



**TURUN
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen
tiedekunta

Kirjanpainajan (*Ips typographus*) aiheuttamat metsätuhot Suomen talousmetsissä

Nykytilanne ja tulevaisuus

Linnea Isomäki

Ympäristötiede

LuK-tutkielma

Laajuus: 6 op

22.04.2025

Turku

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

LuK-tutkielma

Pääaine: Ympäristötiede

Tekijä: Linnea Isomäki

Otsikko: Kirjanpainajan (*Ips typographus*) aiheuttamat metsätuhot Suomen talousmetsissä

Ohjaaja: Timo Vuorisalo

Sivumäärä: 23 sivua

Päivämäärä: 22.04.2025

Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on kaarnakuoriainen, jonka aiheuttamien metsätuhojen määrä Suomen kuusimetsissä on kasvanut. Selvityksen tavoitteena on luoda yleiskatsaus keskustelua aiheuttaneelle kirjanpainajatilanteelle Suomen talousmetsissä sekä arvioida sen tulevaisuutta. Metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoitusten perusteella viimeisen yhdeksän vuoden aikana hyönteistuhohakkuuta on tehty eniten Etelä-Suomen rannikkoalueilla sekä Pirkanmaalla. Hakkuiden odotetaan kasvavan koko Suomessa ja etenkin etelässä, idässä ja reunametsissä. Metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoitusten mukaan kuuseen kohdistuvat hyönteistuhohakkuut ovat kasvaneet roimasti vuodesta 2018 eteenpäin. Hyönteistuhohakkuiden kasvuun vaikuttavat ilmastonmuutos ja sen monet vaikutukset. Reunametsien kirjanpainaja-alttiutta kasvattavat kuivuus ja tuulituhoriski. Lämpösumma vaikuttaa koko Suomessa. Myös metsänkätymenetelmillä on vaikutuksensa metsätuhoihin. Etenkin ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat mahdollistaneet kirjanpainajan aikaistuneen aikuistumisen, useamman sukupolven kehittymisen kesässä sekä laajemman leviämisen metsässä. Kasvaneet hyönteistuhohakkuut uhkaavat Suomen metsätaloutta, sillä ne vaikuttavat negatiivisesti puuntuottajien tuottoihin. Ehdotettuja ratkaisuja kirjanpainajaepidemioiden ehkäisemiseksi ovat lainsäädännön tiukentaminen ja metsänkätymenetelmien soveltaminen tilanteen mukaisesti. Kirjanpainajan aiheuttamien metsätuhojen odotetaan siis kasvavan, mutta myös epidemioiden torjuntamenetelmiä on olemassa. Näitä varten tarvitaan kuitenkin vielä lisätutkimusta.

Avainsanat: kirjanpainaja, *Ips typographus*, Suomen talousmetsät, ilmastonmuutos

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Kirjanpainajan biologia	6
2.1	Elinkierrot ja lisääntyminen.....	6
2.2	Vuorovaikutus isäntäpuun kanssa.....	7
3	Nykytilanne Suomessa	8
3.1	Vaikutusalueet	8
3.1.1	Metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoitukset.....	8
3.1.2	Hyönteistuhohakkuut maakunnittain	8
3.2	Trendi metsätuhoissa	9
4	Metsätuhoille altistavat tekijät	11
4.1	Ilmastonmuutoksen vaikutus	11
4.2	Riskitekijät Suomessa	11
4.2.1	Lämpösumma	11
4.2.2	Kuivuus	13
4.2.3	Tuuli.....	13
4.2.4	Metsänkäyttömenetelmät.....	14
5	Yhteiskunnalliset vaikutukset sekä niiden ehkäiseminen	16
5.1	Yhteiskunnalliset vaikutukset	16
5.2	Kirjanpainajatuhojen ehkäiseminen	16
5.2.1	Metsänkäyttömenetelmät.....	16
5.2.2	Lainsäädäntö	17
6	Johtopäätökset	19
	Lähteet	21

1 Johdanto

Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on kovakuoriaislaji, joka kuuluu kaarnakuoriaisiin (Scolytinae -alaheimoon). Kuoriainen on aiheuttanut suuria metsätuhoja ympäri Eurooppaa ja pelko tuhojen lisääntymisestä myös Suomessa on kasvanut. Etenkin naapurimaa Ruotsin suuret kirjanpainajan aiheuttamat metsätuhot ovat herättäneet keskustelua suomalaisten metsänomistajien keskuudessa (Kärvemö ym. 2023). Tämä tekee aiheesta ajankohtaisen. Ajankohtaisuuden lisäksi aihe on tärkeä Suomen talouden kannalta. Metsäsektori työllistää monia ja tuo Suomeen suuria vientituloja (Maa- ja metsätalousministeriö s.a.). Talousmetsien elinvoimaisuuden ylläpitäminen on siis tärkeää. Tämän selvityksen avulla luodaan yleiskatsaus Suomen talousmetsiä potentiaalisesti uhkaavaan kirjanpainajatilanteeseen. Tilannetta avataan kirjanpainajatuhojen biologisen taustan, kotimaisen levinneisyyden, riskitekijöiden sekä tuhojen ehkäisemiskeinojen avulla.

Kirjanpainajatuhotilanteen yleiskatsaus on rajattu Suomen talousmetsiin. Rajaukseen eivät sisälly siis luonnonsuojelualueet. Tämän tavoitteena on erottaa kirjanpainaja tuholaisena ja avainlajina. Luonnonsuojelualueilla kirjanpainaja aiheuttaa luonnollista tuhodynamiikkaa ja lisää täten kuolleesta puusta riippuvaisia uhanalaisia lajeja (Müller ym. 2008). Lisäksi luonnonsuojelualueilla kirjanpainajan torjuntatoimet ja hakkuut ovat luonnonsuojelulain vastaisia (Melin ym. 2025). Luonnontilaisessa metsässä *Ips typographus* on siis tervetullut monimuotoisuutta lisäävä laji. Talousmetsissä tilanne on kuitenkin toisin. Metsänomistajat ovat huolissaan taloudellisista menetyksistä, joita tuholaiskuoriainen aiheuttaa.

Suomen kirjanpainajatilanteen arviointi antaa tämän selvityksen rakenteelle pohjan. Kirjanpainajan levinneisyyden ja vaikutusten tarkastelu perustuu tässä katsauksessa Metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoituksiin. Metsänomistajan on tehtävä jokaisesta metsätuhon aiheuttamasta metsätuhohakkuusta Metsäkeskukselle ilmoitus (Laki metsätuhojen torjunnasta 14§). Ilmoitusten tiedot on kerätty ylös palveluun, jota hyödyntämällä tähän katsaukseen on laadittu paikkatietoanalyysi ja kuvaaja. Paikkatietopohjaisia menetelmiä käytetään alueellisten riskien kartoittamiseen ja tuhojen esiintymisen visualisointiin. Metsänkäyttöilmoitusten hyödyntäminen mahdollistaa siis talousmetsien kirjanpainajatuhojen vuosittaisen tarkastelun ja sen perusteella sekä johtopäätöksien että tulevaisuudenkuvan luomisen.

