J., Östersund M. & Lyytikäinen-Saarenmaa P. 2022. Estimating Tree Health Decline Caused by *Ips typographus* L. from UAS RGB Images Using a Deep One-Stage Object Detection Neural Network. *Remote Sensing* 14: 6257.
- Kangas A., Pynnönen S., Mäkipää R., Komonen A. & Halme P. 2022. Metsien käytön kestävyysmuutoksen mittaamisen periaatteista. *Metsätieteen aikakauskirja* 2022.
- Kivilaakso A. & Marsio L. (toim.). 2017. *Elossa – Luonto ja elävä kulttuuriperintö*. Museovirasto.
- Korhonen K.T., Ihalainen A., Kuusela S., Punttila P., Salminen O. & Syrjänen K. 2020. Korhonen K. T., Ihalainen A. et al. (2020) Metsien monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina 1980–2015. *Metsätieteen aikakauskirja* 2020.
- Kosunen M., Lyytikäinen-Saarenmaa P., Ojanen P., Blomqvist M. & Starr M. 2019. Response of Soil Surface Respiration to Storm and *Ips typographus* (L.) Disturbance in Boreal Norway Spruce Stands. *Forests* 10: 307.

- Kosunen M., Peltoniemi K., Pennanen T., Lyytikäinen-Saarenmaa P., Adamczyk B., Fritze H., Zhou X. & Starr M. 2020. Storm and *Ips typographus* disturbance effects on carbon stocks, humus layer carbon fractions and microbial community composition in boreal *Picea abies* stands. *Soil Biology and Biochemistry* 148: 107853.
- Krama T., Krams R., Čirule D., Moore F.R., Rantala M.J. & Krams I.A. 2015. Intensity of haemosporidian infection of parids positively correlates with proximity to water bodies, but negatively with host survival. *Journal of Ornithology* 156: 1075–1084.
- Krams I.A., Luoto S., Krama T., Krams R., Sieving K., Trakimas G., Elferts D., Rantala M.J. & Goodale E. 2020. Egalitarian mixed-species bird groups enhance winter survival of subordinate group members but only in high-quality forests. *Scientific Reports* 10: 4005.
- Kulju I., Niinistö T., Peltola A., Rätty M., Sauvula-Seppälä T., Torvelainen J., Uotila E. & Vaahtera E. 2023. *Metsätilastollinen vuosikirja 2022*. Luonnonvarakeskus.
- Kumpula S., Vatka E., Orell M. & Rytönen S. 2023. Effects of forest management on the spatial distribution of the willow tit (*Poecile montanus*). *Forest Ecology and Management* 529: 120694.
- Kuuluvainen T., Wallenius T.H., Kauhanen H., Aakala T., Mikkola K., Demidova N. & Ogibin B. 2014. Episodic, patchy disturbances characterize an old-growth *Picea abies* dominated forest landscape in northeastern Europe. *Forest Ecology and Management* 320: 96–103.
- Kärhä K., Anttonen T., Poikela A., Palander T., Laurén A., Peltola H. & Nuutinen Y. 2018. Evaluation of Salvage Logging Productivity and Costs in Windthrown Norway Spruce-Dominated Forests. *Forests* 9: 280.
- Laki metsätuhojen torjunnasta 1087/2013.
- Lähtinen K. 2010. Metsien eri käyttömuodoista saatavien hyötyjen taloudellinen arvo ja niihin liittyvä yritystoiminta Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2010.
- Linnakoski R., Mahilainen S., Harrington A., Vanhanen H., Eriksson M., Mehtätalo L., Pappinen A. & Wingfield M.J. 2016. Seasonal Succession of Fungi Associated with *Ips typographus* Beetles and Their Phoretic Mites in an Outbreak Region of Finland. *PLOS ONE* 11: e0155622.
- Luonnonsuojelulaki 9/2023.
- Luonnonvarakeskus 2022a. Metsävarat maakunnittain. [Metsävarat maakunnittain](#). (luettu 10.4.2023).

