



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2/2022

Metsätuhot vuonna 2020

Heikki Nuorteva (toim.), Maarit Kytö (toim.), Leena Aarnio, Leena Hamberg, Jarkko Hantula, Heikki Henttonen, Otso Huitu, Juha Kaitera, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Pekka Kuitunen, Pinja Lehti, Jaana Luoranen, Markus Melin, Jukka Niemimaa, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Mikael Strandström, Eeva Terhonen, Olli-Pekka Tikkanen, Anne Uimari, Eeva Vainio, Anu Valtonen, Sannakajsa Velmala, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja

Metsätuhot vuonna 2020

Heikki Nuorteva (toim.), Maarit Kytö (toim.), Leena Aarnio, Leena Hamberg, Jarkko Hantula, Heikki Henttonen, Otso Huitu, Juha Kaitera, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Pekka Kuitunen, Pinja Lehti, Jaana Luoranen, Markus Melin, Jukka Niemimaa, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Mikael Strandström, Eeva Terhonen, Olli-Pekka Tikkanen, Anne Uimari, Eeva Vainio, Anu Valtonen, Sannakajsa Velmala, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja

Viittausohje:

Nuorteva, H. (toim.), Kytö, M. (toim.), ym. 2022. Metsätuhot vuonna 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 72 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Nuorteva, H., Korhonen, K. T., Melin, M. & Strandström, M. 2022. Metsätuhot vuonna 2020 VMI13:ssa. Julkaisussa: Nuorteva, H. (toim.), Kytö, M. (toim.), ym. Metsätuhot vuonna 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 10–27.

Heikki Nuorteva, ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-8211-9843>



ISBN 978-952-380-349-7 (Painettu)

ISBN 978-952-380-350-3 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-350-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Heikki Nuorteva (toim.), Maarit Kytö (toim.), Leena Aarnio, Leena Hamberg, Jarkko Hantula, Heikki Henttonen, Otso Huitu, Juha Kaitera, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Pekka Kuitunen, Pinja Lehti, Jaana Luoranen, Markus Melin, Jukka Niemimaa, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Mikael Strandström, Eeva Terhonen, Olli-Pekka Tikkanen, Anne Uimari, Eeva Vainio, Anu Valtonen, Sannakajsa Velmala, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2022

Julkaisuvuosi: 2022

Kannen kuva: Kannen kuva: Nuori vasta-aikuistunut kirjanpainaja (*Ips typographus*) 8.7.2020 Helsingin keskuspuistossa Ruskeasuolla. Kuva: Heikki Nuorteva.

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Heikki Nuorteva ja Maarit Kytö

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, heikki.nuorteva@luke.fi,
maarit.kyto@luke.fi

Valtakunnan metsien 13. inventoinnin mukaan metsikön laatua alentavien tuhojen osuus vuonna 2020 kasvoi vuoteen 2019 verrattuna noin 0,36 miljoonaa hehtaaria. Kaikkiaan tuhoja esiintyi 5,3 miljoonalla hehtaarilla. Tuntemattomat tuhot lisääntyivät 0,56 miljoonalla hehtaarilla kun sen sijaan abioottiset tuhot ja taudit vähenivät 0,23 miljoonalla hehtaarilla ja hirvituhot kasvoivat hieman. Koko maan tasolla lumi- ja hirvituhot ovat edelleen ylivoimaisesti yleisimpiä metsikön laatua alentavista tunnistetuista tuhoista, kuten ovat myös lahottajasienet, tuuli ja tervasroso. Maakunnittain tarkasteltuna lumituhoja esiintyy noin neljäsosalla Lapin metsistä sekä suhteellisen runsaasti myös Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Sienituhoista versosurma ja männynversoruoste vähenivät koko maan tasolla, kun sen sijaan juurikäpätuhot lisääntyivät Uudellamaalla ja Satakunnassa, jossa myös versosurma lisääntyi suhteellisesti eniten.

Luke jatkoi yhdessä Metsäkeskuksen ja metsänhoitoyhdistysten kanssa vuonna 2012 aloitettua kirjanpainajakantojen seurantaan feromonipyydyksin Etelä-Suomessa. Feromonipyydyksin tehtävän kirjanpainajan kannanseurantatulosten perusteella nk. riskiraja ylittyi yhdeksällä paikkakunnalla; Vihti, Pornainen, Asikkala, Uusikylä, Mäntsälä, Myrskylä, Valkeala, Lapinjärvi ja Lappeenranta. Metsäkeskukselle ilmoitettiin vuonna 2020 604 ha hyönteistuhon vuoksi uudistettavaa ja 155 ha harvennettavaa kuviota. Kirjanpainajakannat olivat hivenen nousussa edellisvuoteen verrattuna.

Havuparikas on uusi lähitulevaisuudessa potentiaalisesti hyvinkin vakava männyn patogeeni Suomessa. Se on neulasissa endofyyttisesti elävä sieni, joka kykenee sopivissa olosuhteissa aiheuttamaan taudin nimeltä etelänversosurma, Etelänversosurmaa vastaan ei ole metsänhoidollisia torjuntakeinoja. Etelänversosurma voi potentiaalisesti tulla ongelmaksi paitsi metsissä, myös taimitarhoilla ja edesauttaa taimien kuolemista istutuksen jälkeen. Suomessa tätä tautia tulisi aktiivisesti tarkkailla siemenviljelyksillä, taimitarhoilla ja metsiköissä. Tutkimusta tarvitaan selvittämään mikä ylläpitää oireettomia havuparikkaan infektoita, ja jotta kyetään määrittämään ne toimenpiteet, jotka estävät oireiden kehittymisen tai vähentävät oireiden vakavuutta.

Versosurmaa esiintyi männyn taimilla keväällä 2020 ja ahavatuhoja /neulasten karisemista havaittiin etenkin kuusen istutusaloilla Väli-Suomen alueella.

Vuoden 2019 ja myös 2020 havununnan feromoniansaseurannassa runsaimmat havununna-saaliit saatiin Satakunnasta. Hämeenlinnan ja Vantaan alueella pyydyksien saalismäärät kasvoivat huomattavasti vuonna 2020. Pohjoisempana Suomessa havununnien levinneisyydessä ei havaittu muutoksia vuoteen 2019 verrattuna. Saalismäärien perusteella on arvioitu, että havununnalla olisi pysyviä paikallispopulaatioita Kitee-Ikaalinen-linjan eteläpuolella. Havununnaa ei voida vielä pitää vakavana tuhojen aiheuttajana, mutta sen tuohistorian tuntien seurantaan tullaan pitämään yllä.

Kesällä 2020 lehtinunnan esiintymistä Suomessa kartoitettiin feromonipyydyksin tiettävästi ensimmäistä kertaa laajemmin. Kartoituksen yhteydessä ei toistaiseksi tavattu yhtään lehtinunnaa.

Saarnensurman aiheuttamasta tuhosta tuli Luken metsätuhotietopalvelulle aiempia vuosia vähemmän havaintoja. Luken tutkimuksessa selvitettiin *Phytophthora cactorum* ja *P. ×cambivora*

-infektioiden vaikutuksia suomalaisiin koivuntaimiin. Tutkimuksessa todettiin mikrobien aiheuttavan merkittäviä oireita rauduskoivulle.

Mesisienituhojen ennustetaan lisääntyvän ilmaston lämmetessä ja torjuntamenetelmien kartoitus on tarpeen. Mesisienet aiheuttavat juurikäävän jälkeen toiseksi eniten lahoa kivennäismaiden kuusikoissa. Lukessa on käynnistetty tutkimusta sen selvittämiseksi, voisivatko sienillä yleisesti esiintyvät virusinfektiot olla yksi tekijä taudinaiheuttajakyvyn määräytymisessä. Lähitulevaisuudessa mesisienituhojen mahdollisuus ja monipuoliset lähestymistavat taudin torjuntaan on hyvä huomioida niin tutkimuksellisesti kuin käytännön tasollakin.

Juurikäävän leviämisen riskialueella eteläisessä ja keskisessä Suomessa, noin 2,3 miljoonaa hehtaaria talousmetsää kasvaa ojitetulla turvemaalla. Kivennäismaihin verrattuna turvemailla esiintyy vähemmän juurikääpätuhoja. Keväällä 2020 alkaneessa tutkimuksessa selvitetään sekä kantokäsittelyn tehokkuutta että jatkuvapeitteisen metsänkäsittelyn vaikutuksia lahon leviämiseen ojitetuilla turvemailla. Alustavan ureakäsittelyistä saadun tuloksen perusteella 32-prosenttinen urealiuos estää hyvin männynkantojen juurikääpätartunnat turvemaalla, tehokkuuden ollessa samaa luokkaa kuin kivennäismailla.

Pohjois-Pohjanmaalla havaittiin versosurmaa runsaasti mäntyjen nuorten versonkärkien ruskettumisena sekä tervasroson uutta tuhoa kesäkuulta alkaen Pudasjärven alueella ja Koillismaalla 2020. Koivunruostetta ja koivun lehtilaikkutautia havaittiin runsaasti koivuilla Pohjois-Pohjanmaalla ja Koillismaalla loppukesästä ja alkusyksystä. Tuoretta männyn versoruostetta ja kuusentuomiruostetta havaittiin hyvin vähän.

Myyrien kannanvaihteluissa on maan eteläpuoliskossa vallinnut epämääräisempi vaihtelumalli. Kesän 2020 voimakkaimmin runsastuneet lajit olivat metsämyyrä ja Etelä-Suomessa metsähiiri, kun taas peltomyyräkannat olivat vaatimattomat. Metsähiirellä näytti olevan kaikkien aikojen ennätysvuosi, Kesän 2021 pitäisi olla nousevan myyräkannan aikaa ylimmässä Lapissa.

Metsien terveys ja monimuotoisuus-katsausartikkelissa tarkastellaan keinoja luonnonhäiriöiden aiheuttamien taloudellisten haittojen vähentämiseksi, luonnonhäiriöitä ja metsän monia arvoja, metsätuhojen ennakoitua ja välttämistä, sekä metsien terveyden ja monimuotoisuuden liittoa.

Asiasanat: metsätuhot, VMI, havuparikas, etelänversosurma, havununna, hirvi, juurikääpä, kirjanpainaja, käpytuholaiset, käpyruosteet, lehtinunna, lumi, mesisieni, monimuotoisuus, myrskytuhot, myyrät, ruskomäntypistiäinen, ruskopilkkukariste, tervasroso, tyvilaho, tyvitervastauti, versosurma

Alkusanat

Metsätuhojen torjunnasta annetun lain (1087/2013) 12 §:n mukaan (muutos 27.6.2014/576) Luonnon-varakeskuksen (Luke) tehtävänä on mm. seurata ja ennakoida metsätuhoja aiheuttavien kasvitautien ja tuhoeläinten esiintymistä ja leviämistä, sekä tutkia tuhojen syy- ja seuraussuhteita sekä tuhojen taloudellista merkitystä. Luonnonvarakeskuksen on vuosittain toimitettava maa- ja metsätalousministeriölle selvitys seurannan tuloksista.

Käsillä oleva täydentävä metsätuhojen vuosiraportti 2020 koostuu Luonnonvarakeskuksen Valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) tuohohavaintomittauksista, metsätuhotietopalvelun asiakailta tietoon tulleista metsätuhoista, erillisissä tutkimusprojekteissa saaduista tuloksista, metsätuhoasiantuntijoiden kirjoittamista artikkeleista sekä muista tietolähteistä kootuista aineistoista. Ajankohtaisista tuhoasioista raportoidaan ministeriölle jatkuvasti.

Kiitän lämpimästi kaikkia kirjoittajia ja vuosiraportin sisältöön vaikuttaneita henkilöitä:

Leena Aarnio, Leena Hamberg, Jarkko Hantula, Heikki Henttonen, Katja Holmala, Otso Huitu, Juha Kaitera, Matti Koivula, Kari T. Korhonen, Pekka Kuitunen, Maarit Kytö, Pinja Lehti, Riikka Linnakoski, Jaana Luoranen, Markus Melin, Irene Murtovaara, Jukka Niemimaa, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Mikael Strandström, Kitta Suhonen, Eeva Terhonen, Sirpa Thessler, Olli-Pekka Tikkanen, Anne Uimari, Eeva Vainio, Anu Valtonen, Sannakajsa Velmala, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja.

Heikki Nuorteva

Luettelo raportissa esiintyvistä tuhonaiheuttajista

Sienet, bakteerit ja virukset:

Etelänversosurma ks. havuparikas, Luvut 3. ja 7.
Harmaakariste/männynharmaakariste (*Lophodermella sulcigena*), Luvut 1. (VMI) ja 10.
Havuparikas (aiheuttaa etelänversosurmaa (*Sphaeropsis sapinea*, syn. *Diplodia sapinea* & *D. pinea*), Luvut 3. ja 7.
Juurikäpää (ryhmänä, *Heterobasidion annosum* & *H. parviporum*), Luvut 1. (VMI), 9. ja 12.
Karistesienet (ryhmänä), Luku 1. (VMI)
Koivunlehtilaikkutauti / ruskolaikku (aiheuttajina mm. koivulaikukka (*Pyrenopeziza betulicola*) ja *Marssonina betulae*), Luku 10.
Koivunruoste (*Melampsorium betulinum*), Luku 10.
Kuusenjuurikäpää / tyvilaho (*Heterobasidion parviporum*), Luvut 1. (VMI) ja 9.
Kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*), Luvut 1. (VMI) ja 10.
Kuusentuomiruoste (*Pucciniastrum areolatum*, syn. *Thekopsora areolata*), Luku 10.
Mesisienet (*Armillaria* spp.), Luku 8.
Muu tai tunnistamaton lahottajasieni (esim. männynkäpää tai pakurikäpää), Luku 1. (VMI)
Männynversoruoste (*Melampsora populnea*, syn. *M. pinitorqua*), Luvut 1. (VMI) ja 10.
Nuijamesisieni (*Armillaria lutea*), Luku 8.
Phytophthora sp. (*Phytophthora cactorum* ja *P. ×cambivora*), Luku 7.
Pohjanmesisieni (*Armillaria borealis*), Luku 8.
Saarnensurma (*Hymenoscyphus fraxineus*, syn. *H. pseudoalbidus* ja *Chalara fraxinea*), Luku 7.
Tervasroso (*Cronartium pini*, syn. *C. flaccidum* ja *Peridermium pini*), Luvut 1. (VMI) ja 10.
Tyvitervastauti/männynjuurikäpää (*Heterobasidion annosum*), Luvut 1. (VMI) ja 9.
Versosurma (aiheuttajana surmakka (*Gremmeniella abietina*)), Luvut 1. (VMI), 4. ja 10.

Hyönteiset ja selkärangaiset:

Havununna (*Lymantria monacha*), Luku 5.
Hirvi (*Alces alces*), Luvut 1. (VMI) ja 12.
Kehräjäjäkoit (*Yponomeuta* spp.), Luku 10.
Kirjanpainaja (*Ips typographus*), Luvut 1. (VMI), 2. ja 12.
Lehtinunna (*Lymantria dispar*), Luku 6.
Metsämyyrä (*Myodes glareolus*), Luku 11.
Myyrät (ryhmänä / *Arvicolinae*), Luvut 1. (VMI) ja 11.
Muut hirvieläimet; peurat ja kauriit (ryhmänä / *Cervidae*), Luvut 1. (VMI) ja 12.
Mäntypistiäiset (ryhmänä / *Diprionidae*), Luku 1. (VMI)
Peltomyyrä (*Microtus agrestis*), Luku 11.
Pihlajakääpiökoi (*Stigmella sorbi*), Luku 10.
Pilkkumäntypistiäinen (*Diprion pini*), Luku 1. (VMI)
Ruskomäntypistiäinen (*Neodiprion sertifer*), Luku 1. (VMI)
Peltomyyrä (*Microtus agrestis*), Luku 11.
Tukk miehentäi (*Hylobius abietis*), Luvut 1. (VMI) ja 12.
Tunturisopuli (*Lemmus lemmus*), Luku 11.
Ytimennävertäjät (*Tomicus piniperda* & *T. minor*), Luku 1. (VMI)

Abioottiset tekijät:

Kuivuus, Luvut 1. (VMI) ja 12.

Lumi, Luvut 1. (VMI) ja 12.

Metsäpalo, Luvut 1. (VMI) ja 12.

Pakkanen / ahava, Luvut 1. (VMI) ja 4.

Ravinteiden epätasapaino, Luku 1. (VMI)

Tuuli / myrsky, Luvut 1. (VMI) ja 12.

Vetisyys / tulva, Luvut 1. (VMI) ja 12.

Muut tekijät:

Kilpailu (naapuripuiden tai aluskasvillisuuden aiheuttama varjostus tai piiskaus, ylitheyttä ei lueta tuhonaiheuttajaksi), Luku 1. (VMI)

Sisällys

Tiivistelmä.....	3
Alkusanat	5
Luettelo raportissa esiintyvistä tuhonaiheuttajista	6
1. Metsätuhot vuonna 2020 VMI13:ssa	10
1.1. Johdanto.....	10
1.2. Tulokset	11
1.3. Tulosten tulkinnasta.....	26
2. Kirjanpainajan esiintyminen vuonna 2020.....	28
2.1. Parveilu alkoi toukokuun loppupuolella	29
2.2. Hyönteistuhohakkuut vuonna 2020	30
2.3. Metsätuholain toimivuus 2020	32
2.4. Toisen sukupolven esiintyminen vuonna 2020	33
3. Havuparikas, uusi opportunistinen sienipatogeeni Suomen männyillä 202035	
3.1. Taustaa	35
3.2. Elinkierto.....	35
3.3. Tilanne Suomessa	37
3.4. Torjunta	37
4. Versosurmaa taimitarhoilla ja ahavatuhoa istutusaloilla	40
4.1. Keväällä 2020 versosurmaa männyn taimilla	40
4.2. Ahavatuhoja havaittiin istutusaloilla.....	41
4.3. Inventointien tulokset valmistuvat kevättalven 2021 aikana	41
5. Havununnan feromoniseurannan tulokset vuodelta 2020	44
6. Lehtinunnasta ei havaintoja lajille omistetussa feromoniseurannassa 2020. 48	
6.1. Taustaa	48
6.2. Feromonikartoitus	49
6.3. Tulokset ja pohdintaa.....	50
7. Metsäpatogeeniset tulokas- ja vieraslajit 2020.....	52
8. Mesisienituhojen ennustetaan lisääntyvän ilmaston lämmitessä, torjuntamenetelmien kartoitus tarpeen	55
9. Juurikäpätutkimusta turvemaileda	57
10. Metsätuhot Pohjois-Pohjanmaalla 2020	59

11. Myyrävaihtelut 2020.....	62
11.1. Alueelliset piirteet.....	62
11.2. Lapissa poikkeuksellista.....	63
11.3. Viiveelliset tiheydestä riippuvat tekijät.....	63
12. Metsien terveys ja monimuotoisuus 2020	65
12.1. Luonnonhäiriöt ja metsien terveys.....	65
12.2. Luonnonhäiriöt ja metsän monet arvot.....	66
12.3. Metsätuhojen ennakointi ja välttäminen	67
12.4. Metsien terveyden ja monimuotoisuuden liitto.....	68

1. Metsätuhot vuonna 2020 VMI13:ssa

Heikki Nuorteva¹⁾, Kari T. Korhonen²⁾, Markus Melin²⁾ ja Mikael Strandström¹⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, heikki.nuorteva@luke.fi, mikael.strandstrom@luke.fi

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu, kari.t.korhonen@luke.fi, markus.melin@luke.fi

1.1. Johdanto

Valtakunnan metsien inventoinneissa (VMI) saatava systemaattinen aineisto mahdollistaa tuhojen ajallisen ja maantieteellisen esiintymisen systemaattisen seurannan suuraluetasolla. Nykyinen valtakunnan metsien inventointi (VMI13) toteutetaan vuosina 2019–2023 käyttäen systemaattista ryväsotantaa. Yksi ryväs on otanta-alueesta riippuen 8–11 koealaa. Koko maassa on yhteensä noin 70 000 koealaa, joista vuosittain mitataan yksi viidesosa eli noin 14 000 koealaa. 80 prosenttia rypäistä on pysyviä koealoja. Jokaisella kuviolla voi olla useita puustositteita, ja jokaiselta ositteelta voidaan kuvata kaksi tuhoa (ilmiasu, aiheuttaja ja tuhon syntyajankohta).