2 Kirjanpainajan biologia

2.1 Elinkierrot ja lisääntyminen

Aikuiset kirjanpainajat viettävät talven maan karikkeessa tai kuusirungon kaarnan alla (Suomen metsäkeskus s.a.). Talvehtimisen jälkeen kuoriaiset heräävät ja parveilevat lämpötilan noustessa yli 18 celsiusasteen (Annala 1969). Kevään lämpötila on kirjanpainajalle erittäin oleellinen ympäristötekijä, sillä munan vapauttaminen ja kehitys edellyttävät kahtatoista celsiusastetta, optimilämpötilan ollessa 29–30 astetta (Wermelinger 2004). Parveilun aikana kirjanpainajat etsivät isäntäpuuta sekä parittelukumppania (Suomen metsäkeskus s.a.). Sopivan puun löydettyään, kirjanpainajauros kaivautuu kaarnan alle ja nakertaa sinne naarasta varten lisääntymiskammion. Uros houkuttelee naaraita feromonien avulla. (Melin ym. 2025.) Feromoneja hyödynnetään myös urosten houkuttelemiseen, jotta kirjanpainajat voivat yhdessä iskeytyä samaan puuyksilöön heikentäen tämän puolustuskykyä (Netherer ym. 2022; Suomen metsäkeskus s.a.). Onnistuneen houkuttelun ja lisääntymisen jälkeen naaras kaivaa emokäytävän puun nilaan, jonka varrelle se jättää munansa (Melin ym. 2025). Kuoriutuneet toukat syövät nilaa muodostaen kukin oman käytävänsä kaarnan alla. Syötyään tarpeeksi, toukat kotoituvat, kehittyvät aikuisiksi kuoriaisiksi ja poistuvat puusta. (Suomen metsäkeskus s.a.; Melin ym. 2025.)



Kuva 1. Kirjanpainajan syömäjälkiä metsäkuusen kaarnassa. Keskellä näkyy emokuoriaisen käytävä, josta sivuavat toukkien käytävät. (Parker 2018).

Lämpötila kertoo talvehtimisajan lisäksi myös jälkeläissukupolvien määrästä. Talvehtineen edellisen vuoden sukupolven lisääntymisajankohta voi aikaistuaessaan mahdollistaa useamman

kirjanpainajasukupolven syntymisen samana vuonna (Annala 1969). Talvehtinut sukupolvi munii uuden sukupolven ”sukupolven 1”, minkä jälkeen se voi lämpötilan salliessa munia toisen sukupolven eli ”sisarussukupolven” (Suomen metsäkeskus s.a.). Lämpiminä syksyinä sukupolvi 1 voi vielä munia uuden sukupolven, ”sukupolven 2”. Suomessa jälkeläissukupolvien määrää kuitenkin rajoittaa viileä ja kylmä syksy, joka estää toisen sukupolven syntymistä ja selviytymistä. Tästä huolimatta sisarussukupolvi on Suomessa yleistynyt lisäten täten kirjanpainajien lukumäärää ja niiden aiheuttamien metsätuhojen pinta-alaa (Melin ym. 2025; Luonnonvarakeskus s.a.).

2.2 Vuorovaikutus isäntäpuun kanssa

Kirjanpainaja on metsäkuusen eli kuusen (*Picea abies*) pääsijainen tuholainen. Se elää ison osan elämästään metsäkuusen kaarnan alla kehittyen ja lisääntyen siellä. Kirjanpainaja ei kuitenkaan pääse iskemään jokaiseen metsäkuuseen, vaan joutuu valikoimaan isäntäpuun sen kunnon mukaan. Kuoriainen suosii tuulen kaatamia ja kuivuuteen altistuneita puolustuskyvyttömiä kuusia (Netherer ym. 2022; Wermelinger 2004). Kirjanpainajan levittäytyessä lyhempiä matkoja, se löytää heikkokuntoiset kuuset aistiensa ja vihjeiden avulla. Pitemmällä levittäytymismatkoilla kuoriainen valitsee kohteensa satunnaisesti. (Netherer ym. 2022.) Nuoremmalla ja hyväkuntoisemmalla metsäkuusella on kuitenkin hyvät puolustuskyvyt. Se puolustautuu kirjanpainajaa vastaan ensisijaisesti pihkan avulla. (Netherer ym. 2022; Melin ym. 2025). Myös kaarnan paksuus, kemikaalinen puolustus ja metabolian muutokset auttavat metsäkuusta kamppailussa kirjanpainajaa vastaan (Netherer ym. 2022). Heikkokuntoisten metsäkuusten lisäksi kirjanpainaja voi nakertaa tiensä järeämpiinkin kuusiin. Tämä edellyttää suuren kirjanpainajajoukon houkuttelemista ja täten kuusen puolustuksen heikentämistä yhteisvoimin (Netherer ym. 2022; Melin ym. 2025).

Onnistuneen kolonisaation jälkeen kirjanpainaja pääsee lisääntymään metsäkuusen kaarnan alle. Sekä kuoriaisten että niiden toukkien syömät nilakäytävät heikentävät metsäkuusen yhteyttämistuotteiden kuljetusta niin, että kuusiyksilö kuolee (Hantula ym. 2023; Netherer ym. 2020). Metsäkuusen kuolemaan vaikuttaa lisäksi sen puolustuskyvyn heikkeneminen ja kirjanpainajien mukanaan tuomat sinistäjäsienet, joiden uskotaan kykenevän avustamaan kuoriaisia puun tappamisessa (Linnakoski & Niemelä 2011; Netherer ym. 2020).

3 Nykytilanne Suomessa

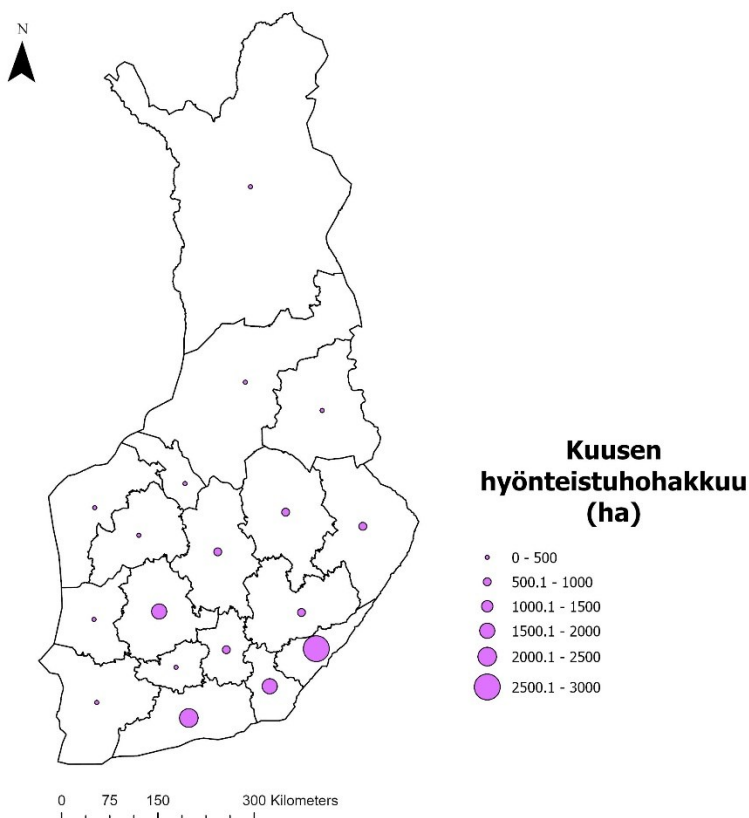
3.1 Vaikutusalueet

3.1.1 Metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoitukset

Kirjanpainajatuhojen vaikutusalueita voidaan arvioida Metsäkeskuksen vastaanottamien metsänkäyttöilmoitusten avulla. Metsälain (1093/1996) 14§:n mukaan maanomistajan on tehtävä metsäkeskukselle metsänkäyttöilmoitus käsittelyalueella aiotusta metsätuhon johdosta tehtävästä hakkuusta. Ilmoitus on lähetettävä vähintään 10 päivää ennen hakkuuta. Metsäkeskuksen ilmoitukset sekä niiden sijainti, päivämäärä, metsätuhon syy, pääpuulaji, hakkuuntarkoitus ja hakkuun pinta-ala on kirjattu ylös metsätuhohakkuut-karttapalveluun (Metsäkeskus s.a.). Yleiskatsausta varten palvelusta on poimittu tiedot hakkuista, joiden pääpuulaji on kuusi, metsätuhon syy on hyönteistuhot ja aikaväli on 1.1.2015 – 31.12.2024. Suurin osa kuuseen kohdistuneista hyönteistuhohakkuista on kirjanpainajien aiheuttamia, mutta kuusen kuolleisuutta voi lisätä myös muut kaarnakuoriaiset kuten kuusentähtikirjaaja (Ylioja & Sutela 2024). Metsäkeskuksen ilmoitukset eivät ole siis täydellinen kuva kirjanpainajatuhoista, mutta toimiva tilanteen yleiskatsausta varten.