- Luonnonvarakeskus 2022b. Metsävarat maakunnittain. [Puuston tilavuus](#). (luettu 11.4.2023).
- Luonnonvarakeskus 2022c. Puun energiakäyttö 2021. [Puun energiakäyttö 2021](#) (luettu 11.4.2023).
- Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta. 2024. [Kuolleen puuston keskitilavuus metsämaalla](#) (Luettu 22.3.2024).
- Maa- ja metsätalousministeriö 2023. Kansallinen metsästrategia 2035.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2023a. Suomen metsävarat. [Suomen metsävarat](#) (luettu 13.4.2023).
- Maa- ja metsätalousministeriö 2023b. Laeilla ja asetuksilla turvataan metsätalouden kestävyyttä. [Metsälainsäädäntö](#) (luettu 13.4.2023).
- Masoero G., Laaksonen T., Morosinotto C. & Korpimäki E. 2020. Age and sex differences in numerical responses, dietary shifts, and total responses of a generalist predator to population dynamics of main prey. *Oecologia* 192: 699–711.
- Mazziotta A., Borges P., Kangas A., Halme P. & Eyvindson K. 2023. Spatial trade-offs between ecological and economical sustainability in in the boreal production forest. *Journal of environmental management* 330.
- Melin M., Kulha N., Ylioja T., Honkaniemi J. & Koivula M. 2022. Melin M., Kulha N. et al. (2022) Kirjanpainajatuhojen riskeistä erilaisissa metsissä ja niille altistavista tekijöistä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2022.
- Melin M., Laakso T., Kärkkäinen L., Packalen T. & Viiri H. 2021. Melin M., Laakso T. et al. (2021) Kirjanpainajatuhot, suojelualueet ja aluevaraukset – lainsäädäntö ja mahdolliset ongelmakohdat tuhojen levitessä. *Metsätieteen aikakauskirja* 2021.
- Metsähallitus 2023. Metsähallituksen hallinnoimat valtion maa- ja vesialueet. [Valtion maa-alueet](#) (luettu 13.4.2023).
- Metsäkeskuksen tilasto. 2024. [Yksityiset metsänomistajat maakunnittain](#) (Luettu 22.3.2024).
- Metsäkeskus 2023. Tietoa oikeuksista ja velvollisuuksista. [Metsänomistajan oikeudet ja velvollisuudet](#) (luettu 13.4.2023).
- Metsälaki 12.12.1996/1093.