Tässä raportissa tarkastellaan kuviokohtaisesti rekisteröityjen tuhonaiheuttajien esiintymistä puuntuotannon metsämaalla. Tarkastelualueena on koko Suomi Ylä-Lappia ja Ahvenanmaata lukuun ottamatta. Puuntuotannon metsämaalla tarkoitetaan tässä metsämaata, jolla hakkuut ja esim. ojitus ovat sallittuja. Puuntuotannon metsämaan ulkopuolella metsätaloustoimenpiteet ovat lakisääteisesti tai Metsähallituksen päätöksellä kiellettyjä. Esitetyt luvut kuvaavat kuvion päätuhoon (merkittävimmän tuhon) esiintymistä, ja mukana on kaikkien puulajien vallitsevat metsiköt, joissa tuho on VMI-ohjeiden mukaan alentanut metsikön metsänhoidollista laatua vähintään yhdellä luokalla, tai lisännyt jo aiemmin vajaatuottoisen metsikön vajaatuottoisuutta. VMI:ssa kirjataan myös lievät tuhot, jotka eivät ole vaikuttaneet metsikön metsänhoidolliseen laatuun. Tässä raportissa on laskettu tuhoalat maakunnittain ja aiheuttajittain siten, että lievät tuhot on jätetty pois. Koska koealaverkko on melko harva, on vuosittaisissa tuloksissa paljon otannasta johtuvaa vaihtelua. Lisätietoa VMI:sta ja tuhonaiheuttajien määrittämis- ja mittauskriteereistä ks. Luonnonvarakeskus (2021) ja VMI13 Maastotyön ohjeet (2021).

VMI-tuhonaiheuttajista tehtyjen mittaustulosten esitystapaa on tässä tuhoraportissa osin uudistettu aiemmista tuhoraporteista (esim. Nevalainen ym. 2018, Nuorteva 2019). Uudistuksen tarkoituksena on ollut selkeyttää ja nopeuttaa lukijaa saamaan kattava kokonaiskuva metsien terveyteen vaikuttavista päätuhonaiheuttajista sekä niiden vuositasolla mitatuista muutoksista edellisvuoden tuhotilanteeseen verrattuna. Tulokset esitetään nyt hehtaarikohtaisina, aiemman neliökilometripohjaisen esitystavan sijasta. Samoin maakunnallisesti on aiemmasta poiketen pyritty esittämään päätuhonaiheuttajien osalta kaikki maakuntakohtaiset tuhopinta-alat, vaikka niissä edellisvuoteen verrattuna ei olisikaan tapahtunut merkittäviä muutoksia. Jos tuhon osuus ja kokonaispinta-ala on esimerkiksi vuodesta toiseen aina korkealla tasolla, on tieto merkityksellinen, vaikka vuosien väliset muutokset olisivatkin vähäisiä. Tuhonaiheuttajaa tai maakuntaa ei taulukoissa ole esitetty, mikäli tuhopinta-ala on määritetyin kriteerein ollut kyseisenä vuonna nolla hehtaaria - paitsi poikkeuksena, jos ko. tuhoa on vielä edellisenä vuotena esiintynyt.

Tuhotekijät on edelleen jaoteltu ryhmittäin ja maakunnittain sekä esitetään suuruusjärjestyksessä sen mukaan, kuinka suurta osuutta puuntuotannon metsämaan pinta-alasta ne ovat laadullisesti vähentäneet määriteltujen kriteereiden perusteella. Tämä ei kuitenkaan suoraviivaisesti tarkoita sitä, että pelkästään suuremman tuhopinta-alan tai -osuuden mittauksissa saanut

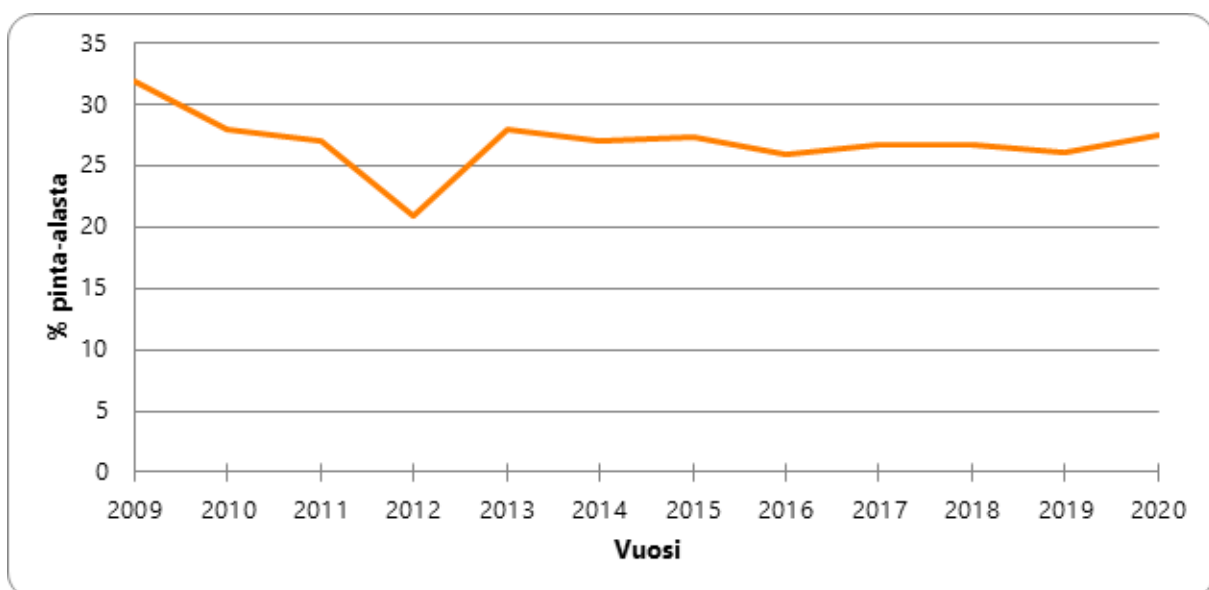
tuhonaiheuttaja olisi taloudellisesti tai ekologisesti merkittävämpi kuin jokin toinen vastaava. Esimerkiksi hirven tai myyrrien aiheuttamat taimistoihin kohdistuneet tuhot eivät ole vaikutustavaltaan ja seurauksiltaan suoraan verrannollisia varttuneen puuston tuhoihin tai päinvastoin.

1.2. Tulokset

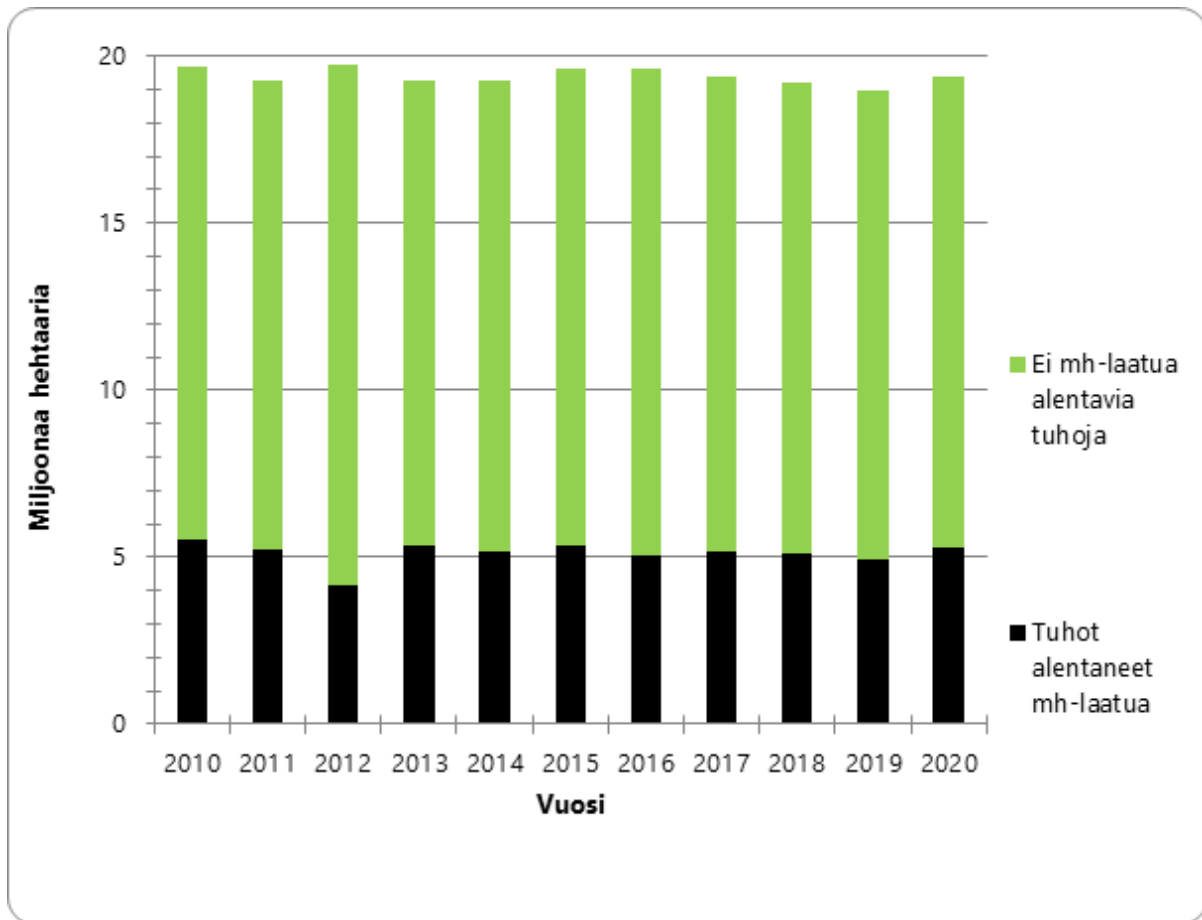
Vuonna 2020 metsiköiden laatua alentavia tuhoja esiintyi yhteensä 5,3 miljoonalla hehtaarilla, mikä osuutena oli 27 prosenttia puuntuotannon metsämaan pinta-alasta. Koko Suomen tasolla laatua alentavien tuhojen osuus oli 1 prosenttiyksikkö ja 360 000 hehtaaria suurempi kuin vuonna 2019. Abioottiset tuhot vähenivät noin 200 000 hehtaarilla, taudit vähenivät 100 000 hehtaarilla ja eläintuhot pysyivät kutakuinkin samalla tasolla, mutta tuhot, joiden syytä ei tunnettu lisääntyivät 600 000 hehtaarilla. Toisaalta myös puuntuotannon metsämaan pinta-ala kasvoi 400 000 hehtaarilla (Kuva 1. ja Taulukko 1.)

Tuhoista erityisesti hirvi-, tuuli- ja tervasrosotuhot lisääntyivät ja lumi- ja ruskomäntypistiäistuhot vähenivät. Koko maan tasolla lumi- ja hirvituhot ovat edelleen ylivoimaisesti yleisimpiä metsikön laatua alentavista tunnistetuista tuhoista, kuten ovat myös lahottajasienet, tuuli ja tervasroso. (Taulukko 1).

Maakunnittain tarkasteltuna lumituhot olivat suhteellisesti yleisimpiä Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa ja Pohjois-Karjalassa, ja tuulituhot Satakunnassa, Varsinais-Suomessa ja Kanta-Hämeessä (Taulukko 2, Kuva 3). Hirvituhot olivat suhteellisesti suurimpia Varsinais-Suomessa Kymenlaaksossa ja Lapissa, jossa tuhot lisääntyivät 0,18 miljoonaa hehtaaria (Taulukko 3, Kuvat 5 ja 7). Tervasrosota esiintyi männyllä eniten Lapissa, mutta sienien aiheuttamat tuhot lisääntyivät myös Päijät-Hämeessä ja Keski-Suomessa (Taulukko 4, Kuva 9). Sienituhoista versosurma ja männynversoruoste vähenivät koko maan tasolla, kun sen sijaan juurikäpätuhot lisääntyivät Uudellamaalla ja Satakunnassa, jossa myös versosurma lisääntyi suhteellisesti eniten (Taulukko 4.). Muut tuhot pysyivät suhteellisen maltillisella tasolla (Taulukot 1–5, Kuvat 3–11).



Kuva 1. Metsikön metsänhoidollista laatua alentavien tuhojen osuus puuntuotannon metsämaan pinta-alasta vuosina 2009–2020 (VMI11 2009–2013, VMI12 2014–2018 ja VMI13 2019–).



Kuva 2. Metsikön metsänhoidollista laatua alentavat tuhot suhteessa puuntuotannon metsämaan pinta-aloihin vuosina 2010–2020 (VMI11 2009–2013, VMI12 2014–2018 ja VMI13 2019–).

Taulukko 1. Metsikön metsänhoidollista laatua alentavien tuhojen osuudet ja pinta-ala-arviot puuntuotannon metsämaalla v. 2020 (VMI13) sekä muutos verrattuna v. 2019 inventointitietoihin. Vain kuvion tärkein tuho huomioitu. Tuhoja ei ole eroteltu vallitsevan puulajin mukaan. Taulukkoon ei sisälly Ylä-Lapin eikä Ahvenanmaan tietoja.

Aiheuttaja	v. 2019, %	v. 2020, %	v. 2020, ha	Muutos vuodesta 2019→2020 ha	>1 000 ha ↓↑
Lumi	9,01	8,48	1 644 800	-64 700	↓
Tuuli	1,25	1,33	258 200	+21 400	↑
Ravinteiden epätasapaino	1,50	1,02	198 700	-85 700	↓
Muu abioottinen, ihminen, metsäpalot*	0,96	0,77	148 900	-32 500	↓
Muu maaperätekiäjä	0,15	0,34	66 100	+36 700	↑
Vetisyys, tulva	0,31	0,20	38 300	-20 000	↓
Pakkanen (ml. halla)	0,26	0,15	28 700	-21 300	↓
Puun korjuu	0,14	0,15	28 700	+3 000	↑
Kuivuus	0,08	0,07	14 300	-1 500	↓
Muut sää- ja ilmastotekijät	0,02	0,05	10 400	+6 500	↑
Abioottiset tuhot yhteensä	13,68	12,56	2 437 100	-158 100	↓
Hirvi	2,58	2,69	522 700	+32 600	↑
Kirjanpainaja	0,08	0,11	21 400	+7 100	↑
Myyrät	0,17	0,11	20 400	-11 900	↓
Muu hirvieläin	0,04	0,07	13 700	+6 300	↑
Muu selkärankainen	0,07	0,06	10 700	-1 900	↓
Tunnistamaton hyönteinen	0,01	0,05	10 500	+8 700	↑
Ytimennävertäjät	0,07	0,05	10 300	-2 600	↓
Ruskomäntypistiäinen	0,21	0,05	9 500	-30 100	↓
Muu tunnistettu hyönteinen	0,01	0,04	8 700	+7 000	↑
Tukkimiehentäi	0,07	0,01	2 300	-10 300	↓
Pilkkumäntypistiäinen	0,01	0	0	-1 800	↓
Tunnistamaton mäntypistiäinen	0,01	0	0	-1 800	↓
Selkärankaiset ja hyönteiset yhteensä	3,33	3,24	630 200	+1 300	↑
Muu lahottajasieni	1,34	1,12	218 000	-37 300	↓
Tervasroso	1,01	1,12	217 200	+24 900	↑
Versosurma	0,45	0,31	61 100	-24 700	↓
Juurikäpä	0,17	0,22	43 000	+11 500	↑
Muu tunnistettu sienitauti	0,33	0,22	41 900	-20 200	↓
Karistesienet	0,11	0,17	32 400	+10 600	↑
Kuusensuopursuruoste	0,06	0,04	8 100	-3 500	↓
Ei tunnistettu sieni	0,09	0,04	7 300	-9 900	↓
Männynversoruoste	0,12	0,02	4 600	-18 600	↓
Muu ruostesieni	0,01	0	0	-1 800	↓
Taudit yhteensä	3,69	3,26	633 600	-67 200	↓
Kilpailu	0,78	0,76	148 400	+900	↑
Tuhon syytä ei tunneta	4,66	7,57	1 468 300	+583 100	↑
Kaikki tuhot yhteensä	26,14	27,39	5 317 600	+358 200	↑
Ei tuhoja	73,86	72,61	14 084 500	+61 800	↑
Metsämaata puuntuotannossa			19 402 100	+420 000	↑

*ml. metsäpalot, joiden pinta-alaestimaatit eivät ole vuosittaisia tuhoja, vaan ko. vuoden koelaloilla havaittuja tuhoja, eli niissä voi olla myös aiempina vuosina tapahtuneita tuhoja mukana.

Taulukko 2. Eräiden metsikön metsänhoidollista laatua alentavien abioottisten tuhojen (=kuvion päätuho) osuus metsäpinta-alasta maakunnittain puuntuotannon metsämaalla v. 2020 sekä tuho-osuuden muutos (prosenttiyksikköä) vuoteen 2019 verrattuna. Taulukkoon ei sisälly Ylä-Lapin eikä Ahvenanmaan tietoja.