3.1.2 Hyönteistuhohakkuut maakunnittain

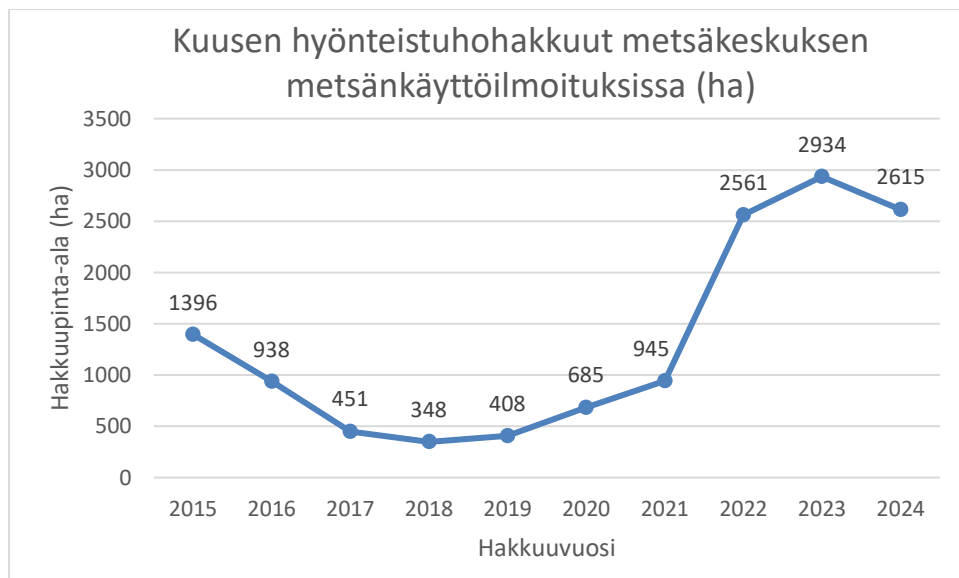
Kuusen hyönteistuhohakkuiden pinta-alat osoittavat Suomen talousmetsien alueelliset erot kirjanpainajien aiheuttamissa tuhoissa. Huomioimatta muita ympäristötekijöitä, kirjanpainajaa voi esiintyä kuusen levinneisyyden mukaisesti etelästä pohjoiseen, pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta. Tietyillä alueilla kirjanpainajatuhoja tai niistä ilmoitettuja hakkuita on kuitenkin enemmän. Kuva 2 havainnollistaa metsänkäyttöilmoitusten maakuntakohtaista hakkuupinta-alaa vuosien 2015–2024 aikana. Eniten kuuseen kohdistuvia hyönteistuhohakkuita on tehty Etelä-Karjalassa, Uudessamaassa, Pirkanmaassa ja Kymenlaaksossa. Pohjoisessa ja läntisessä Suomessa ei havaita Pirkanmaan lisäksi yhtäkään yli tuhatta hakkuuhehtaaria ylittävää maakuntaa tarkasteluajana. Hyönteistuhohakkuut ovat siis suurimmat Etelä-Suomen rannikolla sekä Pirkanmaalla.



Kuva 2. Metsäkeskuksen vastaanottamien metsänkätöilmoitusten mukaiset kuusen hyönteistuhohakkuut hehtaareina Suomen maakunnissa. Hehtaarit laskettuna yhteen vuosilta 2015–2024. (Maanmittauslaitos 2024; Metsäkeskus s.a.)

3.2 Trendi metsätuhoissa

Alueellisten hakkuumäärien lisäksi on otollista tietää metsänkätöilmoitusten vuosittaisista pinta-aloista. Tämä mahdollistaa tuhomäärän trendien arvioimisen. Tarkasteluaikana 1.1.2015 – 31.12.2024 vuosittaiset hyönteistuhohakkuiden pinta-alat vaihtelivat 348–2934 hehtaarin välillä (Kuva 3). Alkuvuosien laskun jälkeen vuodesta 2018 hyönteistuhohakkuiden määrä on kasvanut. Etenkin hyppy vuoden 2021 ja 2022 välillä on erityisen suuri, yli 1600 hehtaaria. (Kuva 3.) Kuitenkin isossa osassa esimerkiksi vuoden 2023 hakkuuilmoituksissa, kirjanpajan aiheuttama tuho oli syntynyt jo aikaisempina vuosina (Ylioja & Sutela 2024). 2020-luvun huippuhakkuumääristä osa on siis aikaisempien vuosien huomiotta jääneitä kirjanpajan iskemiä kuusia. Tämän lisäksi tietoisuuden kasvu on voinut vaikuttaa hyönteistuhojen havainnoimismäärään. Vuosittaisista heilahteluista ja epäselvyyksistä huolimatta kirjanpajan tuhojen arvioidaan yleistyneen ja yleistyvän vielä lisää (Ylioja & Sutela 2024; Melin ym. 2025).



Kuva 3. Kuusen vuosittaiset hyönteistuhohakkuut metsäkeskuksen metsänkäyttöilmoituksissa hehtaareina aikavälillä 2015–2024. (Metsäkeskus s.a.).