- Mezei P., Potterf M., Škvarenina J., Rasmussen J.G. & Jakuš R. 2019. Potential Solar Radiation as a Driver for Bark Beetle Infestation on a Landscape Scale. *Forests* 10: 604.
- Mikkonen N., Leikola N., Lehtomäki J., Halme P. & Moilanen A. 2023. National High-resolution conservation prioritisation of boreal forests. *Forest ecology and management* 541.
- Mönkkönen M., Aakala T. & Blattert C. 2022. More wood but less biodiversity in forests in Finland: a historical evaluation.
- Morris J.L., Cottrell S., Fettig C.J., Hansen W.D., Sherriff R.L., Carter V.A., Clear J.L., Clement J., DeRose R.J., Hicke J.A., Higuera P.E., Mattor K.M., Seddon A.W.R., Seppä H.T., Stednick J.D. & Seybold S.J. 2017. Managing bark beetle impacts on ecosystems and society: priority questions to motivate future research. *Journal of Applied Ecology* 54: 750–760.
- Müller M.M. 2024. Müller M. M. (2024) Miksi hömö- ja töyhtötiainen ovat vähentyneet Suomessa? *Metsätieteen aikakauskirja* 2024.
- Näsi R., Honkavaara E., Blomqvist M., Lyytikäinen-Saarenmaa P., Hakala T., Viljanen N., Kantola T. & Holopainen M. 2018. Remote sensing of bark beetle damage in urban forests at individual tree level using a novel hyperspectral camera from UAV and aircraft. *Urban Forestry & Urban Greening* 30: 72–83.
- Näsi R., Honkavaara E., Lyytikäinen-Saarenmaa P., Blomqvist M., Litkey P., Hakala T., Viljanen N., Kantola T., Tanhuanpää T. & Holopainen M. 2015. Using UAV-Based Photogrammetry and Hyperspectral Imaging for Mapping Bark Beetle Damage at Tree-Level. *Remote Sensing* 7: 15467–15493.
- Norberg R.Å. & Lindhe Norberg U.M. 2015. Evolution of enlarged body size of coal tits *Parus ater* in geographic isolation from two larger competitors, the crested tit *Parus cristatus* and the willow tit *Parus montanus*, on six Scandinavian islands. *Biology Open* 4: 1490–1508.
- Nordén J., Penttilä R., Siitonen J., Tomppo E. & Ovaskainen O. 2013. Specialist species of wood-inhabiting fungi struggle while generalists thrive in fragmented boreal forests. *Journal of Ecology* 101: 701–712.
- Oliver T.H., Heard M.S., Isaac N.J.B., Roy D.B., Procter D., Eigenbrod F., Freckleton R., Hector A., Orme C.D.L., Petchey O.L., Proença V., Raffaelli D., Suttle K.B., Mace G.M., Martín-López B., Woodcock B.A. & Bullock J.M. 2015a. Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30: 673–684.
- Oliver T.H., Isaac N.J.B., August T.A., Woodcock B.A., Roy D.B. & Bullock J.M. 2015b. Declining resilience of ecosystem functions under biodiversity loss. *Nature Communications* 6: 10122.

- Ostrom E. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science* 325: 419–422.
- Pakanen V.-M., Ahonen E., Hohtola E. & Rytönen S. 2018. Northward expanding resident species benefit from warming winters through increased foraging rates and predator vigilance. *Oecologia* 188: 991–999.
- Pakanen V.-M., Orell M., Vatka E., Rytönen S. & Broggi J. 2016. Different Ultimate Factors Define Timing of Breeding in Two Related Species. *PLOS ONE* 11: e0162643.
- Potterf M., Svitok M., Mezei P., Jarčuška B., Jakuš R., Blaženec M. & Hlásny T. 2023. Contrasting Norway spruce disturbance dynamics in managed forests and strict forest reserves in Slovakia. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 96: 387–398.
- Pukkala T. 2018. Effect of species composition on ecosystem services in European boreal forest. *Journal of Forestry Research* 29: 261–272.
- Pukkala T., Lähde E. & Laiho O. 2012. Continuous Cover Forestry in Finland – Recent Research Results. In: Pukkala T. & Gadov K. von (eds.), *Continuous Cover Forestry*, Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 85–128.
- Raymond C.M., Singh G.G., Benessaiah K., Bernhardt J.R., Levine J., Nelson H., Turner N.J., Norton B., Tam J. & Chan K.M.A. 2013. Ecosystem Services and Beyond: Using Multiple Metaphors to Understand Human–Environment Relationships. *BioScience* 63: 536–546.
- Romashkin I., Neuvonen S. & Tikkanen O.-P. 2020. Northward shift in temperature sum isoclines may favour *Ips typographus* outbreaks in European Russia. *AGRICULTURAL AND FOREST ENTOMOLOGY* 22: 238–249.
- Salminen A. 2011. *Mikä kirjallisuuskatsaus? : johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasan yliopisto.
- Santangeli A., Weigel B., Antão L.H., Kaarlejärvi E., Hällfors M., Lehikoinen A., Lindén A., Salemaa M., Tonteri T., Merilä P., Vuorio K., Ovaskainen O., Vanhatalo J., Roslin T. & Saastamoinen M. 2023. Mixed effects of a national protected area network on terrestrial and freshwater biodiversity. *Nature Communications* 14: 5426.
- Schafstall N., Kuosmanen N., Kunes P., Svobodova H.S., Svitok M., Chiverrell R.C., Halsall K., Fleischer P., Knizek M. & Clear J.L. 2022. Sub-fossil bark beetles as indicators of past disturbance events in temperate *Picea abies* mountain forests. *QUATERNARY SCIENCE REVIEWS* 275: 107289.
- Siitonen J. & Pouttu A. 2014. Siitonen J., Pouttu A. (2014) Kirjanpainajatuhot Rörstrandin vanhojen metsien suojelalueella sekä ympäröivissä talousmetsissä Sipoossa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2014.