Aiheuttaja	Maakunta	Tuhon osuus v. 2020, %	Muutos v. 2019→2020, %	Tuhopinta-ala v. 2020, ha	
Tuuli	Satakunta	3,3	+0,3	18 000	
	Varsinais-Suomi	2,9	+1,4	16 200	
	Kanta-Häme	2,7	+0,6	8 600	
	Keski-Suomi	2,4	+0,4	32 100	
	Uusimaa	2,2	+0,4	10 400	
	Pohjanmaa	2,0	-0,3	9 500	
	Lappi	1,8	+1,0	75 400	
	Pirkanmaa	1,7	+0,1	14 900	
	Etelä-Karjala	1,7	-0,5	7 200	
	Pohjois-Karjala	1,2	-0,2	18 500	
	Etelä-Savo	1,2	-0,9	14 100	
	Kainuu	1,0	+0,2	16 300	
	Kymenlaakso	0,6	-0,5	1 700	
	Päijät-Häme	0,5	-0,1	1 700	
	Pohjois-Pohjanmaa	0,3	0,0	9 300	
	Pohjois-Savo	0,2	-0,7	2 300	
	Etelä-Pohjanmaa	0,2	-1,2	2 100	
	Lumi	Lappi	24,6	+1,1	1 027 700
		Pohjois-Pohjanmaa	11,3	-0,5	300 900
Kainuu		8,6	-6,1	141 900	
Pohjois-Karjala		5,2	-0,4	80 100	
Pohjois-Savo		2,1	-0,3	27 700	
Pirkanmaa		1,3	-1,7	11 600	
Keski-Suomi		1,1	-1,3	15 000	
Kymenlaakso		1,1	+0,6	3 400	
Etelä-Savo		1,0	-1,5	12 300	
Pohjanmaa		1,0	-0,3	4 800	
Varsinais-Suomi		0,9	-0,4	4 800	
Etelä-Karjala		0,8	-1,4	3 600	
Satakunta		0,7	+0,4	3 600	
Kanta-Häme		0,5	0,0	1 700	
Päijät-Häme		0,5	-1,8	1 700	
Uusimaa		0,4	0,0	1 700	
Etelä-Pohjanmaa		0,2	-0,5	2 100	

Taulukko 3. Eräiden metsikön metsänhoidollista laatua alentavien eläin- ja hyönteistuhojen (=kuvion päätuho) osuus pinta-alasta maakunnittain puuntuotannon metsämaalla v. 2020 sekä muutos (prosenttiyksikköä) tuhoissa vuoteen 2019 verrattuna. Taulukkoon ei sisälly Ylä-Lapin eikä Ahvenanmaan tietoja.

Aiheuttaja	Maakunta	Tuhon osuus v. 2020, %	Muutos v. 2019→2020, %	Tuhopinta-ala v. 2020, ha
Hirvi (<i>Alces alces</i>)	Varsinais-Suomi	5,6	+0,3	30 700
	Kymenlaakso	4,5	-0,4	13 700
	Lappi	4,3	+1,8	178 600
	Etelä-Karjala	3,8	+1,2	16 300
	Kainuu	3,7	+1,6	60 500
	Uusimaa	3,6	-0,2	17 400
	Satakunta	2,7	-2,4	14 400
	Keski-Pohjanmaa	2,6	-0,1	8 500
	Pohjois-Karjala	2,5	+0,1	390 00
	Pohjois-Pohjanmaa	2,2	-0,8	58 700
	Keski-Suomi	2,1	-0,3	27 800
	Pirkanmaa	1,7	-0,1	14 900
	Päijät-Häme	1,5	-0,3	5 100
	Etelä-Savo	1,3	-0,5	15 800
	Kanta-Häme	1,1	0,0	3 400
	Pohjois-Savo	0,7	-0,8	9 200
	Etelä-Pohjanmaa	0,7	-2,0	6 200
	Pohjanmaa	0,5	-2,6	2 400
	Kirjanpainaja (<i>Ips typographus</i>)	Uusimaa	1,4	+0,7
Pirkanmaa		0,7	+0,5	6 600
Pohjanmaa		0,5	+0,5	2 400
Päijät-Häme		0,5	-0,1	1 700
Varsinais-Suomi		0,3	+0,3	1 600
Keski-Suomi		0,2	+0,2	2 100
Ruskomäntypistiäinen (<i>Neodiprion sertifer</i>)	Pohjanmaa	2,0	+2,0	9 500
Myyrät (<i>Arvicolinae</i>)	Pohjois-Pohjanmaa	0,5	-0,1	12 300
	Pohjanmaa	0,5	+0,5	2 400
	Pirkanmaa	0,2	+0,2	1 700
	Lappi	0,1	-0,2	4 000
Ytimennävertäjät (<i>Tomicus piniperda</i> , <i>T. minor</i>)	Pohjanmaa	0,5	+0,5	2 400
	Satakunta	0,3	-0,3	1 800
	Pohjois-Savo	0,2	+0,2	2 300
	Pohjois-Karjala	0,1	+0,1	2 100
	Etelä-Savo	0,1	+0,1	1 800
Muu hirvieläin	Pirkanmaa	0,4	+0,4	3 300
	Uusimaa	0,4	0,0	1 700
	Pohjois-Pohjanmaa	0,2	+0,2	4 600
	Lappi	0,1	0	4 000

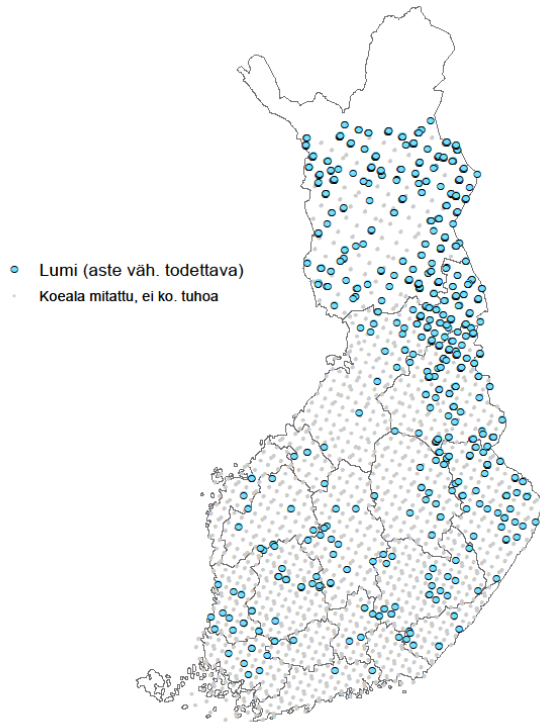
Taulukko 4. Eräiden metsikön metsänhoidollista laatua alentavien tautien (=kuvion päätuho) osuus pinta-alasta maakunnittain puuntuotannon metsämaalla v. 2019 sekä muutos (prosenttisyys) tuhoissa vuoteen 2018 verrattuna. Taulukkoon ei sisälly Ylä-Lapin eikä Ahvenanmaan tietoja.

Aiheuttaja	Maakunta	Tuhon osuus v. 2020, %	Muutos v. 2019→2020, %	Tuhoala v. 2020, ha
Juurikäpä (<i>Heterobasidion annosum</i> , <i>H.parviporum</i>)	Uusimaa	1,8	+1,1	8 700
	Pohjanmaa	1,5	0,6	7 100
	Satakunta	1,3	+0,7	7 200
	Varsinais-Suomi	0,6	0,0	3 200
	Kymenlaakso	0,6	0,0	1 700
	Päijät-Häme	0,5	-0,1	1 700
	Pirkanmaa	0,4	0,0	3 300
	Etelä-Karjala	0,4	0,4	1 800
	Pohjois-Savo	0,2	0,0	2 300
	Etelä-Pohjanmaa	0,2	0,2	2 100
	Pohjois-Karjala	0,1	0,1	2 100
	Etelä-Savo	0,1	-0,1	1 800
	Muu tai tunnistamaton lahottajasieni	Lappi	2,8	-1,5
Keski-Pohjanmaa		2,0	+0,6	6 400
Pohjois-Pohjanmaa		1,4	+0,6	36 100
Etelä-Pohjanmaa		1,1	+0,4	10 300
Uusimaa		1,1	+0,4	5 200
Keski-Suomi		0,2	+0,2	2 100
Etelä-Karjala		0,4	+0,4	1 800
Satakunta		1,0	+1,0	5 400
Pohjanmaa		1,0	-1,7	4 800
Päijät-Häme		1,0	+1,0	3 400
Kainuu		0,7	0,0	11 600
Kymenlaakso		0,6	0,0	1 700
Pirkanmaa		0,6	+0,4	50
Kanta-Häme		0,5	+0,5	1 700
Pohjois-Karjala		0,3	-0,4	4 100
Varsinais-Suomi		0,3	-0,3	1 600
Etelä-Savo		0,1	-0,1	1 800

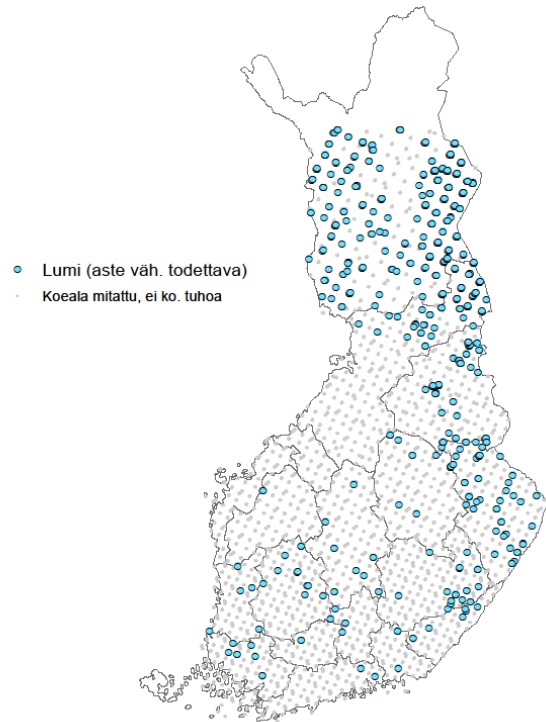
Taulukko 5. Eräiden metsikön metsänhoidollista laatua alentavien tautien (=kuvion päätuho) osuus pinta-alasta maakunnittain puuntuotannon metsämaalla v. 2019 sekä muutos (prosenttisyys) tuhoissa vuoteen 2018 verrattuna. Taulukkoon ei sisälly Ylä-Lapin eikä Ahvenanmaan tietoja.

Aiheuttaja	Maakunta	Tuhon osuus v. 2020, %	Muutos v. 2019→2020, %	Tuhopinta-ala v. 2020, ha
Tervaso (<i>Cronartium pini</i>)	Lappi	4,4	+0,3	182 500
	Päijät-Häme	1,0	+1,0	3 400
	Keski-Suomi	0,8	+0,8	10 700
	Satakunta	0,7	-0,2	3 600
	Pohjois-Pohjanmaa	0,1	+0,1	2 300
	Uusimaa	0,7	0,0	3 500
	Varsinais-Suomi	0,6	+0,3	3 200
	Etelä-Karjala	0,4	+0,4	1 800
	Etelä-Pohjanmaa	0,2	0,0	2 100
	Kainuu	0,1	-0,3	2 300
	Etelä-Savo	0,1	-0,4	1 800
Versosurma (<i>Gremmeniella abietina</i>)	Satakunta	2,3	+1,4	12 600
	Etelä-Pohjanmaa	1,6	+0,9	14 400
	Pohjois-Pohjanmaa	0,7	-0,6	18 000
	Keski-Pohjanmaa	0,7	+0,7	2 100
	Lappi	0,2	0,0	7 900
	Pohjois-Savo	0,2	-0,1	2 300
	Pirkanmaa	0,2	+0,2	1 700
Pohjois-Karjala	0,1	-0,5	2 100	

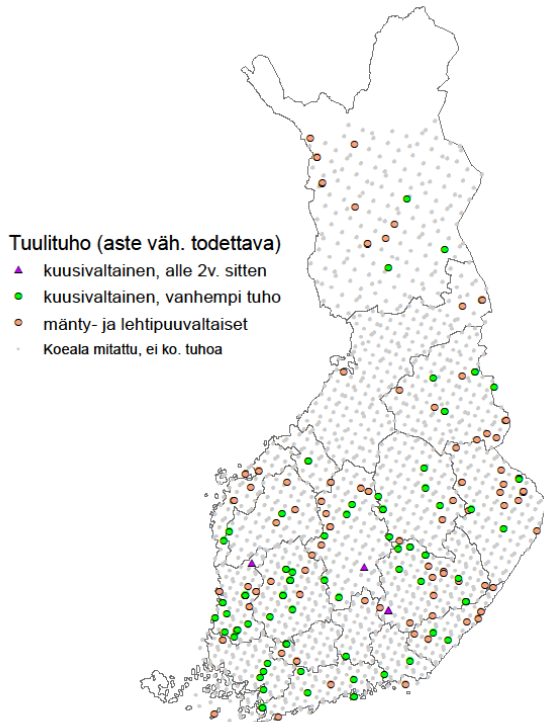
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



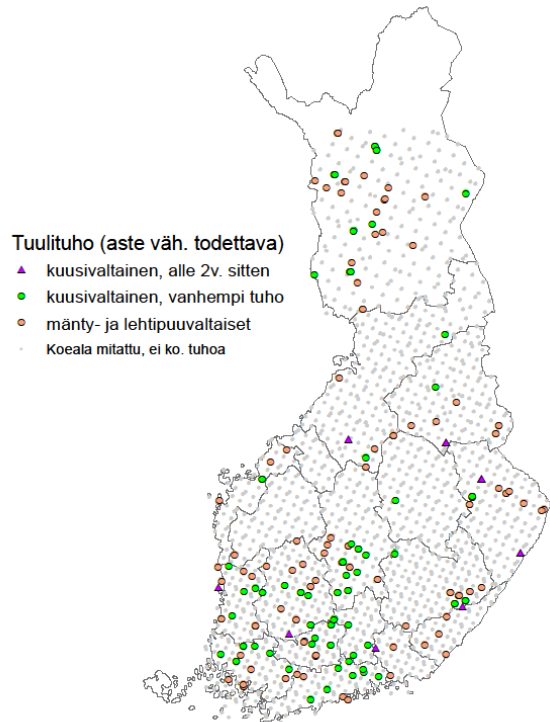
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

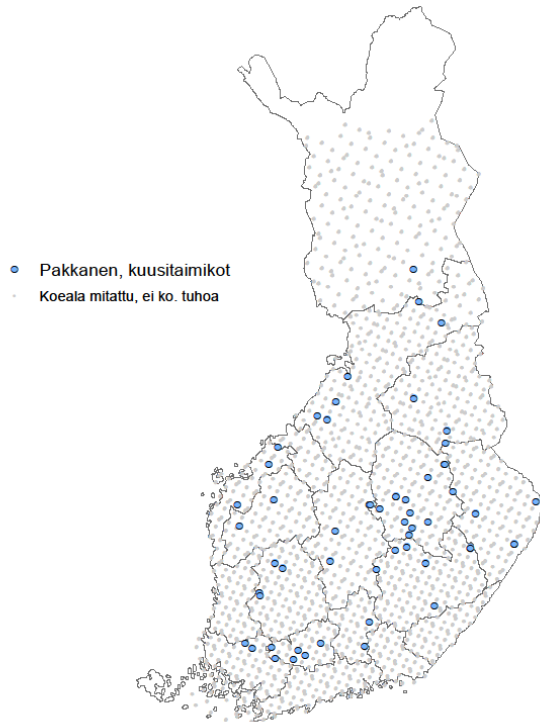


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

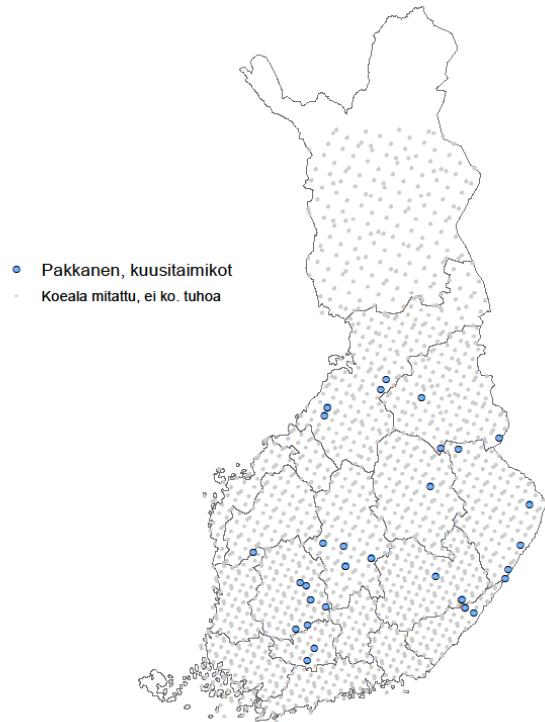


Kuva 3. Lumi- ja tuulituhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koalat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

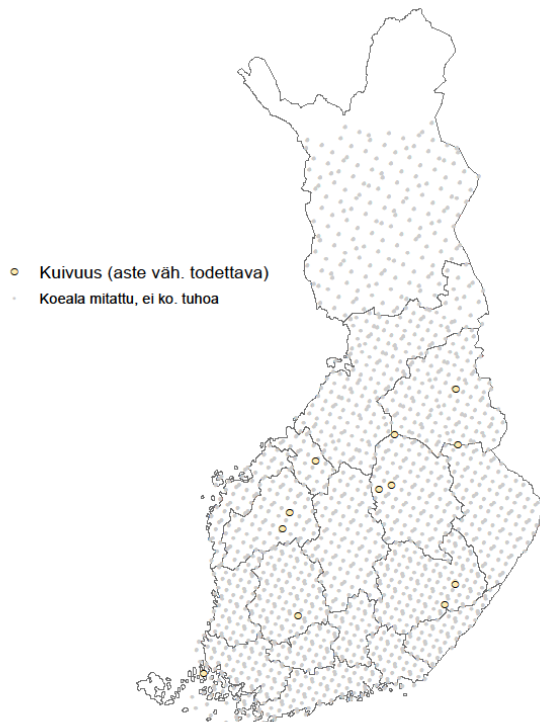
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