4 Metsätuhoille altistavat tekijät

4.1 Ilmastonmuutoksen vaikutus

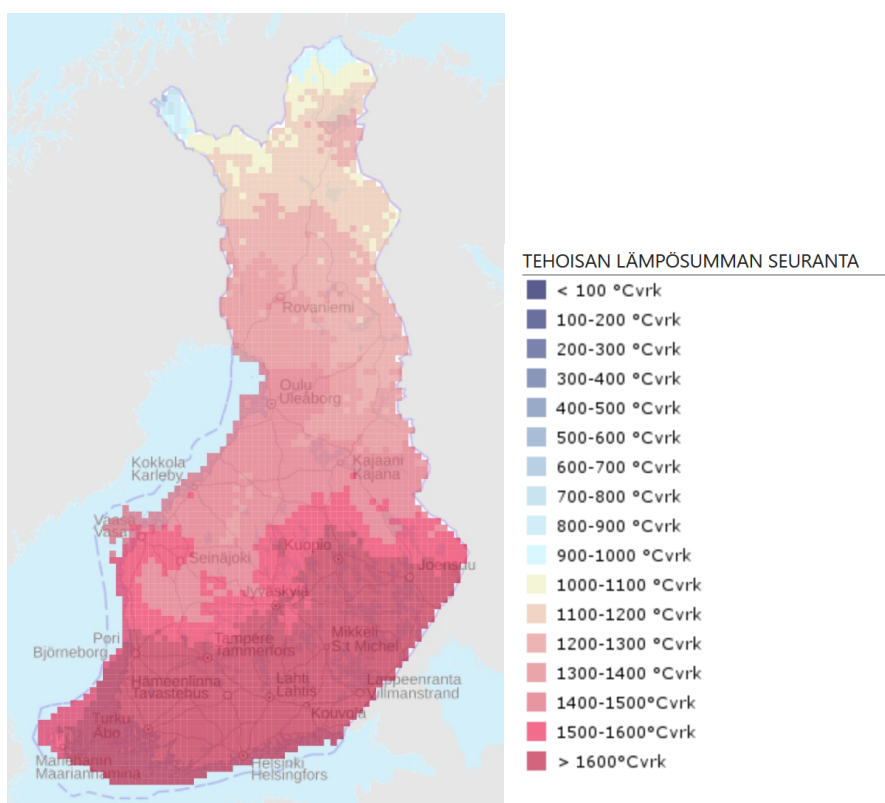
Kuusimetsät ovat yhä alttiimpia kirjanpainajien aiheuttamille metsätuhoille. Suuria kirjanpainajatuhoja on tavattu muun muassa Ruotsissa ja Keski-Euroopassa (Kärvemö ym. 2020; Hlásny & Sitková 2010). Suomessa suurimmilta massatuhoilta on toistaiseksi vältytty, vaikka metsätuhojen vuosittainen pinta-alamäärä on kasvanut (katso luku 3). Kasvaneen kirjanpainajapopulaation ja lisääntyneen kuusien kuoleman suurimpana syynä on kiistattomasti ilmastonmuutos (Melin ym. 2025; Mezei ym. 2017; Netherer ym. 2022). Suomen lämpötila on noussut 1800-luvulta 2000-luvulle yli 2 celsiusastetta, joka on noin kaksi kertaa enemmän kuin vastaava maapallon keskilämpötilan nousu (Ruosteenoja, Jylhä & Kämäräinen 2016). Lämpötilan nousulla on laajoja vaikutuksia muun muassa hydrologiseen kiertoon ja hyönteisten metaboliaan. Lämpimässä ilmastossa kirjanpainajat kehittyvät aikaisemmin ja nopeammin (Annala 1969). Lisäksi ilmastonmuutos lisää sekä sateita että kuivuutta (Caretta ym. 2022). Ilmastonmuutoksen lisäämää kuivuutta on tavattu myös Suomessa, mikä on vaikuttanut kuusimetsän kasvuun ja puolustuskykyyn (Junttila ym. 2024). Seuraavaksi käydään läpi oleellimmat kirjanpainajan metsätuhoille altistavat tekijät Suomen riskialueet huomioiden.

4.2 Riskitekijät Suomessa

4.2.1 Lämpösumma

Ilmaston lämpeneminen kasvattaa lämpösummaa. Ilmatieteenlaitoksen tehoisan lämpösumman määritelmän mukaan lämpötilasummaa kertyy vuorokausilta, joina keskilämpötila on pysyvästi +5 asteen yläpuolella. Laskettavaan summaan huomioidaan vain vuorokausikeskilämpötilan viiden asteen ylittävä osa. Summan mittayksikkö on vuorokausiaste eli astepäivä. (Ilmatieteen laitos s.a.). Lämpösumma vaihtelee paljon vuosien välillä, sillä kesien lämpötilaerot voivat olla suuria. Tästä huolimatta Suomen lämpösumma on ollut korkeampi 2000-luvulla 1971–2000 vuosien arvoihin verrattuna (Ruosteenoja ym. 2016). Ilmastoskenaarioiden mukaan lämpösumma oli kasvanut sekä Lounais-Suomessa että Etelä-Lapissa noin 200 astepäivää vuodesta 1971 vuoteen 2020 mennessä (Ruosteenoja ym. 2016). Vuonna 2020 lämpösumma vaihteli Etelä- ja Lounais-Suomessa 1300–1600 astepäivän välillä (Luonnonvarakeskus s.a.). Vuosisadan loppuun mennessä lämpösumman on ennustettu kasvavan jopa 1000 astepäivää vuodesta 1971. (Ruosteenoja ym. 2016.)

Lämpösumma vaikuttaa kirjanpainajapopulaatioiden kokoon ja niiden aiheuttamiin tuhoihin (Lindman, Ranius & Schroeder 2023). Lämpösumma vaikuttaa siihen, kuinka monta jälkeläissukupolvea ehtii kehittyä ennen talvehtimistä (Annila 1969; Suomen metsäkeskus s.a.). Suomessa lämpötilasumman saavuttaessa 700 astevuorokautta, ensimmäinen jälkeläissukupolvi aikuistuu (Suomen metsäkeskus s.a.). Sisarussukupolvi vaatii 1150 astepäivää ja toinen sukupolvi 1500 astevuorokautta aikuistuaakseen. Kasvaneen lämpösumman vuoksi sisarussukupolven kehittyminen on yleistynyt (Melin ym. 2025; Annila 1969). Tulevaisuudessa lämpösumman yhä kasvaessa myös toinen jälkeläissukupolvi voi alkaa yleistymään. Vuoden 2024 erityisen lämpimän kesän ansiosta lämpösumma nousi laajalti Etelä- ja Itä-Suomessa yli 1600 astevuorokautta, joka mahdollistaisi sekä sisarussukupolven että toisen jälkeläissukupolven kehittymisen (Kuva 4). Lämpösumman mukaan riskialueita sisarussukupolven aikuistumiselle ovat vuoden 2024 lämpimänä kesänä alueet jopa Keski-Lappiin asti (Kuva 4). Vuosi 2024 oli kuitenkin poikkeuksellisen kuuma, joka vaikuttaa kyseisestä vuodesta tehtyihin ennusteisiin. Lisäksi lämpösumma ei ole ainoa kirjanpainajatuhoihin vaikuttava tekijä ja myös talvehtimisen onnistuminen vaikuttaa sukupolvien eloonjäämiseen.



Kuva 4. Koko vuoden lämpösumma Suomen eri alueilla vuonna 2024. (Luonnonvarakeskus s.a.).

4.2.2 Kuivuus

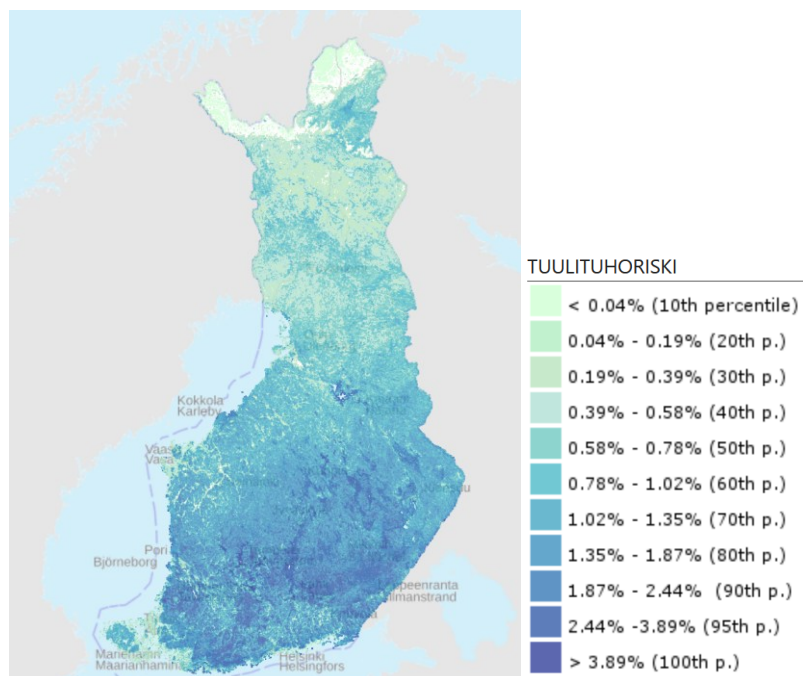
Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa maapallon hydrologiseen kiertoon. Sateet ovat rankempia ja voimakkaammin keskittyneitä tiettyyn vuodenaikaan tai ajanjaksoon (Caretta ym. 2022). Nämä muutokset ovat aiheuttaneet suuria tulvia ympäri Eurooppaa etenkin talvella ja keväällä. Kesällä harvemmin esiintyvät sateet yhdessä lämpötilan nousun kanssa johtavat lisääntyneeseen veden haihduntaan ja maaperän kuivumiseen. (Caretta ym. 2022.) Myös Suomessa ilmastonmuutoksen ennustetaan lisäävän sademääriä talvikuukausina ja kasvattavan kuivuusriskiä kesäisin (Ruosteenoja, Jylhä & Kämäräinen 2016). IPCC:n kuudennessa raportissa (2022) vuosien 1901–2010 välillä Suomen haavoittuvuus kuivuutta vastaan on noussut korkeaksi ja kuivuusriski on havaittu kohtalaiseksi etenkin eteläisessä Suomessa. Tulevaisuuden ennusteissa kuivuuden odotetaan uhkaavan myös Pohjois-Suomea. (Caretta ym. 2022.) Toistaiseksi kuivuuden voimakkuutta ei kuitenkaan ole pidetty kovin suurena, sillä se ei ole johtanut suuriin kuusikuolemiin. Toisaalta samoilla leveysasteilla Kanadassa 43 % boreaalisesta metsästä on altistunut lisääntyvin määrin kuivuuden aiheuttamille metsäkuusen kuolemille. (Junttila ym. 2024.)