- Sitra 2021. Suomalaisten luontosuhteet- kysely. [Suomalaisten luontosuhteet](#) (luettu 10.4.2023).
- Suomen lajitietokeskus: hömötiainen. 2024. [Hömötiainen](#) (Luettu 26.3.2024).
- Thompson I., Mackey B., McNulty S. & Mosseler A. 2009. *Forest resilience, biodiversity, and climate change: a synthesis of the biodiversity / resilience / stability relationship in forest ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.
- Tikkanen O.-P. & Lehtonen I. 2023. Changing climatic drivers of European spruce bark beetle outbreaks: a comparison of locations around the Northern Baltic Sea. *Silva Fennica* 57.
- Tilastokeskus 2022. Kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2021 pienessä nousussa. <https://www.stat.fi/julkaisu/cktlf0i203azm0a519to5exzc> (luettu 10.4.2023).
- Turkulainen E., Honkavaara E., Näsi R., Oliveira R.A., Hakala T., Junntila S., Karila K., Koivumäki N., Pelto-Arvo M., Tuviala J., Östersund M., Pölönen I. & Lyytikäinen-Saarenmaa P. 2023. Comparison of Deep Neural Networks in the Classification of Bark Beetle-Induced Spruce Damage Using UAS Images. *Remote Sensing* 15: 4928.
- Vanická H., Holuša J., Resnerová K., Ferencík J., Potterf M., Vele A. & Grodzki W. 2020. Interventions have limited effects on the population dynamics of *Ips typographus* and its natural enemies in the Western Carpathians (Central Europe). *Forest Ecology and Management* 470–471: 118209.
- 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. *JOURNAL OF AVIAN BIOLOGY* 45: 187–196.
- Vatka E., Orell M., Rytönen S. & Merilä J. 2021. Effects of ambient temperatures on evolutionary potential of reproductive timing in boreal passerines. *Journal of Animal Ecology* 90: 367–375.
- 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. *Global Change Biology* 26: 4178–4196.
- Viitanen J., Mutanen A., Karvinen S., <https://orcid.org/0000-0003-0533-9356>, <https://orcid.org/0000-0001-5584-0742>, 4100310210, 4100310210, 4100310210 & Luonnonvarakeskus. 2022. *Metsäsektorin suhdannekatsaus 2022-2023*. Luonnonvarakeskus.

- Vilkkä H. 2023. *Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina*. Art House, HELSINKI.
- Winkler K.J., Dade M.C. & Rieb J.T. 2021. Mismatches in the Ecosystem Services Literature—a Review of Spatial, Temporal, and Functional-Conceptual Mismatches. *Current Landscape Ecology Reports* 6: 23–34.
- Yu H., Holopainen J.K., Kivimäenpää M., Virtanen A. & Blande J.D. 2021. Potential of Climate Change and Herbivory to Affect the Release and Atmospheric Reactions of BVOCs from Boreal and Subarctic Forests. *Molecules* 26: 2283.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) 2019. *Metsänhoidon suositukset*. Tapion julkaisuja.