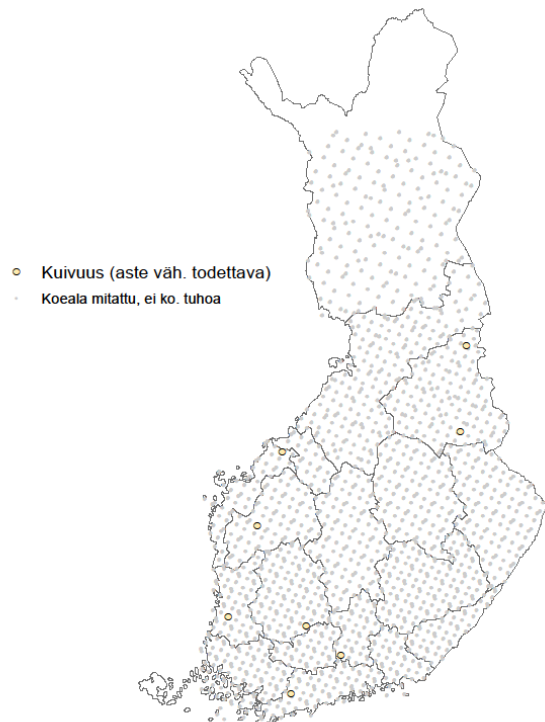
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

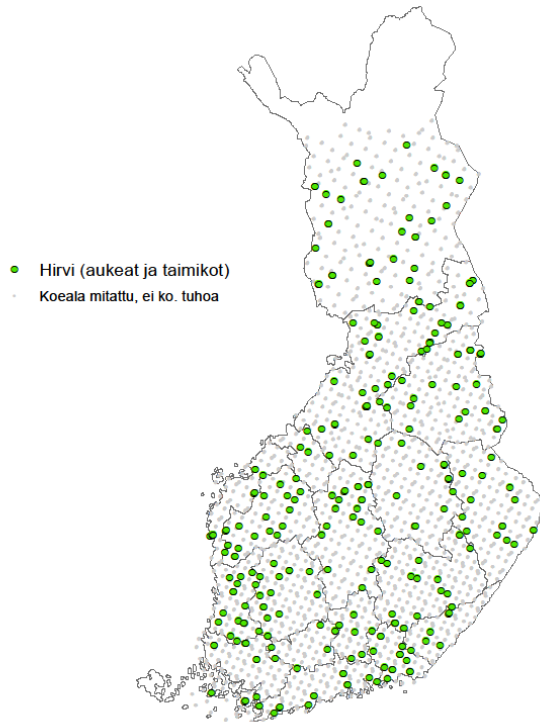


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

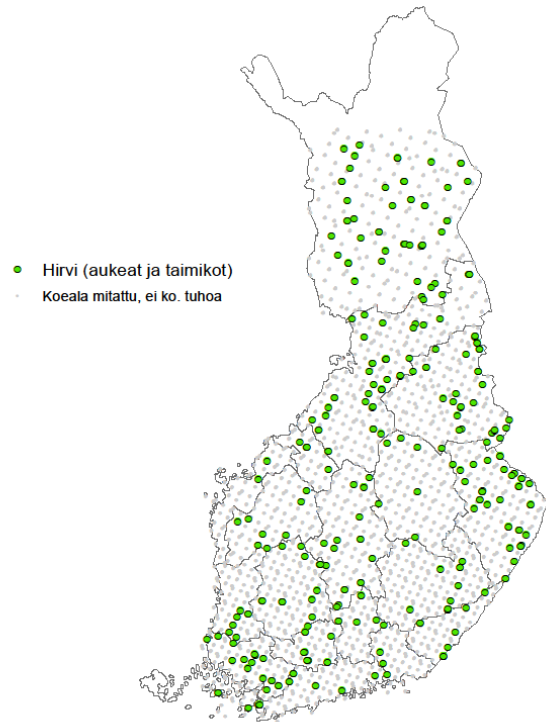


Kuva 4. Pakkasen ja kuivuuden aiheuttamien tuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

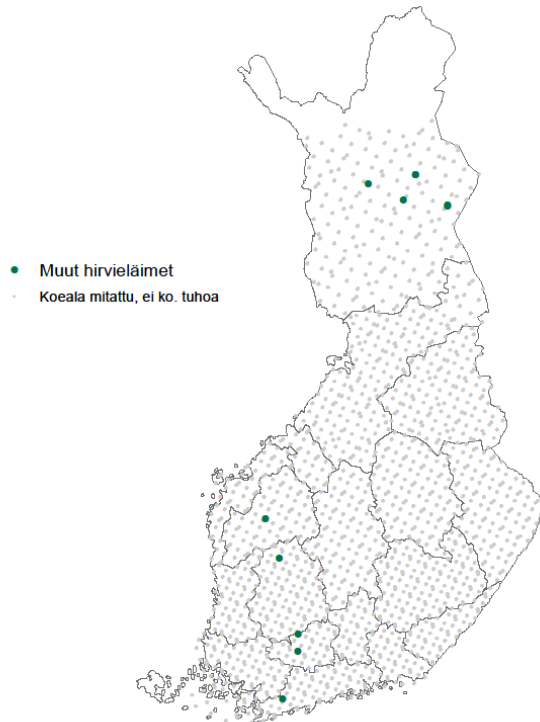
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



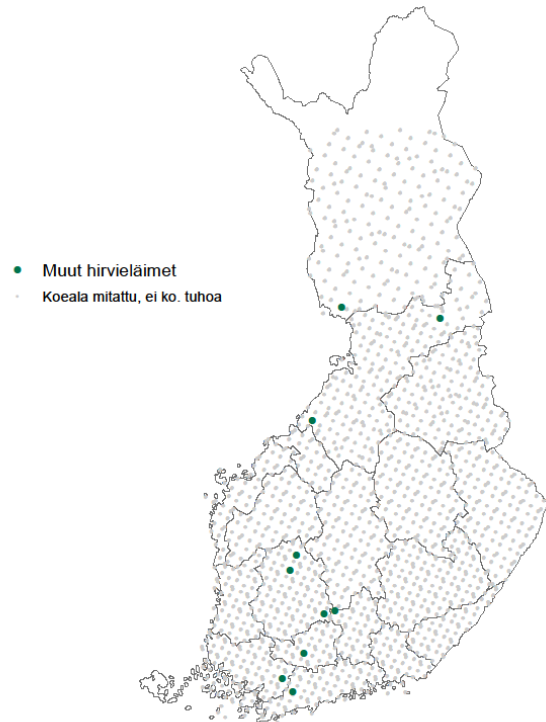
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

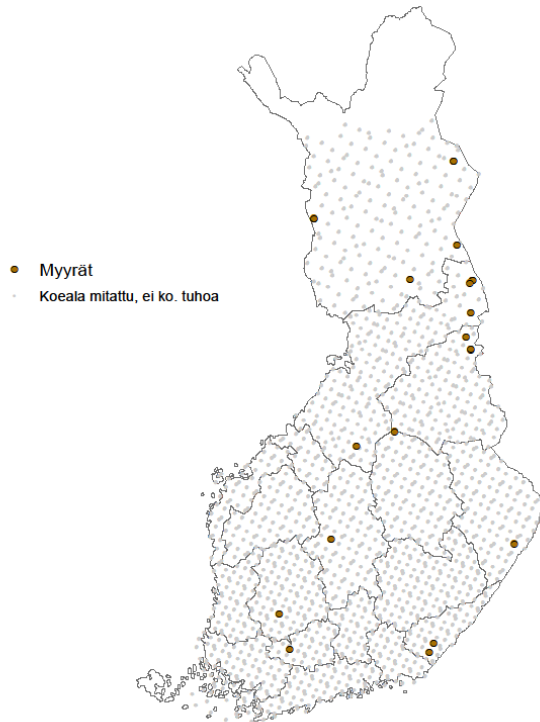


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

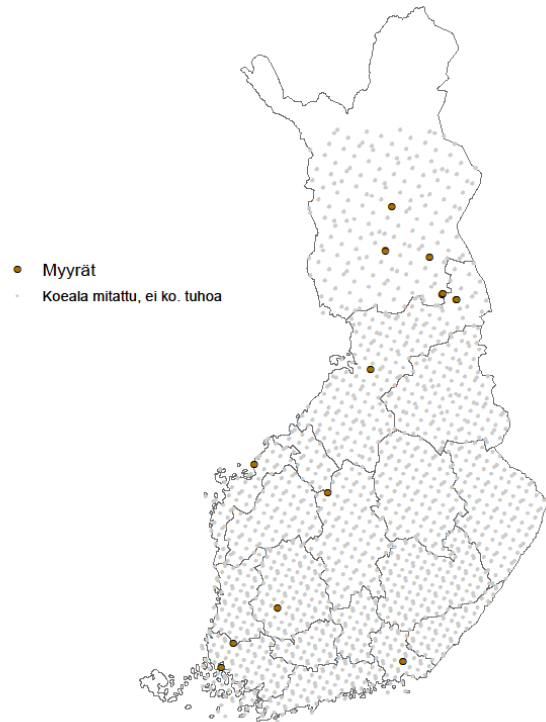


Kuva 5. Hirven ja muiden hirvieläinten aiheuttamien tuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

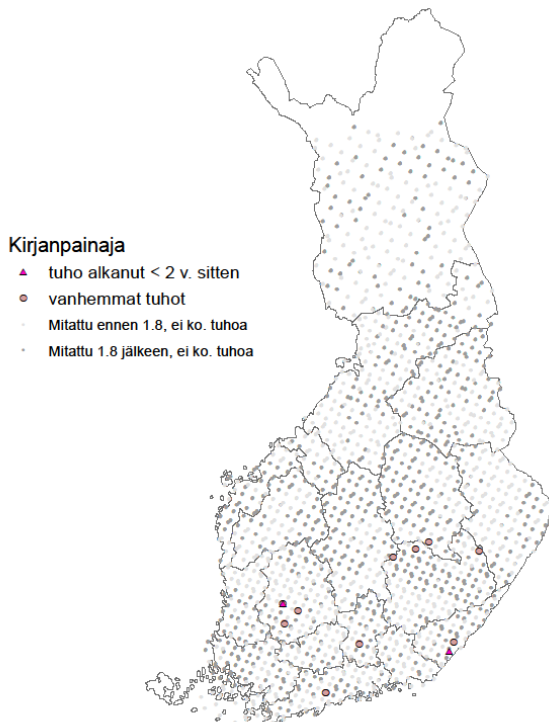
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



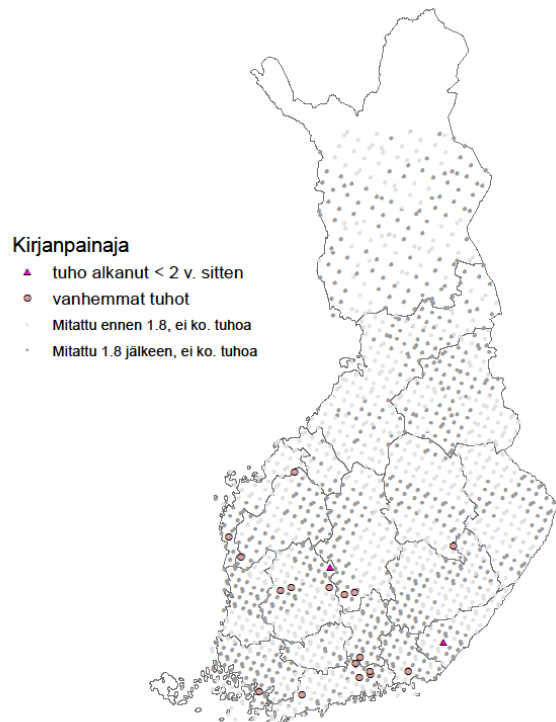
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

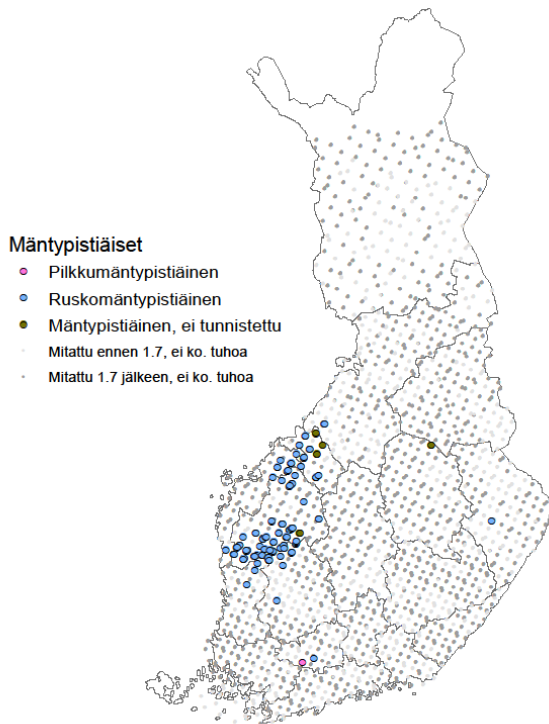


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

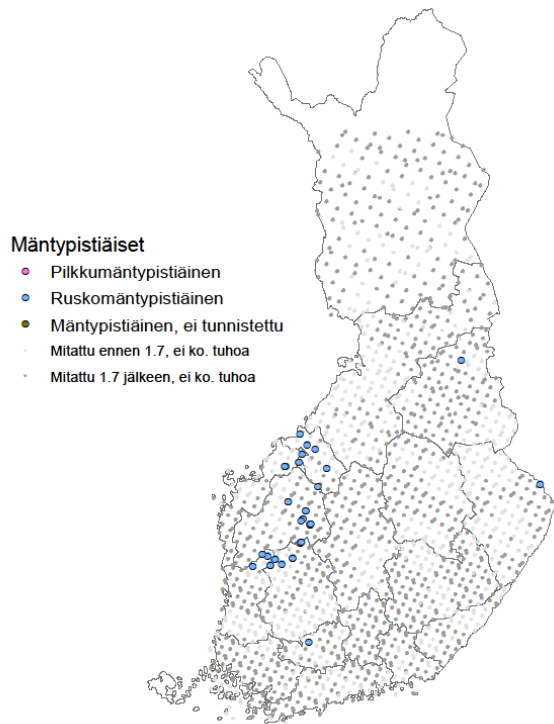


Kuva 6. Myyrä- ja kirjanpainajatuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

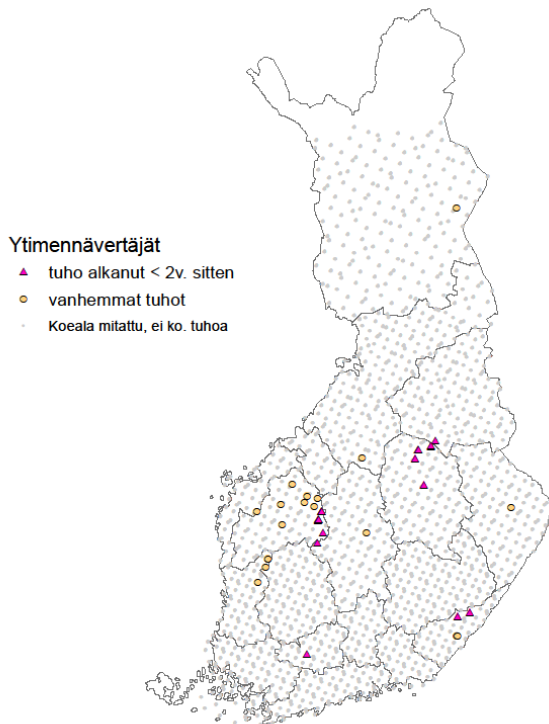
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



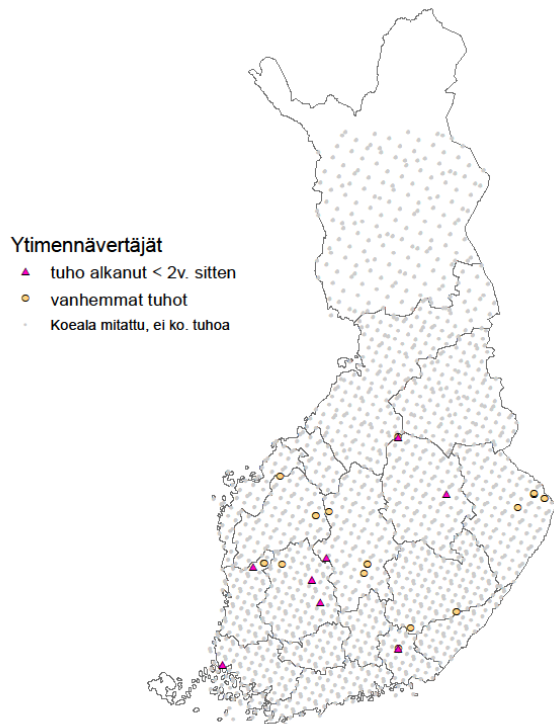
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

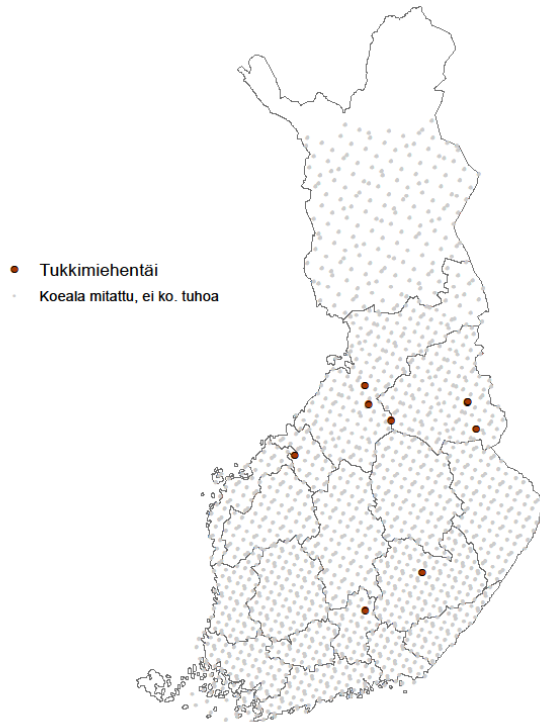


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

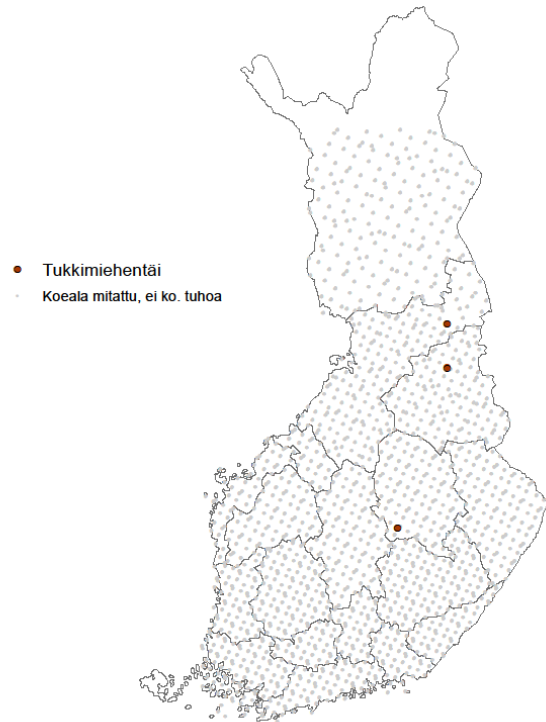


Kuva 7. Mäntypistiäisten ja ytimennävertäjien aiheuttamien tuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