Kuivuus altistaa talousmetsiä kirjanpainajatuhoille. Kuivuutta esiintyy etenkin reuna-alueilla ja hakkuualueilla, joihin kohdistuu enemmän auringonpaistetta (Melin ym. 2022). Kuusen altistuessa kuivuudelle, se menettää puolustuskykynsä. Tällöin heikkokuntoiseen puuyksilöön on helpompi iskeytyä. Kuivuudesta tekee erityisen uhkaavan sen levinneisyys laajoille alueille kuivuuskauden aikana, joka mahdollistaa suuret kirjanpainajaepidemiat. (Melin ym. 2022.) Kirjanpainajat valikoivat isäntäpuunsa sen kunnan mukaan. Etenkin kuivuudesta kärsivät kuuset ovat kirjanpainajien mieleen (Netherer ym. 2022). Kirjanpainajat löytävät kuivan heikkokuntoisen kuusen aistiensa avulla (Netherer ym. 2022). Kuivuus ja sen lisäämät metsätuhot ovat uhkia, jotka altistavat koko Suomen talousmetsiä.

4.2.3 Tuuli

Tuulituhot ovat merkittävä häiriö metsissä ja aiheuttavat metsänomistajille vuosittain tappioita (Hantula ym. 2023). Euroopassa myrskyt ovat lisääntyneet ja saman trendin odotetaan jatkuvan vielä tulevaisuudessakin (Hantula ym. 2023). Suomessa voimakkaampien tuulien ennustetaan lisääntyvän noin 0–2 % (Venäläinen ym. 2020). Tuulituhoriskiä nostaa myös kuivuuden lisääntyminen ja roudattoman ajan pidentyminen (Hantula ym. 2023). Tuuli uhkaa etenkin Etelä-Suomen kuusia, jotka kaatuvat huomattavasti helpommin kuin männyt tai koivut

(Venäläinen ym. 2020). Tämän lisäksi tuulituhoriski on suurempi reunametsäalueilla sekä harvennushakkuualueilla (Melin ym. 2022). Kuvan 5 mukaisesti tuulituhoriski on suurin eteläisessä ja itäisessä Suomessa, etenkin vesistöjen reunametsissä. Kuvasta korostuukin tummalla Järvi-Suomi lukuisine vesistöineen.



Kuva 5. Vuoden 2024 tuulituhoriski prosentteina Suomen eri alueilla (Luonnonvarakeskus s.a.).

Tuuli on yksi tärkeimmistä puukuolemia aiheuttavista tekijöistä Suomen talousmetsissä. Lisäksi se tuottaa kirjainpajalle potentiaalisia isäntäpuita. Tuulen kaataessa suuren määrän puita ja kirjainpajien löytäessä paikalle, kuoriaispopulaatio voi kasvaa suureksi (Melin ym. 2022). Suuret kirjainpajapopulaatiot pystyvät yhdessä iskeytymään jopa terveisiin puihin levittäytyen täten eteenpäin metsässä. Suuret tuulituhot kasvattavat siis riskiä kirjainpajaeidemioiden käynnistymiselle ja etenemiselle laajemmalle metsään.

4.2.4 Metsänkäyttömenetelmät

Metsänkäyttömenetelmät vaikuttavat kirjainpajatuhoalttiuteen. Ne eivät ole kytköksissä ilmastonmuutokseen, kuten aikaisemmat kirjainpajatuhoja aiheuttavat tekijät. Tämä johtuu siitä, että metsänkäyttömenetelmät ovat lähes täysin metsänomistajien valittavissa (Ruotsalainen ym. 2022). Metsänomistajien metsänhoitomenetelmiin vaikuttavat muun muassa taloudelliset tekijät, omistajan arvot sekä lainsäädäntö. Suomen talousmetsiä kuitenkin luonnehtii samanlaiset ominaisuudet: tiheä kasvatus ja yksilajisuus (Ruotsalainen ym. 2022).

Tiheään kasvatetuissa talousmetsissä puusto on istutettu lähelle toisiaan (Junttila 2024). Tämä altistaa puita kuivuudelle, sillä se johtaa alhaiseen maaperän vedenpidätyskykyyn (Junttila 2024). Tiheäkasvuisessa laajassa kuusimetsässä kirjanpainajan on myös helpompi löytää sopiva isäntäpuu ja levittäytyä eteenpäin. Se suosii lyhyttä levittäytymisetäisyyttä, joka on noin sata metriä (Melin ym. 2025).

Kuusen osuus Suomen metsänviljelypinta-alasta on noussut 33 %:sta 52 %:iin. Sen suosiota selittävät muun muassa viljelyn hyvä onnistuminen, kuusipuutavaran hinnannousu ja kestävyys hirvituhoja vastaan. (Ruotsalainen ym. 2022). Tästä huolimatta kuusi on herkkä kuivuudelle sekä se on kirjanpainajan pääisäntäpuu. Nämä tekijät yhdessä tekevät sen massaviljelystä kestäväntä pitkällä aikatahtimella. Lisäksi talousmetsien yksipuolinen puulajien käyttö metsänviljelyssä altistaa suoraan hyönteis- ja sienituhoille (Ruotsalainen ym. 2022).