LIITE 1. AINEISTOON SISÄLLYTETYT JULKAISUT, TAPAUSESIMERKKI HÖMÖTIAINEN

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Effects of forest management on the spatial distribution of the willow tit (<i>Poecile montanus</i>) Kumpula ym. 2023	Avohakkuut vaikuttivat hömötiaisen pesintätiheyteen enemmän kuin harvennukset.	Tasaikäistakenteinen metsänhoito vähentää vanhojen metsien ja lahopuun määrää, ja lisää avohakkuiden ja nuorten metsien määrää Suomessa.	Alaharvennukset vähentävät pienten varpuslintujen suoja- ja ruokapaikkoja.	Lahon lehtipuun jättäminen alueelle voisi kompensoida hakkuiden vaikutuksia.
Habitat quality affects stress responses and survival in a bird wintering under extremely low ambient temperatures Cirule ym. 2017	CORT (=kortikosteroni) -tasot olivat alhaisempia vanhojen metsien talvehtijoilla, kuin nuorten, käsitellyiden metsien. Vanhojen metsien talvehtijoiden eloonjäämisprosentti oli huomattavasti korkeampi, kuin nuorten metsien.			
Nest site selection of a primary hole-nesting passerine reveals means to developing sustainable forestry Vatka ym. 2014	Hömötiainen viihtyy lahossa lehtipuussa ja välttää avoimia paikkoja. Se ei vaadi vanhaa, koskematonta metsää, mutta pystyjen lahojen lehtipuiden merkitys korostuu.		Hömötiaisen pesäpaikan valintaan voi vaikuttaa myös muut lajit (kilpailu, saalistus).	Metsään tulisi jättää nykyistä enemmän lahopuuta esimerkiksi tekemällä pötkelöitä.
Miksi hömö- ja töyhtötiainen ovat vähentyneet Suomessa? Müller 2024	Hömötiaisen vähenemisen taustalla voi olla useita ajureita.	Metsäteollisuus vain yksi mahdollinen ajuri.	Hirvieläimet, kilpailijoiden lisääntyminen, ilmastonmuutos, jokin uusi, lajia vaivaava tauti, korpiympäristöjen väheneminen ojitusten myötä, metsien tihentyminen.	Ajurit hömö- ja töyhtötiaisen vähenemisen taustalla vaativat lisätutkimusta.

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Assessing the vulnerability of breeding bird populations to onshore wind-energy developments in Finland Balotari-Chiebao ym. 2021			Tuulivoimat voivat elinympäristöjen heikkenemisen ohella myötävaikuttaa hömötiaiseen negatiivisesti.	Tuulivoimaloiden vaikutusta tulee tutkia julkaisun nimeämien lajien osalta lisää.
Metsänomistajat rekisteriaineistojen valossa Hänninen ym. 2021		Keskimääräinen Suomessa metsää omistava henkilö omistaa 45,1 ha metsää 2,1 kiinteistössä. Hakkuukuvion keskimääräinen koko oli vuosina 2016–2018 1,59 ha jokaisena tarkasteluvuonna.		
Metsäkeskuksen vuoden 2024 tilasto		Keskimääräinen Suomessa metsää omistava yksityishenkilö omistaa 31,7 ha metsää, mutta tilaston mediaaniala on vain 9,7 ha.		
Metsätilastollinen vuosikirja 2022		Vuoden 2020 metsänkäyttöilmoitusten perusteella noin 21% käsittelyistä oli uudistushakkuita ja noin 77% harvennuksia. Ylispuiden poisto käsitti vain noin 4% kaikista käsittelyistä.		

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Metsien monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina 1980–2015 Korhonen ym. 2020	Pystyyn kuolleen, läpimitaltaan pienen puun määrän väheneminen voi olla yhteydessä hömötiaisen vähenemiseen.			Harvennusten yhteydessä tulisi jättää kuollutta puustoa alalle.
Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta			Pystyä, lahoa lehtipuuta on vain murto-osa metsiemme lahoppuusta.	