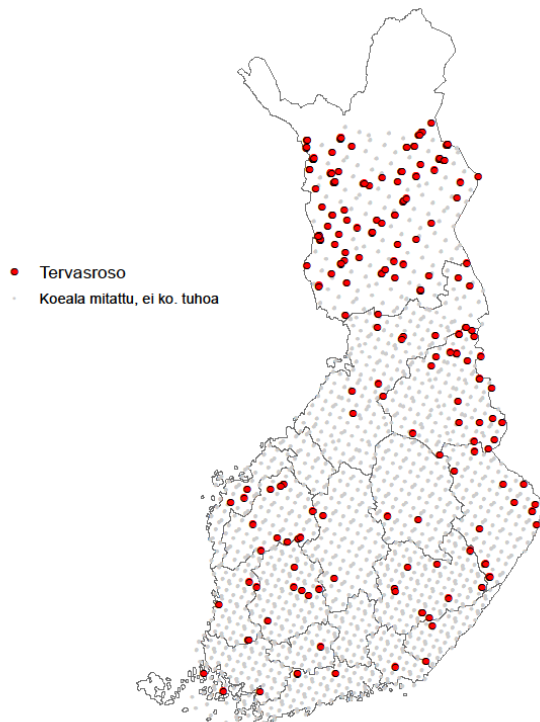
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



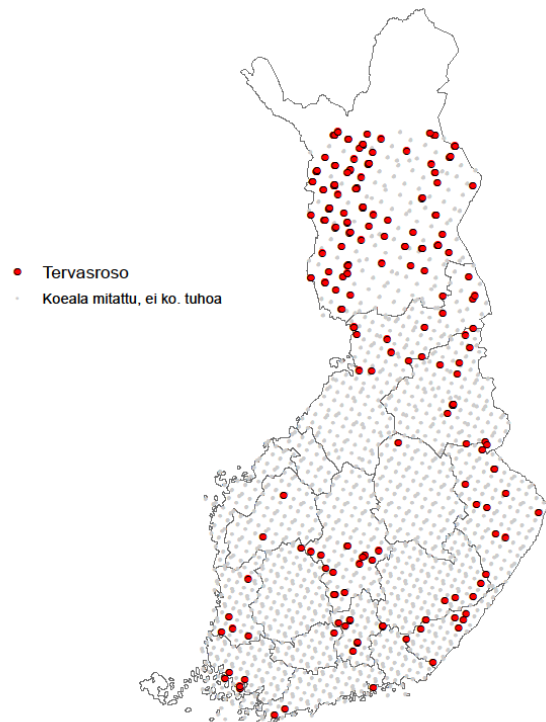
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

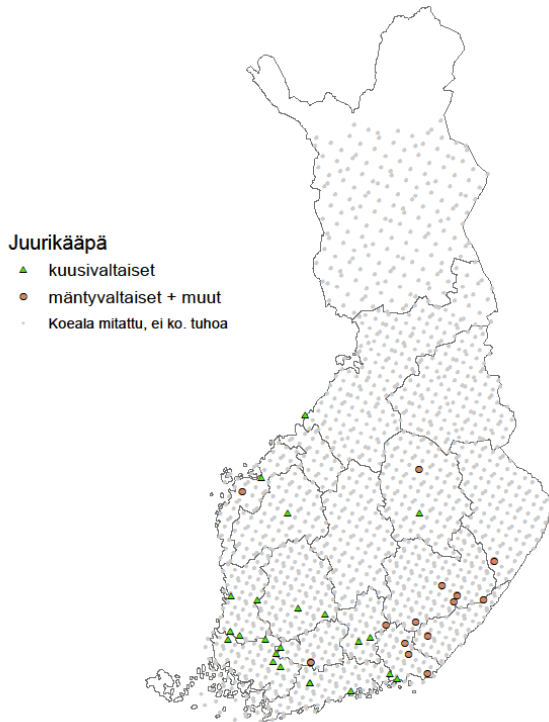


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

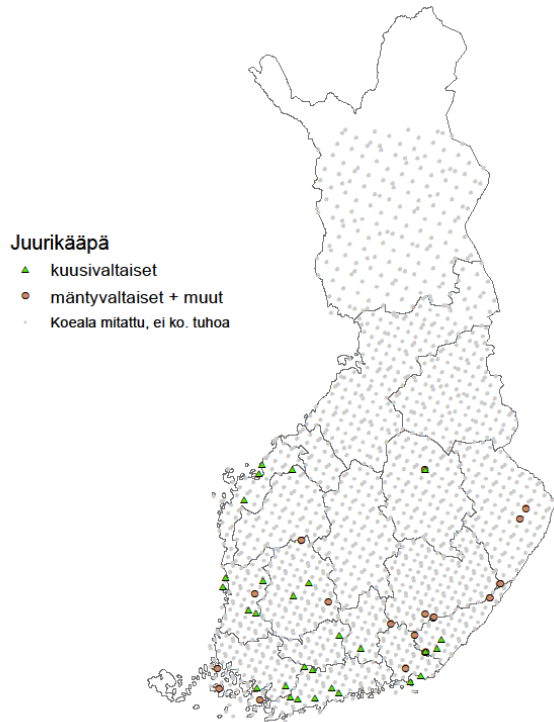


Kuva 8. Tukkimiehentäin ja tervasrosos aiheuttamien tuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koelat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

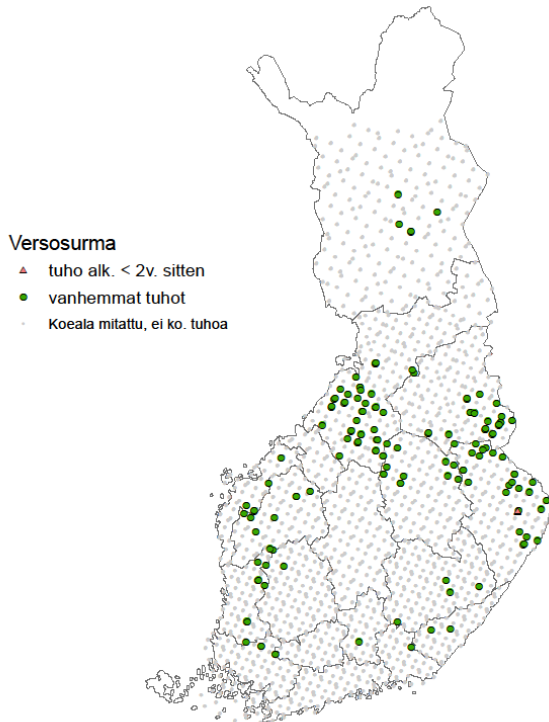
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



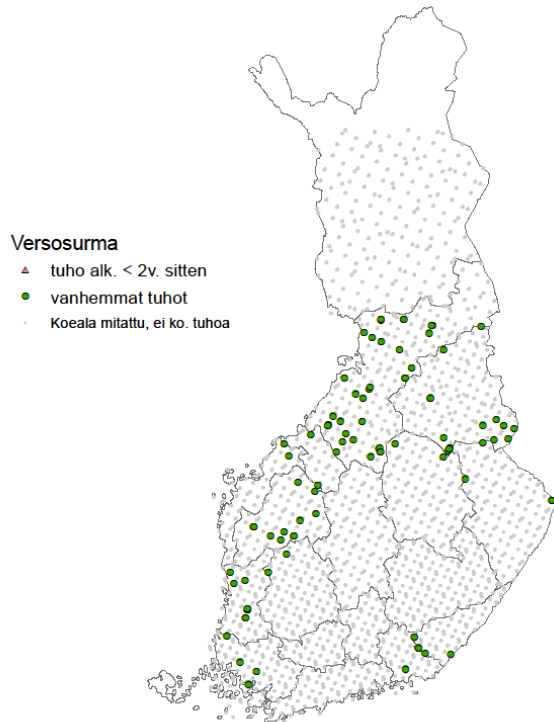
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

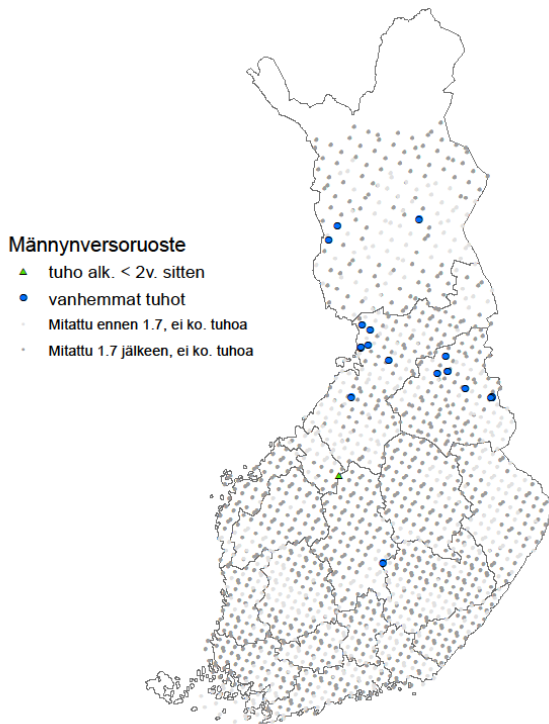


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

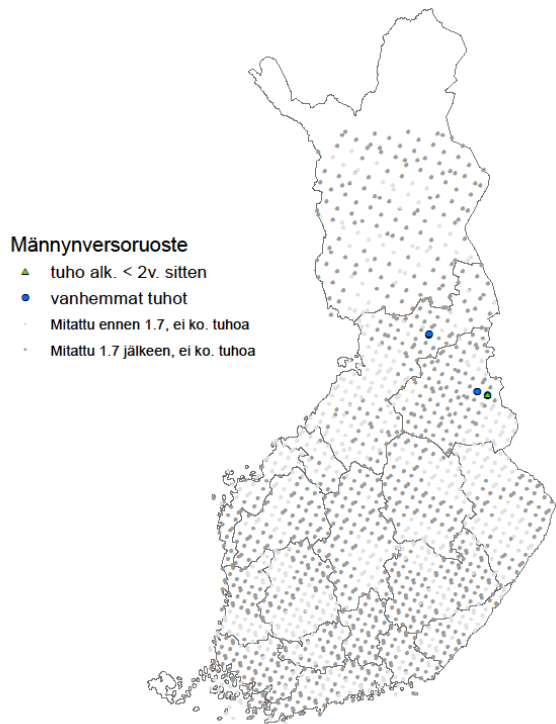


Kuva 9. Juurikäätä- ja versosurmatuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

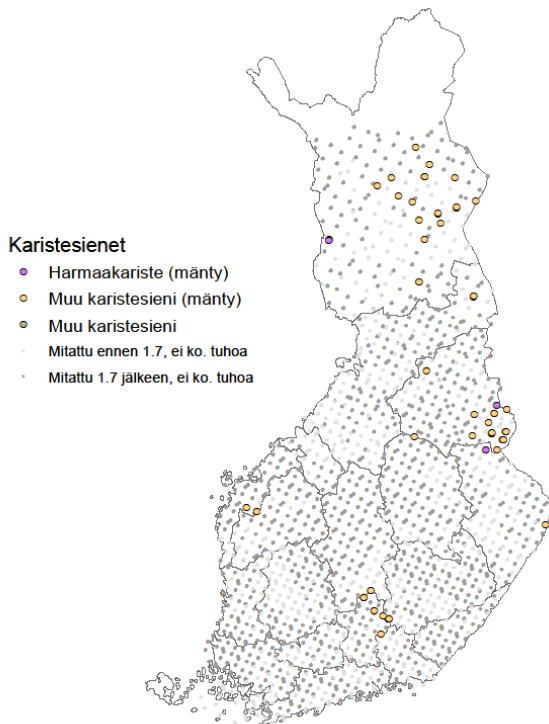
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



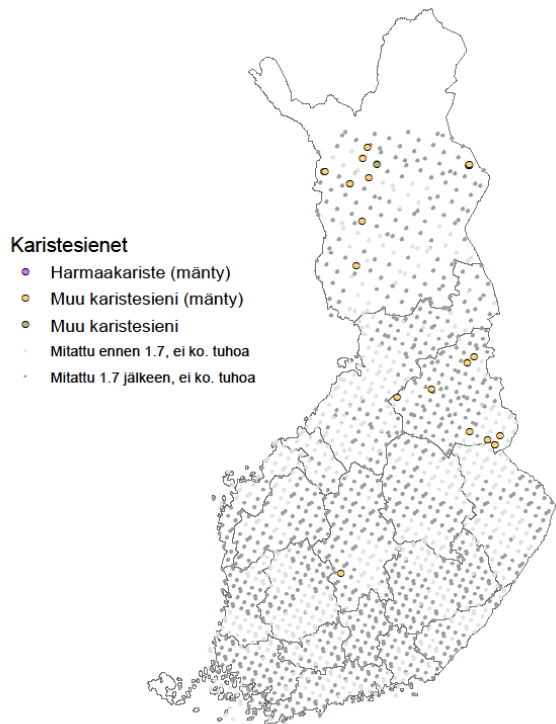
VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019

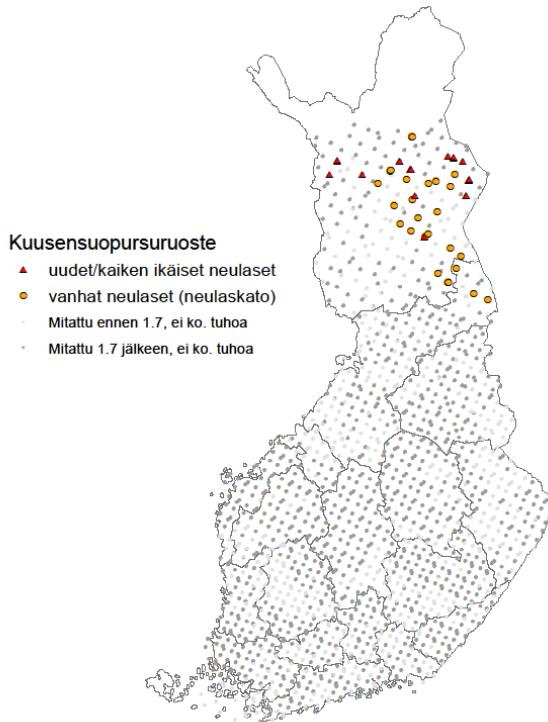


VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020

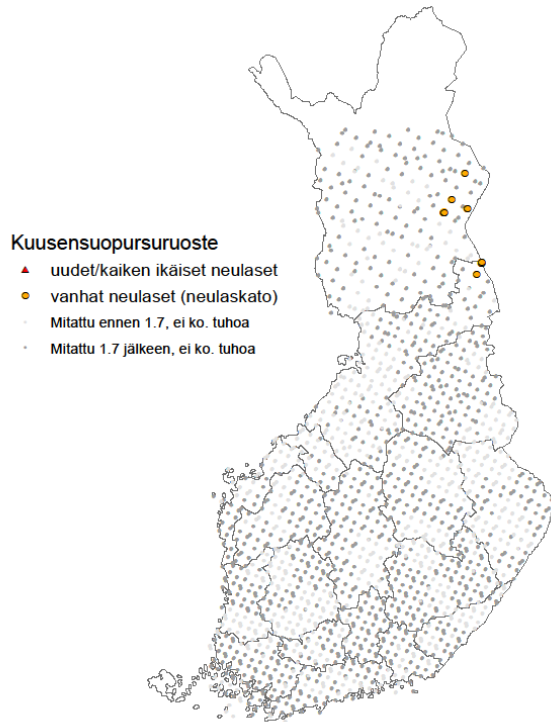


Kuva 10. Männynversoruoste- ja karistesienituhojen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu.

VMI13 - Tuhoseuranta v. 2019



VMI13 - Tuhoseuranta v. 2020



Kuva 11. Kuusensuopursuruosteeseen esiintyminen VMI13:ssa vuosina 2019 ja 2020. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koealat, joissa ko. tuhoa ei havaittu

1.3. Tulosten tulkinta

Osa tuhotekijöistä vaikuttaa ja/tai näkyy puustossa myös useamman vuoden ajan, kuten esimerkiksi mäntyjä vaivaava tervasroso, kuusenuurikäävän (*Heterobasidion anossum*) aiheuttama runkolaho ja monet neulastuhot. Myös metsäpalotuhojen vuoden 2019 pinta-alaestimaatti oli VMI-aineistossa poikkeuksellisen suuri. Tähän vaikutti se, että yhden koealarypään useilla koealoilla havaittiin aiemmin tapahtuneen metsäpalon vaikutusta. Yliarvion välttämiseksi, metsäpaloestimaatit liitettiin ilman erilliserottelua 2019 ja tässä 2020-raporteissa osaksi yhdistettyä tuhonaiheuttajakategoriaa: "Muu abioottinen, ihminen, metsäpalot". Osa tuhonaiheuttajista, kuten kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*) tai ytimennävertäjät (*Tomicus* spp.) lievissä tapauksissa, eivät yleensä vaikuta puuston välittömään kuolleisuuteen, joskin voivat vähentää kasvua. Vastaavasti kirjanpainajat (*Ips typographus*) tai okakaarnakuoriaiset (*Ips acuminatus*) yhdessä altistavien tauti- ja säätekijöiden kanssa voivat massaiskeytyksellään yhdessä levittämiesä sinistäjäseniosakkaiden kanssa ruskettaa tai pahimmillaan tappa varttunuttakin puustoa jopa muutamassa viikossa tai kuukaudessa.

Toisinaan kun puun fysiologinen tila on riittävästi heikentynyt esimerkiksi epäedullisten sää- tai maaperätekijöiden aiheuttamana – kuten pitkäaikaisen kuivuuden tai helteen seurauksena niukkaravinteisilla kasvupaikoilla – voi lopullisen kuoliniskun puulle antaa tuhonaiheuttaja, joka ei pelkästään yksinään kykenisi tervettä puuta tappamaan. Inventoinneissa kaikkia tuhonaiheuttajia ei välttämättä täysin aukottomasti pystyttyä reaaliaikaisesti tunnistamaan lajikohtaisesti, jos tuhonaiheuttajasta ei juuri koealan mittaushetkellä ole näkyvästi havaittavia tunnistettavissa

olevia merkkejä. Esimerkiksi puun kuoren alla, rungon sisäosissa tai juuristossa vaikuttavien tuhoniheuttajien osalta, lajikohtainen tunnistus voi tietyissä tapauksissa olla haasteellista ilman laboratoriomäärytyksiä tai koepuun kaatoa – mikä taas ei VMI-tuhomäärytyksissä lähtökohtaisesti tule maastomittauksissa kyseeseen koepuita vahingoittamatta. VMI:n tuhotulosten tulkinnasta lisätietoa ks. Nevalainen ym. (2019).