5 Yhteiskunnalliset vaikutukset sekä niiden ehkäiseminen

5.1 Yhteiskunnalliset vaikutukset

Ilmastonmuutos sekä sen seuraukset johtavat kirjanpainajan aiheuttamien metsätuhojen kasvuun. Luonnonsuojelualueilla tilannetta ei pidetä uhkaavana, sillä luonnontilaisessa metsässä kirjanpainaja on avainlaji (Müller ym. 2008). Metsätuhot talousmetsissä aiheuttavat kuitenkin taloudellisia tappioita, joten niihin kohdistuu suurempaa huolta. Kuoriaisten aiheuttaman tuhon jälkeen kuusen hinta laskee, sillä puutavaran tarjonta on noussut lisääntyneiden tuholaishakkuiden vuoksi (Hlásny ym. 2021). Hinnan laskun aiheuttaa kuusen kysynnän ylittävä tarjonta. Alhaisesta hinnasta hyötyvät kuusta ostavat ja sitä käsittelevät tahot (Hlásny ym. 2021). Metsänomistajalle tämä kuitenkin tuottaa tappioita. Puun tarjonnan tasaantuessa normaaliksi sen hinta taas nousee. Hinnan noususta huolimatta puuntuottaja joutuu edelleen tappiolle, sillä arvon nousu ei riitä kompensoimaan tuhon jälkeen tapahtunutta laskua (Hlásny ym. 2021). Tästä syystä myös pitkän aikavälin taloudellinen vaikutus metsänomistajille on negatiivinen. Taloudellisen arvon menetys näkyy myös puumarkkinoiden ulkopuolella. Metsätuhoalueiden kiinteistöjen arvo laskee ja turismi tuottaa vähemmän tuloja (Hlásny ym. 2021). Tämän lisäksi kirjanpainajatuhot vaikuttavat negatiivisesti kaikkiin ekosysteemipalveluluokkiin sekä yhteisön kokemuksiin ympäristöstään (Hlásny ym. 2021).

5.2 Kirjanpainajatuhojen ehkäiseminen

5.2.1 Metsänkäyttömenetelmät

Metsänkäyttömenetelmillä voidaan vaikuttaa kirjanpainaja-alttiuteen. Kyseistä tutkimuskysymystä tutkittiin Ruotsissa simulaation avulla (Fustel ym. 2024). Tutkimuksessa arvioitiin eri metsänkäyttömenetelmien vaikutuksia kirjanpainajien leviämisalttiuteen, puuntuotantoon ja biodiversiteetin indikaattoreihin. Tutkittuja metsänkäyttömenetelmiä olivat sekametsäkasvatus, lyhyen kasvukierron menetelmä, pitkän kasvukierron menetelmä, jatkuvapeitteinen kasvatus sekä menetelmä, jossa kaikkia menetelmiä sai käyttää vapaasti optimoiden aina kirjanpainaja-alttiuden minimoimisen. Parhaiksi metsänhoitomenetelmiksi osoittautuivat sekametsäkasvatus, lyhyen kasvukierron menetelmä ja kaikkia käyttömuotoja yhdistävä menetelmä. Pitkät kasvukierrot ja tiheä jatkuvapeitteinen kasvatus altistivat kuusimetsiä kirjanpainajatuhoille, kun taas lyhyet kasvukierrot ehkäisivät niitä (Fustel ym. 2024). Kirjanpainajat suosivat siis vanhoja järeämpiä puita nuorten puolustuskykyisten sijaan.

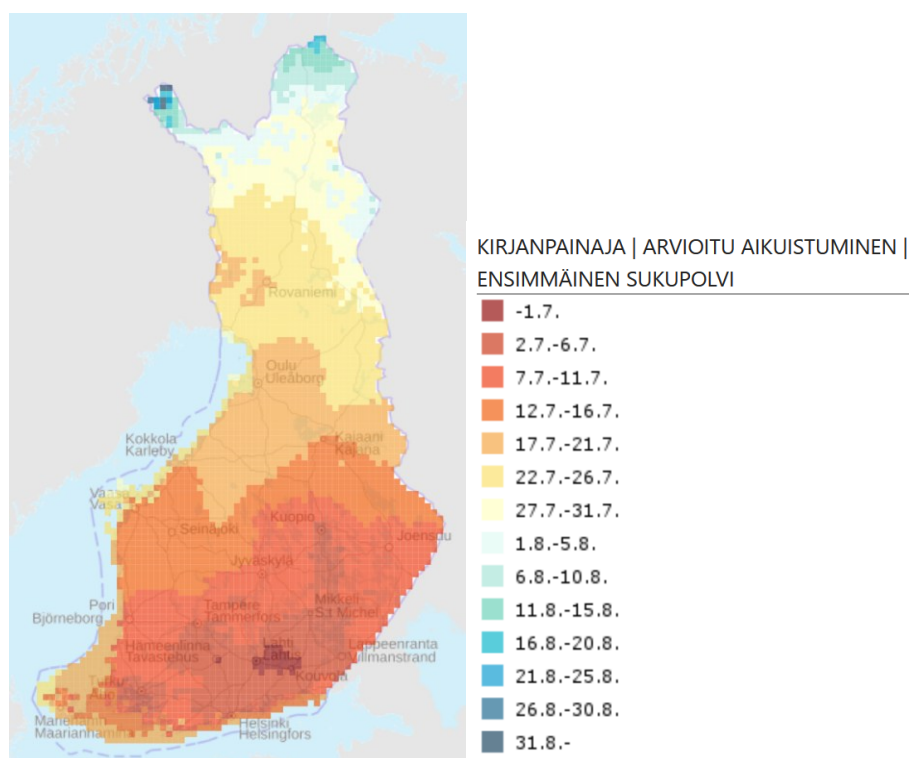
Kirjanpainaja-alttiutta ehkäisevimmissä yhdistelmämenetelmässä suosittiin myös sekametsäkasvatusta ja lyhyiden kasvukiertojen kasvatusta. Sekametsäkasvatuksen on todettu muun muassa lisäävän kuusen pihkatuotantoa (Wermelinger 2004). Lisäksi se pienentää riskiä tuhonaiheuttajien leviämislle. Kirjanpainajat levittäytyvät 500 metrin säteellä, joista suurin osa kuitenkin kulkee levittäytyessään vain 100 metriä (Melin ym. 2025). Sekapuustoisuus ehkäisee siis suurien epidemioiden syntymistä ja kuoriaisten levittäytymistä. Suomen metsähoitosuosituksissa rohkaistaankin sekapuustoisuuteen tuhonaiheuttajien riskin alentamiseksi (Metsänhoidon suositukset: a s.a.). Toisaalta samaisissa suosituksissa kehoitetaan pidentämään kasvukiertoja, joka lisää todennäköisyyttä hyönteistuhoilille (Metsänhoidon suositukset: b s.a.).

Metsänomistaja voi metsänkäyttömenetelmän valitsemisen lisäksi vaikuttaa toimintatavoillaan kirjanpainajien leviämislalttiuteen. Näitä ovat tuhoille altistavien käsittelyiden välttäminen, riskikohteiden tarkastelu, metsätuhojen jälkeinen arviointi sekä puuston toipumisen seuraaminen (Metsänhoidon suositukset: a s.a.). Tarkkailu maastossa läpi kasvukauden auttaa ehkäisemään kirjanpainajatuhoja. Kuoriaisen leviäminen ympäristöön voidaan estää poistamalla sen valtaamat puut oikea-aikaisesti. Puut tulee kuljettaa pois silloin kun kuoriaisten toukat ovat koteloituneena kaarnan alla. (Suomen metsäkeskus s.a.) Tämä estää aikuistuneiden yksilöiden leviämisen muualle metsään. Täten tarkkasilmäinen metsänomistaja voi välttyä kirjanpainajaepidemoilta ja taloudellisilta tappioilta.