LIITE 2. AINEISTOON SISÄLLYTETYT JULKAISUT, TAPAUSESIMERKKI KIRJANPAINAJA

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Northward shift in temperature sum isoclines may favor Ips typographus outbreaks in European Russia Romashkin ym. 2020	Lämpenevä ilmasto suosii kirjanpainajaa tiettyyn pisteeseen asti.			
Drivers of spruce bark beetle (Ips typographus) infestations on downed trees after severe windthrow Hrosso ym. 2020	Puun kaatumisesta kulunut aika lisää kirjanpainajan iskeytymisen todennäköisyyttä.			
Modelling the predisposition of norway spruce to Ips typographus L. infestation by means of environmental factors in southern finland Blomqvist ym. 2018	Kirjanpainajat ovat yleistyneet Suomessa viime vuosikymmenellä lämmenneen ilmaston myötä.			Uusia ratkaisuja tulee kehittää ilmastomuutoksen myötä. Monipuolinen puulajisto suojaisi metsää kirjanpainajilta.
Evaluation of Salvage Logging Productivity and Costs in Windthrown Norway Spruce-Dominated Forests Kärhä ym. 2018		Tuulenkaatojen korjuu on työläämpää ja kalliimpaa, kuin pystypuiden.		Osaamisen ja metsäkaluston tulisi kehittyä tuulenkaatojen korjuun tarpeisiin. Metsän häiriöiden parempi huomiointi metsänhoidon suunnittelussa voisi ehkäistä niiden syntyä.

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review Venäläinen ym. 2020	Kirjanpainajat hyötävät lämmistä kesistä ja kuivuuden heikentämistä puista. Myrskyt lisäävät tuulenkaatoja --> kirjanpainajat yleistyvät.			
Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management Hlasny ym. 2021	Kirjanpainajatuhot yleistyvät vuosi vuodelta Euroopassa lämpenevän ilmaston myötä.	Tuhojen hallintakeinot laahaavat nopeasti muuttuvassa ympäristössä.		Metsätuhojen hallinnan tulisi olla tilanteeseen räätälöityä. Tarvitaan monitieteistä lähestymistapaa ja nykyaikaista teknologiaa (mm. kaukokartoitusmenetelmät ja tekoäly). Lisäksi monilajinen puusto suojaisi metsää kirjanpainajalta.
Effect of species composition on ecosystem services in European boreal forest Pukkala 2018	Lämpenevä ilmasto suosii kirjanpainajaa.	Yksipuolinen havupuusto altistaa metsän hyönteistuholle.	Ilmastonmuutos lisää hyönteistuhon entisestään.	Metsien tulisi olla puulajistoltaan monipuolisia.
Changing climatic drivers of European spruce bark beetle outbreaks: a comparison of locations around the Northern Baltic sea Tikkanen & Lehtonen 2023	Kirjanpainajat yleistyvät Suomessa lämpenevän ilmaston ja yleistyvien myrskyjen ja kuivuuden myötä. Etenkin kuivuus voisi selittää esimerkiksi Ruotsissa jo ilmenneitä, vakavia kirjanpainajatuhoja.			Suomeen tarvitaan uutta metsäpolitiikkaa kirjanpainajatuhojen tehokkaampaan hallintaan. Monilajinen puusto ehkäisisi kirjanpainajan joukkoesiintymiä metsissä.

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Estimating tree health decline caused by Ips typographus L. from UAS RGB images using a deep one-stage object detection neural network Kanerva ym. 2022	Lämpenevä ilmasto lisää kirjanpainajien riskiä Suomessa.			Tarvitaan entistä nopeampia ja tehokkaampia havainto- ja hallintakeinoja. Kaukokartoitusmenetelmien kehittämisestä huolimatta metsää tulee edelleen tarkkailla myös maastosta käsin.
Potentials solar radiation as a driver for Bark beetle infestation on a Landscape scale Mezei ym. 2019				Tarvitaan entistä nopeampia ja tehokkaampia havainto- ja hallintakeinoja.
Using UAV-Based Photogrammetry and Hyperspectral Imaging for Mapping Bark Beetle Damage at Tree-Level Näsi ym. 2015	Lämpenevä ilmasto lisää kirjanpainajien riskiä Suomessa.			Tarvitaan tilanteeseen räätälöityä hallintaa. Suomessa on tarve kustannustehokkaille, pienen mittakaavan toimenpiteille metsien pirstaloituneisuuden vuoksi. Kaukokartoitusmenetelmistä huolimatta metsää tulee edelleen tarkkailla myös maastosta käsin
Remote sensing of bark beetle damage in urban forests at individual tree level using a novel hyperspectral camera from UAV and aircraft Näsi ym. 2018				Tarvitaan entistä nopeampia ja tehokkaampia havainto- ja hallintakeinoja. Kaukokartoitusmenetelmien kehittämisestä huolimatta metsää tulee edelleen tarkkailla myös maastosta käsin.