Edellä mainituista määrytyistä mittausteknisistä haasteista huolimatta, Suomen valtakunnan metsien inventointi (VMI) nyky muodossaan antaa varsin ainutlaatuisen ja merkittävän maakoh-
taisen pitkäaikaisseurantasarjan eri tuhoniheuttajien esiintymisestä.

Viitteet

Luonnonvarakeskus 2021. Valtakunnan metsien inventointia (VMI) 100 vuotta. <https://www.luke.fi/kampanja/valtakunnan-metsien-inventointia-vmi-100-vuotta/> (Viitattu 23.12.2021)

Nevalainen, S., Korhonen, K.T. & Strandström, M. 2019. Metsätuhot VMI12:ssa. Julkaisussa: Nuorteva, H. (toim.). 2019. Metsätuhot vuonna 2018. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 11–17.

Nevalainen, S., Nuorteva, H. & Pouttu, A. (toim.). 2018. Metsätuhot vuonna 2017. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki 48 s.

Nuorteva, H. (toim.). 2019. Metsätuhot vuonna 2018. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 60 s.

VMI13 Maastotyön ohjeet 2021. Kari T. Korhonen, Luonnonvarakeskus 163 s.

2. Kirjanpainajan esiintyminen vuonna 2020

Tiina Ylioja¹⁾, Markus Melin²⁾, Pekka Kuitunen³⁾ ja Leena Aarnio¹⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, tiina.ylioja@luke.fi, leena.aarnio@luke.fi

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu, markus.melin@luke.fi

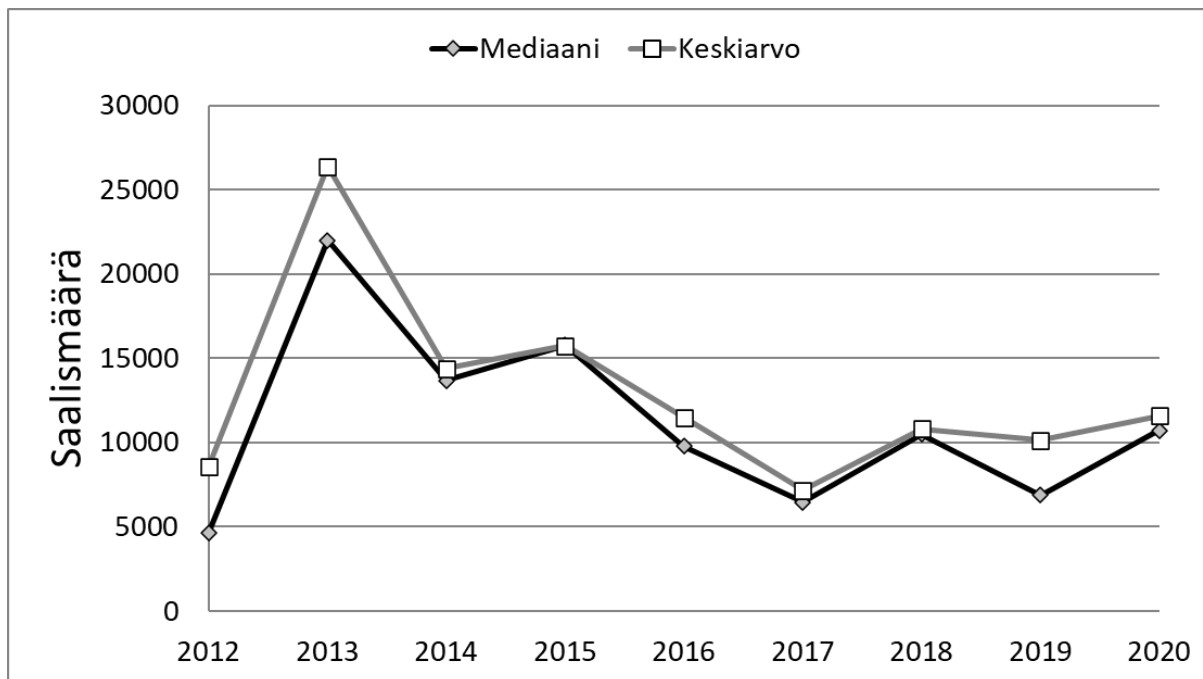
³⁾Metsäkeskus, Hallituskatu 7 C, 45100 Kouvola, pekka.kuitunen@metsakeskus.fi

Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on varttuneiden kuusien hyönteisistä merkittävin kotimainen tuhohyönteinen, joka hyötyy lämpenevästä ilmastosta suoraan lämmön lisätessä lajin kehitysnopeutta ja sekä isäntäpuiden lisääntyvän alttiuden ja saatavuuden myötä. Kirjanpainajat aloittavat keväällä parveilunsa, kun ilman lämpötila nousee +18–20 asteeseen ja maaperä on saavuttanut +9–12 asteen lämpötilan (Annala 1969). Koiraat etsivät lisääntymiseen sopivat kuuset ja koiraiden vapauttamat feromonit ohjaavat lajitovereita samoihin puihin. Parittelun jälkeen naaraat laskevat munansa kuoren alle nilaan, missä toukat kuoriutuvat. Aikuistuttuaan ne pois-tuvat kuoren läpi.

Luonnonvarakeskus, Suomen metsäkeskus ja vapaaehtoiset metsänhoitoyhdistykset (Päijänne ja Pohjois-Karjala) seuraavat kirjanpainajan parveilua vuosittain. Vuonna 2020 viritettiin 40 pyyntipaikkaa seuraamaan kirjanpainajan runsautta tuoreilla hakkuuaukeilla paahteisten kuusivaltaisten metsänreunojen tuntumassa (Kuva 12).



Kuva 12. Seurannassa käytetään putkimallisia feromonipyydyksiä kolmen pyydyksen ryhmässä. Pyydykset pystytetään edellisen talven uudistusalueella paahteisen kuusivaltaisen hakkuun paljastaman metsänreunan tuntumaan minimissään 20 m päähän metsänreunasta. *For spruce bark beetle monitoring three drainpipe type pheromone traps are placed in a clear-area of previous winter in the vicinity of spruce-dominated sunny forest edge with a minimum distance of 20 m from the edge.* Valokuva/Photo Markku Rantala, Luke.



Kuva 13. Kirjanpainajan vuotuiset saalismäärät vuosina 2012–2020 (keskiarvo ja mediaani). *Annual trap captures of the spruce bark beetle during year 2012–2020 (mean and median).*

Vuoden 2020 kokonaistilanne on samankaltainen kuin kahtena edellisellä vuotena (Kuva 2). Kirjanpainajan keskimääräiset saalismäärät ovat olleet laskusuhdanteiset vuodesta 2013 lähtien, mutta ovat viime vuosina tasoittuneet lähtötilannetta korkeammalle tasolle (Kuva 13). Suomessa kirjanpainajan seuranta feromonipyydyksin aloitettiin vuoden 2010 lämpimän kesän ja vuoden 2010 ja 2011 myrskyjen aiheuttamien tuulituhojen jälkeen vuonna 2012.

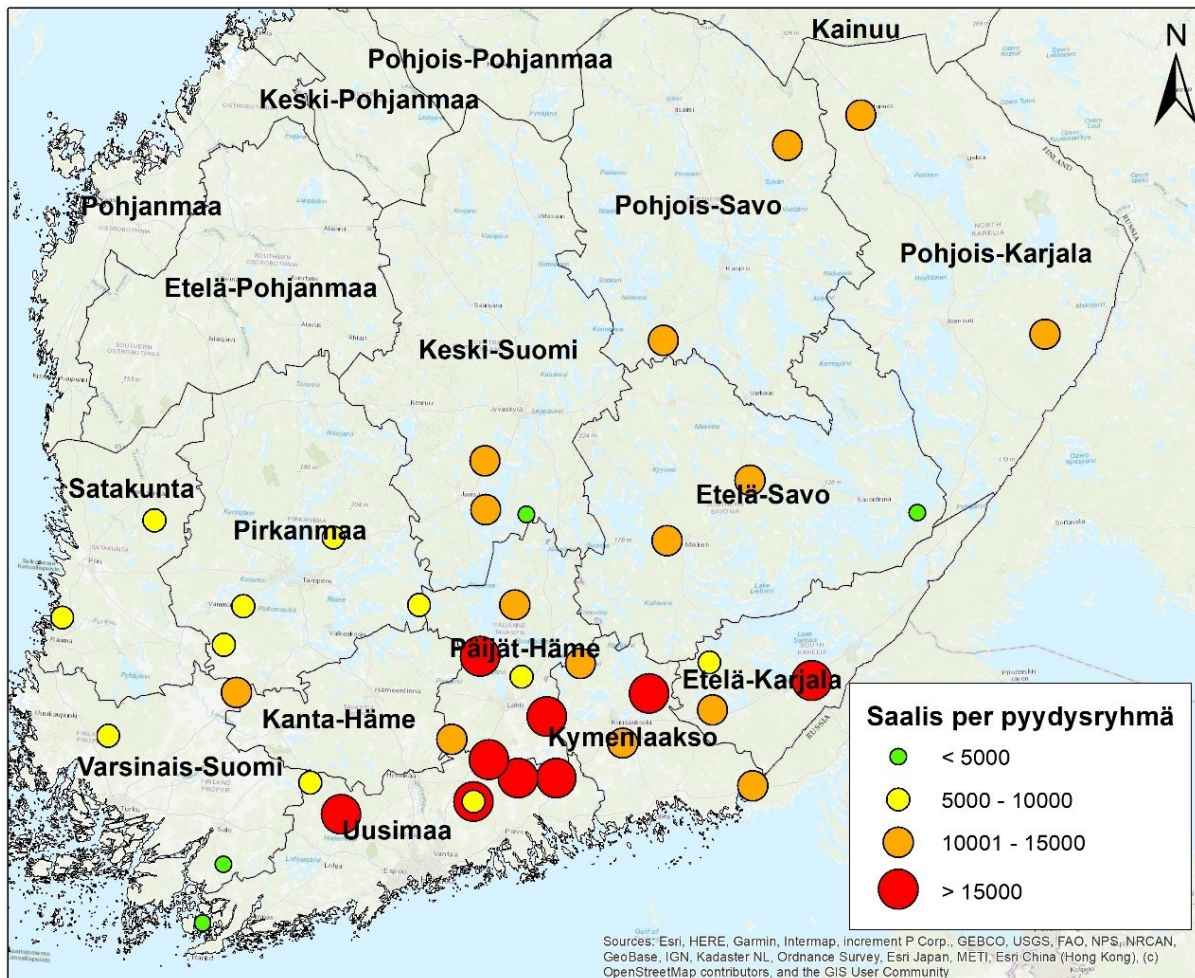
2.1. Parveilu alkoi toukokuun loppupuolella

Vuonna 2020 kirjanpainajan parveilu alkoi toukokuun loppupuolella, vaikka leudon ja Etelä-Suomessa lumettoman talven ja lämpimän huhtikuun myötä parveilun ennakoitiin alkavan jo ennätysajoissa. Pohjois-Savon Rautavaarassa parveilu ei ollut vielä alkanut 25. toukokuuta, kun Itä-Uudellamaalla Lapinjärven lämpimällä etelärinteen pyyntipaikalla pyydystettiin jo 12000 kirjanpainajaa. Kesäkuu oli lämmin ja kirjanpainajan toukkien kehitykselle suotuinen. Näissä olosuhteissa jo kertaalleen paritelleet ja munineet vanhemmat munivat myös ns. sisarsukupolven läheisiin puihin.

Jos kolmen pyydyksen muodostaman ryhmän yhteenlaskettu saalis määrä kesän ajalta ylittää 15 000 kirjanpainajaa, kirjanpainajan riskiraja ylittyy. Vuonna 2020 riskiraja ylittyi yhdeksällä paikkakunnalla, jotka olivat Vihti, Pornainen, Asikkala, Uusikylä, Mäntsälä (Hautjärvi), Myrskylä, Valkeala (Kouvola), Lapinjärvi ja Lappeenranta (Kuva 14). Luken tiedotteissa (27.7.2020) raportoitiin riskirajan ylitys myös Rautalammelle. Se perustui saalistilavuuden mittaukseen. Laboratoriossa tehdyssä näytteiden tarkastusmittauksissa Rautalampi jäi kuitenkin hieman alle riskirajan: sekä Rautalammella ja Juvalla laboratoriossa mitattua saalismäärää oli 14 000–15 000 välissä. Edellä mainittujen lisäksi 12 paikkakunnalta mitattiin yli 10 000 kirjanpainajaa per pyydysryhmä (Kuva 14).

Kirjanpainajan parveilu oli oletetusti voimakkainta alkukesällä. Esimerkiksi Etelä- ja Väli-Suomen seurantapistillä pyydetyistä kirjanpainajista pyydettiin keskimäärin 51 % kokonais-

määrästä juhannukseen mennessä. Heinäkuun puoliväliin mennessä pyydyksiin oli kertynyt keskimäärin 73 % vuotuisesta saaliista. Loput (26 %) pyydystettiin heinäkuun puolivälin jälkeen syyskuun puoliväliin mennessä. Elokuun puolivälistä syyskuun puoliväliin pyydyksiin eksyi vain 6 % kokonaissaaliista. Muutamalla paikkakunnalla heinäkuun puolivälin jälkeinen parveilu kattoi yli puolet koko kesän pyydetystä määrästä.

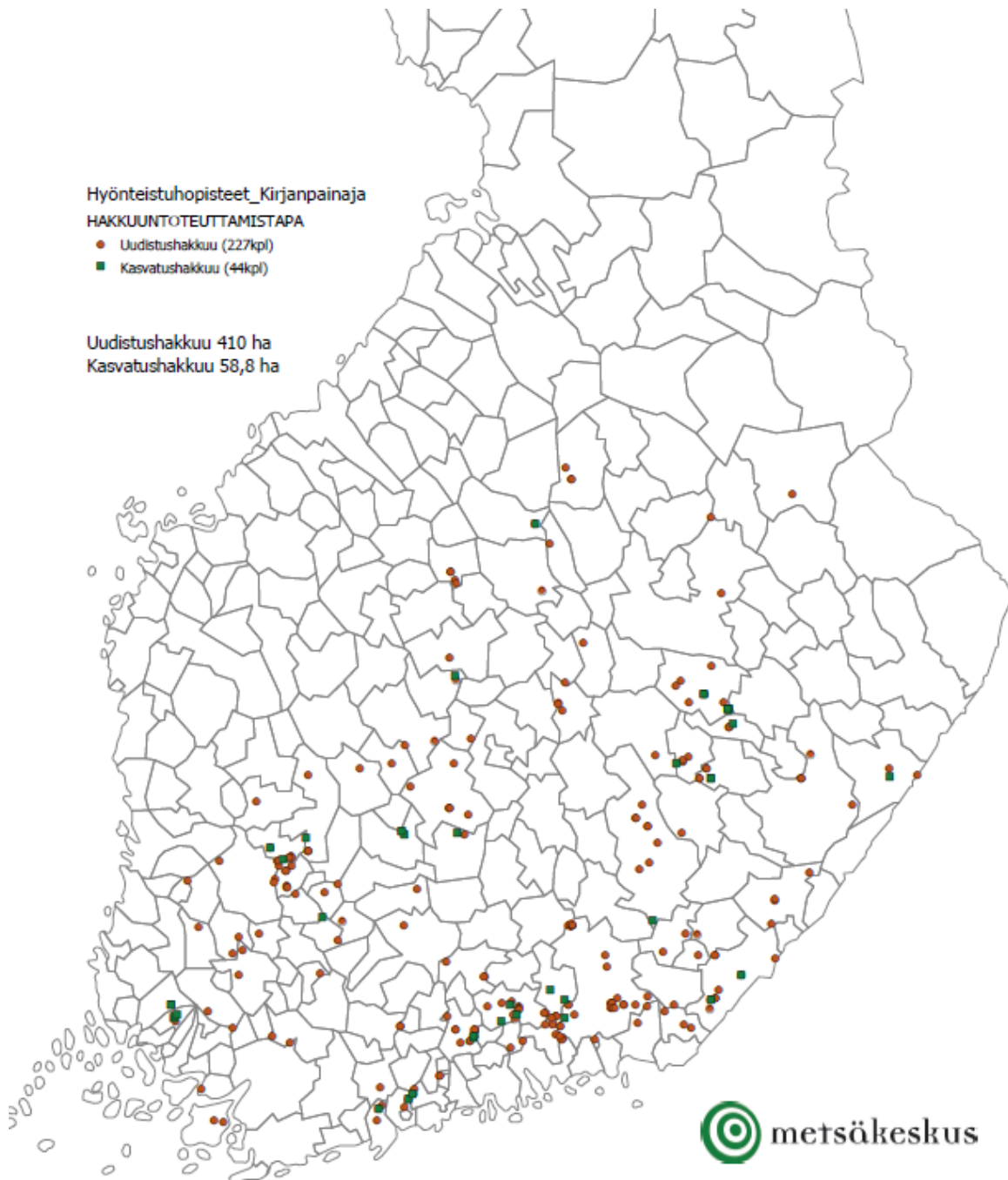


Kuva 14. Feromonipyydyksin tehtävän kirjanpainajan kannanseurantatulokset vuonna 2020. Saalismäärältään >15 000 kirjanpainajaa kertoo nk. riskirajan ylittymisestä: alueella on silloin riittävästi kirjanpainajia iskeytymään terveisiin pystypuihin ja kasvanut riski puuston kuolemille. *Results from the pheromone monitoring of the spruce bark beetle, Ips typographus. Cumulative the trap catch is > 15 000 within the season indicates an increased risk for tree deaths due to spruce bark beetle.*

2.2. Hyönteistuhohakuut vuonna 2020

Metsäkeskukselle ilmoitetuista hyönteistuhojen vuoksi tehdyistä hakuista valtaosa keskittyi alueille, missä kirjanpainajan kannat ovat korkealla (Kuva14, kuva 15). Metsäkeskukselle ilmoitettiin vuonna 2020 yhteensä hyönteistuhon vuoksi 359 (604 ha) uudistettavia ja 97 (155 ha) harvennettavaa kuviota. Kolme neljännestä näistä oli varustettu lisämerkinnällä ”kirjanpainaja” (Kuva 4). Alueet, joilla hakuuta on ilmoitettu ovat niitä, joissa kirjanpainajakannat ovat olleet korkealla jo pidemmän aikaa, kuten Uudellamaalla ja Kymenlaaksossa. Kirjanpainajan vuoksi

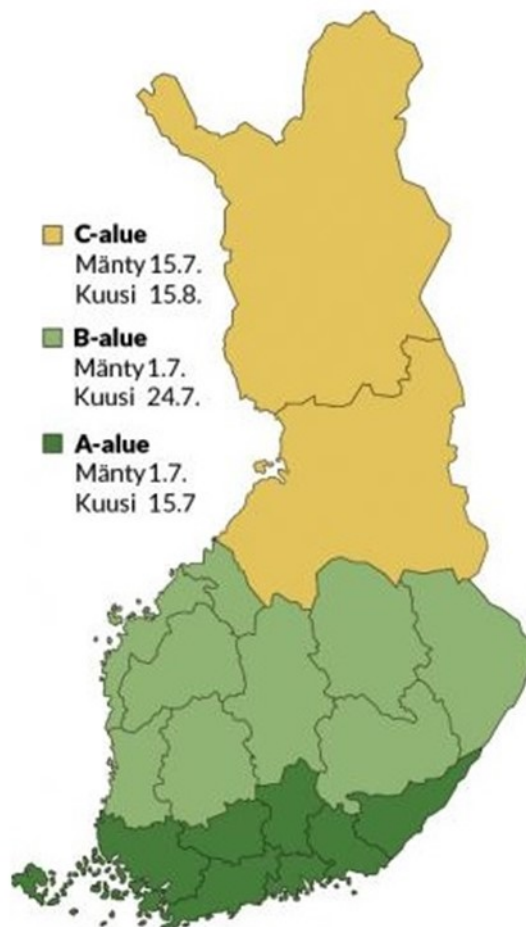
hakattava pinta-ala ei kokonaisuudessaan ole kirjanpainajan vioittamaa puustoa, sillä hakkuu tehdään ennaltaehkäisevästi estämään pienialaisen tuhon laajentumista.