5.2.2 Lainsäädäntö

Kirjanpainajien leviämistä pyritään ehkäisemään lainsäädännön avulla. Suomessa on voimassa Laki metsätuhojen torjunnasta (1087/2013), joka velvoittaa maanomistajan tai puutavaran omistajan kuljettamaan talvikaudella hakatun kuusipuutavaran ja vahingoittuneet puut pois metsästä ja välivarastosta (Suomen metsäkeskus s.a.). Laki koskee vahingoittunutta kuusipuuta, jonka määrä ylittää kymmenen kiintokuutiometriä (1087/2013 6§). Kuusen poiskuljetus on toteutettava Lain metsätuhojen torjunnasta (1087/2013) määrittämien aikataulujen mukaan. Aikataulun määrittelemiseksi lain 3§:ssä Suomi jaetaan kolmeen osaan lämpösumman ja hyönteisten esiintymisen perusteella. A-alueeseen kuuluu eteläinen Suomi noin Jyväskylän kaupungin yläpuolelle asti (Ylioja & Sutela 2024). Siellä puutavara on poistettava maastosta 15.7 mennessä. B-alueeseen kuuluu keskinen Suomi Jyväskylän yläpuolelta Kajaanin alapuolelle asti. Siellä poiskuljetus on suoritettava 24.7 mennessä. (Ylioja & Sutela 2024.) C-alueeseen kuuluu Pohjois-Suomi, jossa vahingoittuneet kuuset on vietävä pois 15.8 mennessä.

Kirjanpainajatuhojen kasvaessa ilmastonmuutoksen takia, Lakia metsätuhojen torjunnasta on tarpeen mukaan pystyttävä muokkaamaan. Ruotsissa kirjanpainajatuhojen ehkäisevä poistamisvelvollisuus syntyy, kun vahingoittuneen puuston määrä ylittää 5 kuutiometriä ja eteläisillä riskialueilla 3 kuutiometriä. Suomessa vastaava arvo on 10 kuutiometriä, joka on tarpeen tullen laskettava alemmaksi. Lisäksi lämpösumman kasvaessa koko Suomessa ja kirjanpainajien esiintymisen aikaistuessa, myös puutavaran poiskuljetuksen aikatauluihin on tehtävä muokkauksia. Vuonna 2022 kirjanpainajien aikuistuminen tapahtui B-alueella aikaisemmin, kuin puutavaran poistoon laadittuun päivämäärään oli huomioitu (Ylioja & Sutela 2024). Tämä on siis potentiaalisesti voinut sallia vahingoittuneissa puissa talvehtineiden kirjanpainajien heräämisen ja poistumisen isäntäpuusta jo ennen puun poiskuljetusta. Sama tilanne toistui vuonna 2024, jolloin kirjanpainajien arvioitiin aikuistuneen sekä A-, B- että C-alueilla ennen niille määriteltyä puutavaran poiskuljetuspäivämäärää (Kuva 6).



Kuva 6. Kirjanpainajan ensimmäisen sukupolven arvioitu aikuistuminen Suomen eri alueilla vuonna 2024. (Luonnonvarakeskus s.a.).

6 Johtopäätökset

Kirjanpainajan (*Ips typographus*) aiheuttamat metsätuhot ovat johtaneet kuusen hyönteistuhohakkuiden kasvuun Suomessa. Suurin paine on korostunut etenkin Etelä-Suomeen ja Pirkanmaahan. Pohjoisessa hakkuita on tehty maltillisesti. Hyönteistuhohakkuiden määrä kertoo kirjanpainajien määrästä ja niiden aiheuttamista tuhoista. Kirjanpainajat parveilevat ja lisääntyvät yhä useammin kesässä aiheuttaen täten enemmän metsätuhoa. Kuoriaisen sisarusukupolven on havaittu jo yleistyneen Etelä-Suomessa, joten sen leviäminen pohjoisemmaksi sekä toisen sukupolven yleistyminen etelässä voivat olla vain ajan kysymys.

Kuoriaisen lisääntyvää määrää selittävät ilmastonmuutos, lämpösumma, kuivuus, tuuli ja metsänkäyttömenetelmät. Lämpösumman on todettu kasvaneen ja kasvavan vielä tulevaisuudessa koko Suomen laajuudella. Kyseinen kasvu uhkaa Suomen talousmetsiä etelästä Lappiin asti lukuun ottamatta aivan pohjoisimpia tuntureita. Ilmastonmuutos altistaa talousmetsiä kuivuudelle ja tuulelle, jotka taas lisäävät kirjanpainajille sopivia elinympäristöjä. Tuulesta ja kuivuudesta johtuville metsätuhoille ovat alttiita etenkin reunametsät vesistöjen ja hakkuiden ympärillä. Lisäksi ne keskittyvät Etelä- ja Itä-Suomeen. Kirjanpainajatuhojen voidaan odottaa kasvavan siis erityisesti eteläisessä Suomessa sekä vesistöjen ja hakkuiden äärellä. Lämpösumman noustessa koko Suomessa, voi kirjanpainajatuhoakkuita esiintyä enemmän myös Lapissa.

Kirjanpainajan aiheuttamien metsätuhojen lisääntymisen pysäyttäminen on vaikeaa. Ilmastonmuutoksen ennusteiden mukaan maapallon lämpötila jatkaa nousemistaan vielä pitkään (Caretta ym. 2022). Edes suurilla torjuntatoimilla ei pystytä estämään tulevaa tai peruuttamaan jo tapahtunutta lämpenemistä. Metsänomistajilla voi kuitenkin olla mahdollisuuksia ennaltaehkäistä maallaan tapahtuvia kirjanpainajaepidemioita. Tämä edellyttää jatkuvaa tarkkaa seurantaa sekä joustavuutta hakkuumenetelmien suhteen. Sekametsäkasvatuksen, lyhytkiertomenetelmän sekä hakkuumenetelmien vaihtelun tilanteen mukaan on todettu toimivan yksilajista pitkäkiertomenetelmää paremmin. Jatkuva kirjanpainajatilanteen tarkkailu ja siihen sopeutuminen vaativat kuitenkin asiantuntijuutta, resursseja ja aikaa.

Ratkaisuja voidaan etsiä myös lainsäädännön muutosten avulla. Vahingoittuneen puutavaran poiskuljetussääntöjen tiukentaminen voisi auttaa kirjanpainajaepidemioiden ehkäisemisessä. Kun puut korjataan maastosta liian myöhään, riski kirjanpainajien aikuistumiselle ja

leviämiselle muualle metsään on korkeampi. Aikaisemmat poiskuljetuspäivämäärät laskisivat täten kuoriaisten leviämistodennäköisyyttä. 2020-luvulla lämpösumma on ollut niin korkea koko Suomessa, että se on huomioitava myös tulevassa päätöksenteossa. Ainakin vuosina 2022 ja 2024 kirjanpainajien aikuistumisen on arvioitu tapahtuneen jo ennen lain antamia puutavaran poiskuljetuspäivämääriä (Luonnonvarakeskus s.a.). Tämä on aihe, josta tarvitaan vielä lisätutkimusta. Kirjanpainajaepidemioiden ehkäiseminen vaatii siis monitahoista toimintaa, mutta hyödyttää kaikkia. Sen avulla voidaan minimoida taloudellisia tappioita ja ylläpitää Suomen metsätaloutta.