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Comparison of deep neural networks in the classification of bark beetle-induced spruce damage using UAS images Turkulainen ym. 2023	Kirjanpainajat yleistyvät Suomessa ilmastonmuutoksen myötä.			Tarvitaan entistä nopeampia ja tehokkaampia havainto- ja hallintakeinoja. Kaukokartoitusmenetelmien kehittymisestä huolimatta metsää tulee edelleen tarkkailla myös maastosta käsin.
A bark beetle infestation predictive model based on satellite data in the frame of decision support system TANABBO Duraciova ym. 2020				Tarvitaan entistä nopeampia ja tehokkaampia havainto- ja hallintakeinoja.
Managing bark beetle impacts on ecosystems and society: priority questions to motivate future research Morris ym. 2017				Tulisi kehittää hallintakeinoja, jotka huomioivat systeemin sekä sosiaalisen, että ekologisen resilienssin. Tarvitaan eri alojen asiantuntijoiden yhteistyötä
Contrasting Norway spruce disturbance dynamics in managed forests and strict forest reserves in Slovakia Potterf ym. 2023				Tarvitaan entistä nopeampia havainto- ja hallintakeinoja. Toisaalta häiriöt kuuluvat metsään, ja kenties metsänhoidon tulisi suunnata kohti metsän luontaisempaa dynamiikkaa.

Julkaisu	Ekologinen skaala	Hallinnollinen skaala	Muut mahdolliset	Ratkaisut
Kirjanpainajatuhojen riskeistä erilaisissa metsissä ja niille altistavista tekijöistä Melin ym. 2022	Kirjanpainajatuhot ovat todennäköisimpiä kangasmailla kasvavissa, tasaikäisissä, varttuneissa kuusikoissa.	Metsiemme kuusettuminen on yksi ajuri kirjanpainajatuhojen taustalla.	Sekametsän kasvatuksen haasteena voi olla hirvieläimet alueilla, joilla niitä on paljon.	Kuollut puusto on myös osa metsän luontaista kiertoa, joten kaikkia tuhoja ei välttämättä tarvitse ehkäistä ja hallita.
Kirjanpainajatuhot, suojele-alueet ja aluevaraukset – lainsäädäntö ja mahdolliset ongelmakohdat tuhojen levitessä Melin ym. 2021		Korvausvelvollisuudesta säättävä lainsäädäntö on paikoin monimutkaista. Esimerkiksi kunnan kaavoituksen aluevaraukseen kuuluvan alueen korvausvelvollisuudesta ei ole säädetty laissa ollenkaan.		Tilanne vaatii lainsäädännön selkeyttämistä ja mahdollisten lupamenettelyiden yksinkertaistamista.
Kirjanpainajatuhot Rörstrandin vanhojen metsien suojelealueella sekä ympäröivissä talousmetsissä Siipoossa Siitonen & Pouttu 2014		Korvausvelvollisuudesta säättävä lainsäädäntö on paikoin monimutkaista. Kirjanpainaesiintymän aikajanan ja alkulähteen määrittäminen voi olla hankalaa, mikä taas voi hankaloittaa metsänomistajan mahdollisten korvausten saantia.		Metsänomistajan tulisi olla välittömästi yhteydessä asiantuntevaan neuvontaan havaitessaan merkkejä kirjanpainajasta maillaan.
Tapion metsänhoidon suositukset Äijälä ym. 2019				Monilajinen ja eri ikäsrakenteinen puusto suojaa metsää kirjanpainajalta.