Kuva 15. Suomen metsäkeskukselle vuonna 2020 tehdyt metsänkäyttöilmoitukset, joiden syynä on hyönteistuhohakkuu ja erityisenä syykoodina on kirjattu "kirjanpainaja". Data collected by Finnish Forest Center on informing timber harvesting due to insect damage that were especially marked with "spruce bark beetle". Thinnings are marked with green dots and final felling with red dots. Three fourths of the data points were noted with "spruce bark beetle".
Lähde/Source: Suomen metsäkeskus / Finnish Forest Center

2.3. Metsätuholain toimivuus 2020

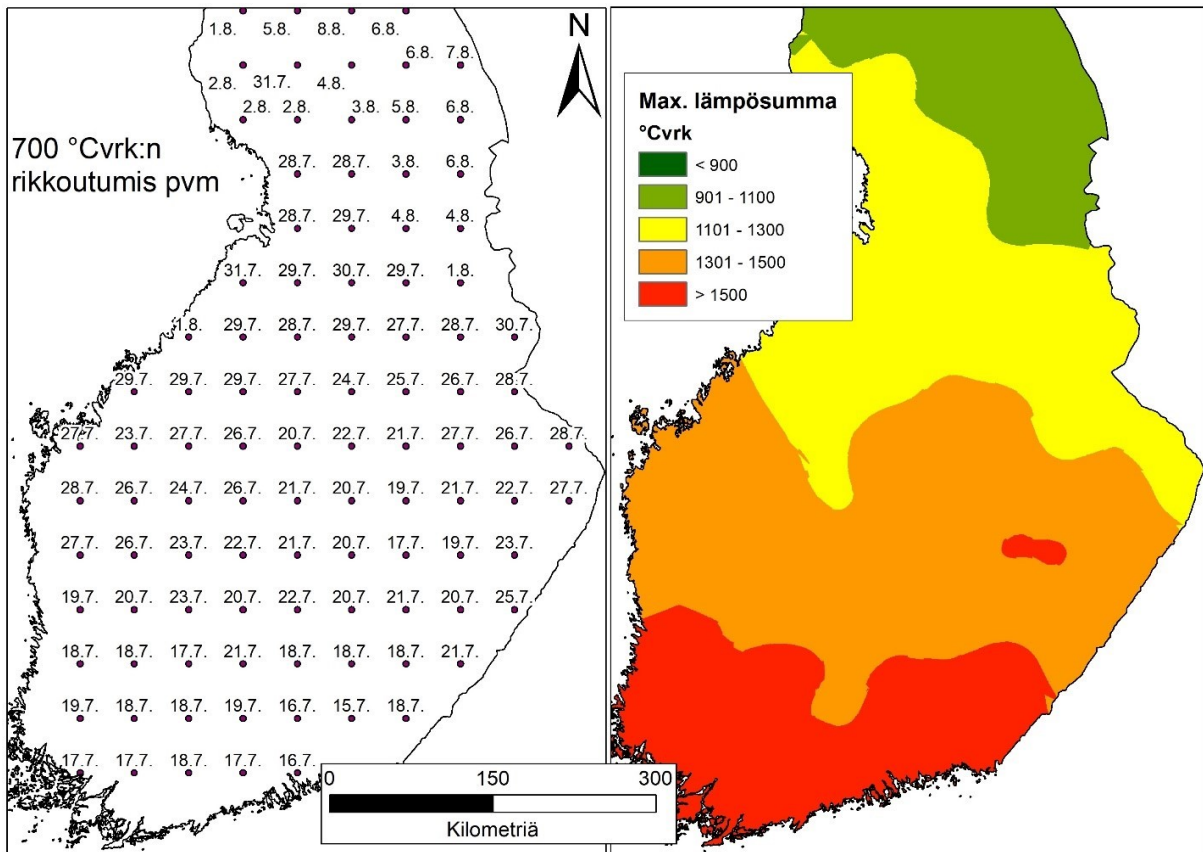
Kirjanpainajaa torjutaan ennaltaehkäisevästi pyrkien pitämään lajin kannat alhaisella tasolla. Tähän tähtää metsätuholaki (1087/2013). Lain mukaan talven aikana (1.9.–31.5.) hakattu kuorellinen kuusipuutavara tai vioittuneet puut, joista kirjanpainaja voi levitä, täytyy poistaa metsästä A-alueella 15.7. ja B-alueella 24.7. mennessä (Kuva 16). Lisäksi eteläisen Suomen A-alueella kesän aikana (1.6.–31.8.) kaadettu puutavara on kuljetettava pois metsästä 30 päivän aikana. Tämä velvoite koskee 10 m³/ha ylittävältä osalta tuulenkaatoja, kirjanpainajan iskemiä pystypuita ja muulla tavoin vioittunutta kuusipuuta, joista kirjanpainajat voivat levitä ympäröivään metsään.



Kuva 16. Metsätuholain (1087/2013) maantieteelliset alueet A, B ja C sekä näillä säädetyt kuorellisen kuusi- ja mäntypuutavaran poiskuljetusten ajoituksen takarajat. *A, B and C zones as they are defined in the Forest Damages Prevention Act (1087/2013) and corresponding dates for removal of pine and spruce timber.* Kuva/graph: Suomen metsäkeskus/Finnish Forest Center.

Tehoistaa lämpösummaa (+5°C kynnyksarvolla laskettua) voidaan käyttää arvioimaan kirjanpainajan ensimmäisen sukupolven aikuistumista. Alkukesän parveilun jälkeen munitut toukat aikuistuivat keskimäärin 700 astevuorokauden (d.d. = day degrees) lämpösumman täyttyessä. Kyseessä on ajankohta, jota ennen kuorellinen kuusipuutavara ja puusto, joissa kirjanpainajat ovat aikuistumassa, olisi kuljetettava pois metsästä ja välivarastosta, jotta vältetään kirjanpainajan aikuistuvan sukupolven levittäytyminen ympäristöön.

Viime vuosina on havaittu, että kirjanpainajat ehtivät usein aikuistumaan ennen laissa määritettyjä päivämääriä (Kniivilä ym. 2020). Erityisesti B-alueen eteläosissa aikarajat ovat olleet myöhässä (Ylioja ym. 2021). Myös vuoden 2020 osalta 700 astevuorokauden täytyminen on monin paikoin tapahtunut 1–4 päivää ennen metsätuholain asettamia aikarajoja B-alueen etelä- ja keskiosissa (vrt. kuva 16 ja 17). Näiltä alueilta Metsäkeskus sai myös ilmoituksia kirjanpainajan vuoksi tehtävistä hakkuista (Kuva 4). Lämpösummatarkastelun perusteella A-alueella myöhästymistä ei ole tapahtunut samassa määrin, vaikka paikallista vaihtelua varmasti esiintyy (Kuva 6).



Kuva 17. Vasen: ajankohta, jolloin tehollisen lämpösumman 700 astevuorokauden raja rikkoutui vuonna 2020. Oikea: vuoden 2020 lämpösummakertymä. Aineistona on käytetty Ilmatieteen laitoksen 10 x 10 km hila-aineistoa. *Left: Date when the cumulative effective heat sum of 700 d.d. was reached in 2020. Right: Accumulative effective heat sum in 2020. Original temperature data grid (10 x 10 km) by the Finnish Meteorological Institute.*

2.4. Toisen sukupolven esiintyminen vuonna 2020

Lämpimänä kesänä saattavat aikuistuneet ensimmäisen sukupolven kirjanpainajat ryhtyä parveilemaan loppukesällä ja munia toisen sukupolven (Annala ja Pouttu 2010). Se, että ehtiikö toinen sukupolvi kuitenkaan aikuistumaan ja talvehtimaan karikkekerrokseen riippuu syksyn lämpötiloista. Kehittyäkseen aikuisiksi toinen sukupolvi vaatii 1500 astevuorokauden tehollisen lämpösumman täyttymisen. Eteläisessä Suomessa lämpösumma saavutti tämän (Kuva 17) vuonna 2020. Syksyn viiletessä sekä sisarus- että toisen sukupolven nuoret aikuiset voivat jäädä talvehtimaan puihin kuoren alle. Siellä ne ovat alttiimpia kylmän talven vaikutukselle kuin lumikerroksen alla karikkeessa. Kun pakkasta on yli -25 astetta kirjanpainaja-aikuiset alkavat menehtyvät: kirjanpainajan alijäähtymispisteeksi, jolloin ruumiinnesteet jäätyvät, on mitattu -28°C

(Annala 1969). Toistaiseksi toisen sukupolven menestystä ei seurata systemaattisesti, mutta tulevina vuosikymmeninä myös toisen sukupolven yleistymiseen Etelä-Suomessa on varauduttava.

Kiitokset

Kiitämme kaikkia niitä metsäalan toimijoita, jotka auttoivat paikallistamaan sopivia seuranta-paikkoja, ja niitä metsänomistajia, jotka antoivat luvan pystyttää pyydykset uudistusaloilleen. Kiitämme myös metsänhoitoyhdistyksiä Päijänne ja Pohjois-Karjala, jotka seurasivat Luonnonvarakeskuksen ja Suomen metsäkeskuksen ohjeistamana pyydyksiä alueillaan.

Viitteet

Annala, E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici* 6: 161–207.

Kniivilä, M., Hantula, J., Hotanen, J-P., Hynynen, J., Hänninen, H., Korhonen, K.T., Leppänen, J., Melin, M., Mutanen, A., Määttä, K., Siitonen, J., Viiri, H., Viitala, E-J. & Viitanen, J. 2020. Metsälain ja metsätuholain muutosten arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 3/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 124 s.

Pouttu, A. & Annala, E. 2010. Kirjanpainajalla kaksi sukupolvea kesällä 2010. *Metsätieteen aikakauskirja* 4: 521–523.

Ylioja, T., Ahtikoski, A., Anttila, P., Haikarainen, S., Honkaniemi, J., Laitila, J., Melin, M., Piri, T. & Väättäinen, K. 2021. Metsätuholain arvioinnin jatkoselvitys: Kuorellisen puutavaran poiskuljetus ja männiköiden kantokäsittely turvemaidilla. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 23/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 77 s.

3. Havuparikas, uusi opportunistinen sienipatogeeni Suomen männyillä 2020

Eeva Terhonen

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, eeva.terhonen@luke.fi

3.1. Taustaa

Havuparikas on uusi lähitulevaisuudessa potentiaalisesti hyvinkin vakava männyn (*Pinus sylvestris*) patogeeni Suomessa. Se on askomykeettinen sieni, joka kykenee aiheuttamaan taudin nimeltä etelänversosurma, "Diplodia tip blight". Havuparikkaan tieteellinen nimi on Index Fungorum:in mukaan *Sphaeropsis sapinea*, mutta EPPO Global Database:n mukaan tieteellinen nimi on *Diplodia sapinea*. Yleisesti käytetty synonyymi on myös *Diplodia pinea*. Sen isäntäkasveja ovat havupuut, ja etenkin männyt (*Pinus* sp.) ovat alttiita. Yleisesti etelänversosurma koetaan havupuiden taudiksi, mutta sitä on löydetty esimerkiksi huonokuntoiselta tervalepältä (Bußkamp ym. 2021) ja pyökeistä (Zlatković ym. 2017, Langer ym. 2020). Oireita ovat harsuuntuminen ja vuosikasvainten kuoleminen (Kuva 18). Pahimmillaan tauti voi johtaa lopulta jopa täysikasvuisten puiden kuolemiseen (Kuva 18). Havuparikas on hyvin ongelmallinen sienipatogeeni, koska sillä on useita eri isäntälajeja, endofyyttinen (oireeton) ilmenemismuoto sen elin- kierrossa, ja se hyötyy ilmastonmuutoksesta.

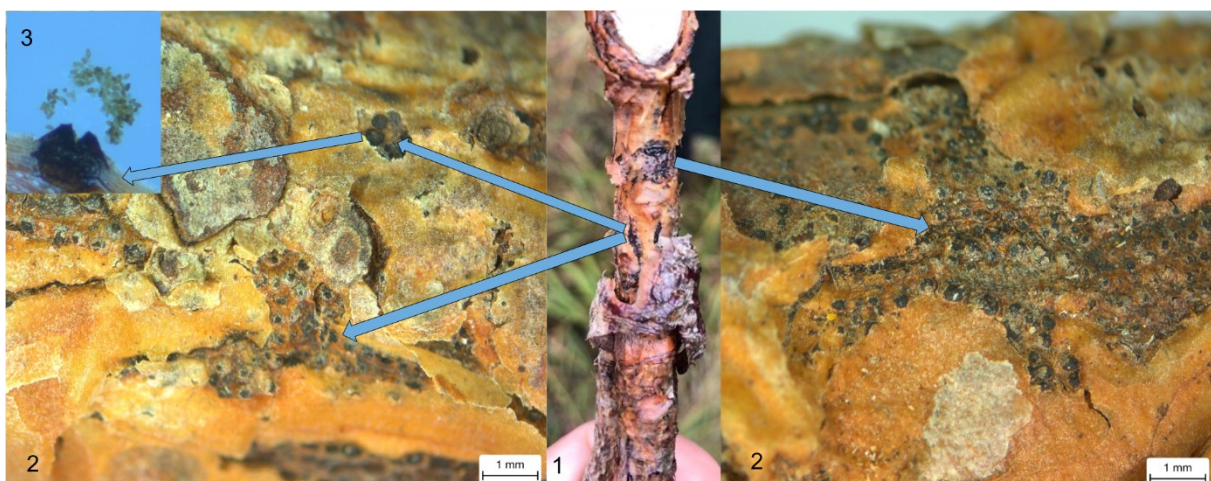


Kuva 18. A) Täysikasvuinen männikkö kärsinyt kuivuudesta, jolloin etelänversosurma on pystynyt ylittämään isännän puolustusreaktiot ja tappamaan männyt yhden kesän aikana. Saksa, syyskuu 2019. B) Osa männyistä vielä hengissä, mutta hyvin harsuuntuneita. Saksa, syyskuu 2019. C) Keinotekoisesti infektoitu männyn kasvain. Etelänversosurman rihmastoa inokuloitu kasvaimeen (silmu poistettu). Etelänversosurma toimii heti nekrotrofisena taudinaiheuttajana ja kasvaa nopeasti kuoren alla tappaen nilan edetessään. Oireet ilmenevät hyvin neulasten ruskeuttamisena tyveltä. Kuva 1C Kathrin Blumenstein, Saksa kesäkuu 2021.