Lähteet

- Annala, E. (1969). *Influence of temperature upon the development and voltinism of Ips typographus L. (Coleoptera, Scolytidae)*. *Annales Zoologici Fennici* 6: 161–208
- Caretta, M.A., A. Mukherji, M. Arfanuzzaman, R.A. Betts, A. Gelfan, Y. Hirabayashi, T.K. Lissner, J. Liu, E. Lopez Gunn, R. Morgan, S. Mwanga, and S. Supratid, (2022) *Water*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. s. 551–712. doi:10.1017/9781009325844.006
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/chapter/chapter-4/>
- Fustel, T., Öhman, K., Klapwijk, M., Nordkvist, M., Sängstuvall, L., Lämås, T. & Eggers, J. (2024). Impact of management strategies on forest susceptibility to spruce bark beetle damage and potential trade-offs with timber production and biodiversity. *Forest Ecology and Management* 563 (2024) 121964.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121964>
- Hantula, J., Ahtikoski, A., Honkaniemi, J., Huitu, O., Hänkönen, M., Kaitera, J., Koivula, M., Korhonen, K.T., Lindén, A., Lintunen, J., Luoranen, J., Matala, J., Melin, M., Nikula, A., Peltoniemi, M., Piri, T., Sorsa, J.-A., Strandström, M., Uusivuori, J. & Ylioja, T. (2023). *Metsätuhojen kokonaisvaltainen arviointi: MEKOTKA-hankeen loppuarviointi*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 140s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-688-7>
- 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* (2021) 7:138-165. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x>
- Hlásny, T. & Sitková Z. (2010). *Spruce forests decline in the Beskids*. National Forest Centre / Národné lesnícke centrum.
https://www.researchgate.net/publication/283464238_Spruce_forest_decline_in_the_Beskids?enrichId=rgreq-de92da9bdda850164f9a8d8dd0b76cd7-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4MzQ2NDIzODtBUzoXMTQzMTI3NTU0MTMxNEAxNzI1NDM1NzU0OTkw&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Ilmatieteen laitos (s.a.). *Terminen kasvukausi*. Luettu 26.03.2025.

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Junttila, S., Blomqvist, M., Laukkanen, V., Heinaro, E., Polvivaara, A., O’Sullivan, H., Yrttimaa, T., Vastaranta, M. & Peltola, H. (2024). *Significant increase in forest canopy mortality in boreal forests in Southeast Finland*. *Forest Ecology and Management* 565 (2024) 122020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122020>

Kärvemö, S., Huo, L., Öhrn, P., Lindberg, E. & Persson, H.J. (2023). *Different triggers, different stories: Bark-beetle infestation patterns after storm and drought-induced outbreaks*. *Forest Ecology and Management*. Volume 545, 1 October 2023, 1212255. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121255>

Linnakoski, R. & Niemelä, P. (2011). *Kaarnakuoriaisten kuljettamat sinistäjäsienet Suomessa*. Metsätieteen aikakauskirja 3/2011. <https://doi.org/10.14214/ma.6560>

Luonnonvarakeskus (s.a.). Luonnonvaratieto. Karttapalvelu, Metsätuhot. Luettu 25.03.2025. <https://luonnonvaratieto.luke.fi/kartat?panel=metsatuhot>

Maa- ja metsätalousministeriö (s.a.). Metsäteollisuus Suomessa. Luettu 12.04.2025.

<https://mmm.fi/metsat/puun-kaytto/metsateollisuus-suomessa>

Maanmittauslaitos, Hallintorajat, 1:10 000, 2024. Suomen maakuntarajat.

Melin, M., Balazs, A., Kaitera, J., Katila, M., Palmu, S. & Ylioja, T. 2025.

Kirjanpainajatuhot luonnonsuojelualueilla ja niiden naapurustossa: KILJU-projektin loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 7/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 36 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-013-8>

Melin, M., Kulha, N., Ylioja, T., Honkaniemi, J. & Koivula, M. (2022). *Kirjanpainajatuhojen riskeistä erilaisissa metsissä ja niille altistavista tekijöistä*. Metsätieteen aikakauskirja 2022, 10722. <https://doi.org/10.14214/ma.10722>

Melin, M., Laakso, T., Kärkkäinen, L., Packalen, T. & Viiri, H. (2021). *Kirjanpainajatuhot, suojelualueet ja aluevaraukset – lainsäädäntö ja mahdolliset ongelmakohdat tuhojen levitessä*. Metsätieteen aikakauskirja 2021, 10522. <https://doi.org/10.14214/ma.10522>

Metsäkeskus (s.a.). *Metsätuhohakkuut*. Luettu 11.04.2025.

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYjA1NjIhZGEtOTQ0YS00OWJmLTkwMjYtMzQzMzQ2OTlhYjJmIiwidCI6ImVhMjQwMTY4LTU1NjAtNDYyMC05NmI1LWE4MjMxOWNlODBhMSIsImMiOjI9>

Metsänhoidon suositukset: a (s.a.). *Metsänhoidon laadunhallinta ja riskienhallinta*. Luettu 04.04.2025. <https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/metsatilan-hoito/metsanhoidon-laadunhallinta-ja-riskienhallinta#section-p2025>

- Metsänhoidon suositukset: b (s.a.). *Puuston kiertoajan pidentäminen*. Luettu 04.04.2025.
<https://metsanhoidonsuosituksset.fi/fi/toimenpiteet/puuston-kiertoajan-pidentaminen>
- Mezei, P., Jakus, r., Pennerstorfer, J., Harvasová, M., Skvarenina, J., Ferencik, J., Slivinský, J., Bicărová, S., Bilcik, D., Blazenec, M. & Netherer, S. (2017). *Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle Ips typographus – An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High tatra Mountains*. *Agricultural and Forest Meteorology* 242 (2017) 85-95 s.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.04.004>
- Müller, J., Bußler, H., Goßner, M., Rettlebach, T. & Duelli, P. (2008). *The European spruce bark beetle Ips typographus in a national park: from pest to keystone species*. *Biodiversity and Conservation* (2008). Volume 17. 2979-3001 s.
<https://doi.org/10.1007/s10531-008-9409-1>
- Netherer, S., Kandasamy, D., Jirosóva, A., Kalinová, B., Schebeck, M. & Schlyter, F. (2020). *Interactions among Norways spruce, the bark beetle Ips typographus and its fungal symbionts in times of drought*. *Journal of Pest Science* (2021) 94:591-614.
<https://doi.org/10.1007/s10340-021-01341-y>
- Netherer, S., Schebeck, M., Morgante, G., Rentsch, V. & Kirisits, T. (2022). *European Spruce Bark Beetle, Ips typographus (L.) Males Are Attracted to Bark Cores of Drought-Stressed Norway Spruce Trees with Impaired Defenses in Petri Dish Choice Experiments*. *Forests* 2022, 13, 537. <https://doi.org/10.3390/f13040537>
- Parker, T. (2018). *Kirjanpainaja (Ips typographus)*. iNaturalist.
<https://www.inaturalist.org/observations/203496249>
- Ruosteenoja, K., Jylhä, K. & Kämäräinen, M. (2016). *Climate Projections for Finland Under the RCP Forcing Scenarios*. *Geophysica* (2016), 51(1), 17–50.
https://www.researchgate.net/publication/311929213_Climate_projections_for_Finland_under_the_RCP_forcing_scenarios
- Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A. & Kämäräinen, A. (2016). *Ilmastonmuutos lämmittää Suomen kasvukausia*. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote*, 2016–01 (33), s.1–7. <https://journal.fi/smst/issue/view/5254>
- Ruotsalainen, S., Himanen, K., Viherä-Aarnio, A., Aarnio, L., Haapanen, M., Luoranen, J., Matala, J., Riikonen, J., Uotila K. & Ylioja, T. (2022). *Puulajivalikoiman monipuolistaminen metsänviljelyssä*. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 24/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki, 135 s <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-394-7>

Suomen metsäkeskus (s.a.). *Kirjanpainaja kuusikossa: ennakointi, hallinta ja torjunta*. Luettu 20.03.2025.

<https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/kirjanpainajatuhon-torjuntaopas.pdf>

Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, M., 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* / Volume 26, Issue 8. S. 4178-4196. <https://doi.org/10.1111/gcb.15183>

Wermelinger, B. 2004. *Ecology and management of the spruce bark beetle Ips typographus – a review of recent research*. *Forest Ecology and Management* 202 (2004) 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>

Ylioja, T. & Sutela, S. (2024). *Metsätuhot vuonna 2023*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 34/2024. Helsinki. 101 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-906-2>