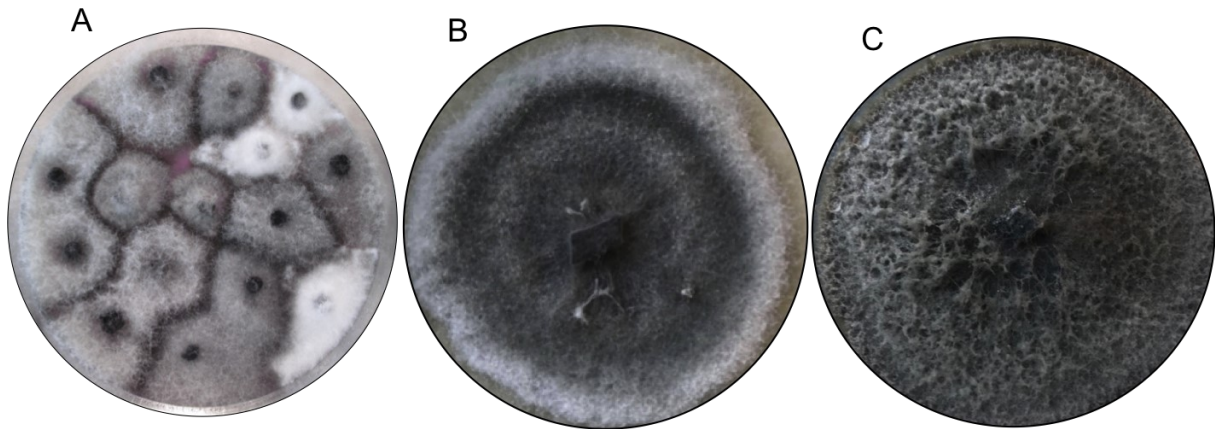
3.2. Elinkierto

Havuparikas voi siis elää endofyyttisesti sen isäntäkasvissa. Endofyyttiset sienet esiintyvät oireettomasti kasvien solukoissa ja solujen väleissä. Havuparikkaan endofyyttiset kannat voivat

kuitenkin muuttua patogeeneiksi ja aiheuttaa tautia niiden isäntäkasvissa (Bußkamp ym. 2021). Sienen elintavan muutos johtuu ulkoisesta stressistä johon isäntäpuu reagoi. Näitä ovat esimerkiksi kohonnut lämpötila (Bußkamp 2018), kuivuus (Blumenstein ym. 2021) ja raekuurot (Oliva ym. 2021). Havuparikas suosii korkeampia lämpötiloja verrattuna muihin mäntyjen yleisiin endofyyttisiin sieniin (Bußkamp 2018). Sen optimi lämpötila kasvun kannalta onkin 25–30 asteen välillä (Bußkamp 2018). Lisäksi se tuottaa kuromaitiöitä keinotekoisissa oloissa, jos lämpötila on jatkuvasti +28 astetta (Schlöber 2020). Kuromaitiöt ovat ovaalin muotoisia ja vaihtelevan kokoisia: 23–45 x 9–18µm, keskiarvon (Ø) ollessa 34 x 14 µm (Bußkamp 2018). Keväällä itiöitä on ilmassa eniten, mutta itiöitä tuotetaan ja niitä vapautuu koko kasvukauden aikana. Ruotsissa itiöitä on kerätty vielä lokakuussa (Brodde et al. 2019). Tartunta tapahtuu kasvukauden aikana, ja havuparikas kasvaa endofyyttinä neulasissa, kävyissä tai oksassa. Oireettomana se kasvaa vuosikasvaimessa peridermin soluissa (Flowers et al. 2006). Havuparikas muuttuu saprofyytiksi, esimerkiksi maahan tippuneessa neulasessa tai ylivuotisessa kävyssä. Patogeeneiksi havuparikas muuttuu abioottisten tekijöiden isäntäkasville aiheuttaman stressin vuoksi, jolloin se pystyy tappamaan vuosikasvaimia kasvukauden aikana (Kuva 18). Tällöin se on voinut kasvaa johtosolukkoon (Flowers et al. 2006). Kuolleisiin kasvinosiin muodostuu pyknidioita, joista kuromaitiöt vapautuvat (Kuva 19). Kuromaitiöt ovat ilmalevinteisiä ja ne infektoivat uusia mäntyjä neulasten ilmarakojen tai kasvaimien kuorihaavojen kautta. Raekuurot tai hyönteisten syöntejä lisäävät haavojen määrää neulasissa sekä kuoressa ja mahdollistavat nopeasti uudet infektiot. Sieni todennäköisesti leviää myös siementen (Cleary ym. 2019) ja taimien (Stanosz ym. 2007, Larsson ym. 2021) mukana uusille kasvupaikoille. Etelänversosurman oireita voikin tavata pitkin kasvukautta, mutta etenkin syysä kohden uusimman kasvun kuoleminen ja neulasten ruskettuminen tyveltä voi olla merkki etelänversosurmasta. Pyknidioita voi muodostua taimissa jo kolme viikkoa taudin toteamisen jälkeen (saman kasvukauden aikana) (Larsson ym. 2021). Keinotekoisissa oloissa pyknidiat muodostuvat jo kahden viikon jälkeen (Schlöber 2020). Kuromaitiöitä voidaan tutkia edelleen mikroskoopilla lajin tunnistamiseksi. Itiöistä tai kuolleesta puuaineksesta voidaan eristää havuparikasta maljoille. Sen rihmasto on ensin valkoinen/vaaleanharmaa (voi olla myös vihertävä), joka muuttuu noin kahden viikon aikana tummanharmaaksi/mustaksi (Kuva 20). Lajin tunnistaminen varmistetaan DNA-sekvenssien avulla.



Kuva 19. 1) Etelänversosurman muodostamia pyknidioita kuolleessa männyn oksassa. Saksa, syyskuu 2019. 2) Mikroskoopilla pyknidiat kuvattuna lähempää, mustia ja pyöreitä, vaikea rikkoa. 3) Kuromaitiöitä vapautumassa pyknidiasta. Kuva 3 Rebekka Schlöber.



Kuva 20. A) Etelänversosurman rihmasto on aluksi hyvin vaaleaa, jopa valkoista. B ja C) Rihmasto tummenee kahdessa viikossa ja vaihtelee harmaasta mustaan.

3.3. Tilanne Suomessa

Keski-Euroopassa etelänversosurmasta johtuvia tuhoja on raportoitu 2000-luvun alkupuolelta asti. Etenkin kuivina ja lämpiminä kesinä tuhot ovat yleisiä. Virossa etelänversosurma havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 2007 mustamännnyllä (*Pinus nigra*) (Hanso & Drenkhan 2009). Vuonna 2012 alkaen sitä on tavattu myös metsämännnyillä (*P. sylvestris*) (Adamson ym. 2015) ja 2013 etelänversosurman todettiin levinneen koko Viroon, aina etelästä pohjoiseen (Adamson ym. 2015). Samana vuonna (2013) etelänversosurma löydettiin männnyltä (*P. sylvestris*) luoteis-Venäjältä (Adamson ym. 2015). Ruotsissa havuparikkaan huomattiin tappavan mäntyjä (*P. sylvestris*) vuonna 2013 (Oliva ym. 2013). Huolestuttavaa on se, että sitä löydettiin taimitarhoilta Etelä- ja Keski-Ruotsista vuonna 2019 (Larsson et al. 2021). Havuparikas löydettiin Suomesta 2015 saprofyyttisenä kävyissä (Müller ym. 2019) ja endofyyttisenä terveistä mäntyjen vuosikasvaimista vuonna 2019 (Terhonen ym. 2021). Müller ym. (2019) eivät löytäneet havuparikasta ennen vuotta 2015 tehdyissä inventoinneissa. Havuparikas on selkeästi levinnyt sen pohjoisella esiintymisalueella. Tämä sieni hyötyy ympäristön ja ilmaston muutoksesta ja siitä johtuvasta lisääntyneestä rasituksesta männnyissä. Tämä on edesauttanut havuparikkaan lisääntymistä. Tällä hetkellä Suomessa ei ole vielä todettu tautikeskittymiä. Havuparikas siis esiintyy ja leviää endofyyttinä ja saprotrofina Suomessa. Ympäristön muuttuessa, voi lisääntynyt stressi (korkeampi lämpötila, pitkäkestoinen kuivuus) aiheuttaa myös männnyissä vakavia vaurioita ja lisätä sen stressiä Suomessa. Etelänversosurma voi potentiaalisesti tulla ongelmaksi paitsi metsissä, myös taimitarhoilla ja edesauttaa taimien kuolemista istutuksen jälkeen. Suomessa tätä tautia tulisi aktiivisesti tarkkailla siemenviljelyksillä, taimitarhoilla ja metsiköissä.

3.4. Torjunta

Etelänversosurmaa vastaan ei ole metsänhoidollisia torjuntakeinoja. Sairastuneiden puiden poisto lisää auringon säteilyä ja nostaa lämpötilaa, jolloin terveissä puissa elävät endofyyttiset havuparikaskannat voivat aktivoitua patogeenisiksi. Toisaalta kuolleet puut sinistyvät nopeasti. Lisää tutkimustietoa havuparikkaan ekologiasta tarvitaan Suomen oloissa, jotta voimme kehittää uusia metsänhoitosuosituksia sitä vastaan. Mahdollisia toimenpiteitä torjunnassa ovat männyn sopeutumisen parantaminen ilmastonmuutokseen jalostuksen kautta. Mäntyjen elinvoiman takaamiseksi tulee aina käyttää oikeaa alkuperää uudistuskohteille. Ruotsissa taimitarhoilla kuolleet ja sairastuneet taimet olivat käsittelemättömiä (ei kasvinsuojeluaineita) (Larsson

ym. 2021). Jos Suomessa joudumme aloittamaan kemiallisen torjunnan myös etelänversosurmaa vastaan, lisää se kasvinsuojeluaineiden käyttöä (havuparikkaan torjunta keväällä ja kesällä, versosurman torjunta kesällä ja syksyllä). Tämä ei ole linjassa metsänhoidon tavoitteessa vähentää kemikaalien käyttöä. Tutkimusta tarvitaan ymmärtääksemme mistä johtuu ja mikä ylläpitää oireettomia havuparikkaan infektoita, jotta voimme määrittää ne toimenpiteet, jotka estävät oireiden kehittymisen, tai vähentävät oireiden vakavuutta.

Viitteet

- Adamson, K., Klavina, D., Drenkhan, R., Gaitnieks, T. & Hanso, M. 2015. *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. *European Journal of Plant Pathology*, 143(2): 343–350.
- Blumenstein, K., Bußkamp, J., Langer, G.J., Schlöber, R., Parra Rojas, N.M. & Terhonen, E. 2021. *Sphaeropsis sapinea* and associated endophytes in Scots pine: interactions and effect on the host under variable water content. *Frontiers in Forest and Global Change* 4: 655769.
- Brodde, L., Adamson, K., Camarero, J.J., Castaño, C., Drenkhan, R., Lehtijärvi, A., Luchi, N., Migliorini, D., Sánchez-Miranda, Á., Stenlid, J., Özdağ, Ş. & Oliva, J. 2019. Diplodia Tip Blight on its way to the north: drivers of disease emergence in Northern Europe. *Frontiers in Plant Science* 9: 1818.
- Bußkamp, J. 2018. Schadenserhebung, Kartierung und Charakterisierung des "Diplodia-Triebssterbens" der Kiefer, insbesondere des endophytischen Vorkommens in den klimasensiblen Räumen und Identifikation von den in Kiefer (*Pinus sylvestris*) vorkommenden Endophyten. Kassel: Universität Kassel.
- Bußkamp, J., Blumenstein, K., Terhonen, E. & Langer, G. 2021. Differences in the virulence of *Sphaeropsis sapinea* strains originating from Scots pine and non-pine hosts. *Forest Pathology* 51, e12712. <https://doi.org/10.1111/efp.12712>
- Cleary, M., Oskay, F., Doğmuş, H.T., Lehtijärvi, A., Woodward, S. & Vettraino, A.M. 2019. Cryptic risks to forest biosecurity associated with the global movement of commercial seed. *Forests* 10(5): 459.
- Flowers, J.L., Hartman, J. R. & Vaillancourt, L.J. 2006. Histology of *Diplodia pinea* in diseased and latently infected *Pinus nigra* shoots. *Forest Pathology* 36 (6): 447–459.
- Langer, G.J., Bußkamp, J. & Langer, E.J. 2020. Absterbeerscheinungen bei Rotbuche durch Wärme und Trockenheit. *AFZ – Der Wald* 4/2020: 24–27.
- Larsson, R., Menkis, A. & Olson, Å. 2021. *Diplodia sapinea* in Swedish forest nurseries. *Plant Protection Science* 57: 66–69.
- Müller, M.M., Hantula, J., Wingfield, M., & Drenkhan, R. 2019. *Diplodia sapinea* found on Scots pine in Finland. *Forest Pathology* 49:e12483.
- Oliva J., Boberg J. & Stenlid J. 2013. First report of *Sphaeropsis sapinea* on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Austrian pine (*P. nigra*) in Sweden. *New Disease Reports* 27: 23.

- Oliva, J., Ridley, M., Redondo, M. A. & Caballol, M. 2021. Competitive exclusion amongst endophytes determines shoot blight severity on pine. *Functional Ecology* 35, 239–254. doi: 10.1111/1365-2435.13692
- Schlößer, R. 2020 Natural infection ways of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus sylvestris*. Master thesis, University of Göttingen, Germany.
- Stanosz G.R., Smith D.R. & Leisso R. 2007. Diplodia shoot blight and asymptomatic persistence of *Diplodia pinea* on or in stems of jack pine nursery seedlings. *Forest Pathology* 37: 145–154.
- Terhonen, E., Babalola, J., Kasanen, R., Jalkanen, R. & Blumenstein, K. 2021. *Sphaeropsis sapinea* found as symptomless endophyte in Finland. *Silva Fennica* 55: 13.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F. & Slippers, B. 2017. New and unexpected host associations for *Diplodia sapinea* in the Western Balkans. *Forest Pathology* 47: e12328.

4. Versosurmaa taimitarhoilla ja ahavatuhoa istutusaloilla

Marja Poteri, Jaana Luoranen, Anne Uimari ja Martti Vuorinen
Luonnonvarakeskus (Luke), Juntintie 154, 77600 Suonenjoki, jaana.luoranen@luke.fi,
anne.uimari@luke.fi

4.1. Keväällä 2020 versosurmaa männyn taimilla

Versosurma on männyn taimilla vakava torjuttava tauti, sillä se tappaa latvasilmun ja ruskettaa neulasia latvassa (Kuva 21), mikä johtaa männyntaimen kuolemaan. Versosurma voi kuivattaa myös kuusen taimen latvan, mutta kuusi pystyy useimmiten kasvattamaan tyven leposilmuista uuden latvan kuolleen tilalle. Versosurman tartuttamat taimet eivät ole myyntikelpoisia. Koska tauti on piilevänä lepotilaisissa taimissa, on tärkeää varmistaa, ettei myytävien taimien joukossa ole sairaita taimia.

Keväällä 2020 tavatut versosurmatartunnat ovat syntyneet loppukesän ja syksyn 2019 aikana. Muutaman viime vuoden aikana versosurmaa on havaittu metsäpuilla, sekä varttuneissa männynissä että nuorissa kuusen taimikoissa. Itiöitä on siis voinut olla tarjolla paikallisesti ja todennäköisyyttä taimitartunnoille lisää se, että varttuneet mäntymetsät ympäröivät useita taimitarhoja.

Versosurman tartuntariskiä lisää loppukesän ja syksyn sateinen, pilvinen ja lauha sää. Tällaiset olosuhteet suosivat versosurman itiötuotantoa ja toisaalta viivästyttävät taimien karaistumista. Lämpimiin syksyihin liittyy usein hallajaksoja, jotka voivat altistaa taimia versosurmalle. Useilla taimitarhoilla jouduttiinkin syksyllä 2019 sadettamaan taimia hallan torjumiseksi.



Kuva 21. Versosurman oireita yksivuotiailla männyn paakkutaimilla keväällä 2020. Kuva: Marja Poteri.

Versosurmaa on taimitarhoilla torjuttava fungisideilla. Vaikka taudille altistavia tekijöitä tunnetaan, ei vaihtelevien sääolosuhteiden vuoksi pystytä aina esim. karaisemaan taimia riittävästi. Lyhytpäiväkäsittelyllä voidaan aikaistaa kuusen taimien karaistumista syksyllä, mutta menetelmä ei ole yleistynyt männyntaimilla. On myös mahdollista, että kemiallisen torjunnan tulos jää puutteelliseksi sateisena syksynä tai jos joudutaan käyttämään runsaasti hallakastelua taimien suojaamiseksi pakkasvaurioilta.

Versosurma on talven ajan taimissa piilevänä ja oireet tulevat keväällä esiin vasta, kun lämpösummaa on sen verran, että taimien silmut puhkeavat ja pituuskasvu lähtee käyntiin. Ulkona talvehtineista taimista on mahdollista keväällä havaita sairaat taimet ja lajitella ne pois, mikä on kuitenkin huomattava lisäkustannus. Lisäksi ongelmana on, että varsinkaan männyn taimia ei voi keväällä pitää pitkään tarhalla, sillä männyllä uusi kasvain on erittäin altis kuljetusvaurioille. Pakkasvarastoiduista taimista otetaan yleensä koe-eriä kasvamaan lämpimään jo varhain ennen taimilähetyskauden alkua. Otannan avulla voidaan tarkastaa taimieristä juurtenkasvupotentiaalia ja saada viitteitä talvituhosienien aiheuttamista tartunnoista (kuten männynversosurma, talvihome, varastohomeet).

4.2. Ahavatuhoja havaittiin istutusaloilla

Ahavaa eli neulasten äkillistä kuivumista esiintyy havupuilla kevättalvella, kun päivät ovat jo lämpimiä ja neulaset haihduttavat saamatta vettä vielä jäässä olevasta maasta. Ongelmaa esiintyy pääasiassa taimilla (Kuva 22).

Keväällä 2020 ahavatuhoja oli etenkin Väli-Suomen alueella ja oireita tavattiin sekä kuusen että männyntaimilla. Tuhoilmoituksia tuli paljon, joten tuhot olivat varsin laajoja. Tuhoja tavattiin etenkin vuoden ikäisillä istutustaimilla (2019 istutettuja).

Ahavatuhojen poikkeuksellisen laajuuden vuoksi Luonnonvarakeskuksessa käynnistettiin inventointihanke, jossa kesällä 2020 tarkastettiin 60 kasvukaudella 2019 istutettua kuusen viljelykohdetta (Kuva 23). Yhteistyöprojekti toteutettiin metsänhoitoyhdistysten, Metsähallituksen sekä metsäfirmojen kanssa ja tavoitteena on selvittää tekijöitä, jotka ovat vaikuttaneet tuhojen syntymiseen ja niistä toipumiseen. Tuhojen yleisyydestä ei saada selvyyttä, koska inventoinnit on kohdistettu ennalta tiedetyille tuhokohteille.

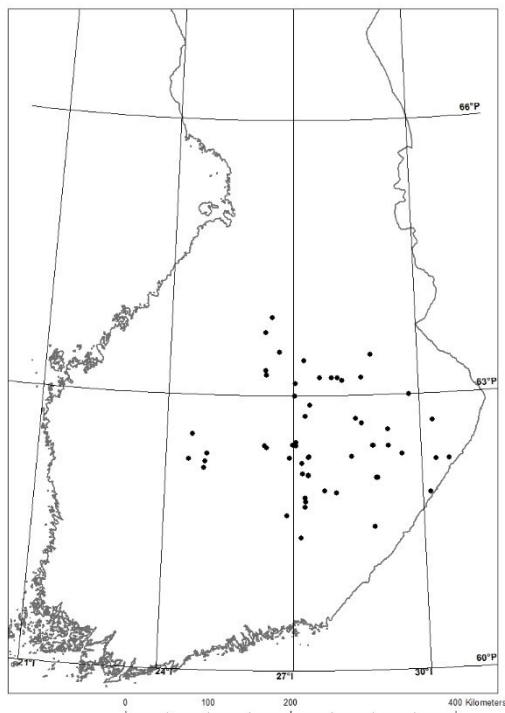
Inventoinneissa kerättiin tietoja mm. taimien kasvuympäristöstä uudistusalalla ja tarkemmin istutuskohdassa, istutusajankohdasta, taimityypeistä ja taimien alkuperästä, sekä taimien väli-varastoinnin kestosta.

4.3. Inventointien tulokset valmistuvat kevättalven 2021 aikana

Huhtikuun 2020 ja sitä seuranneen kevään sääolot vaikuttivat tuhojen syntymiseen ja taimien toipumiseen. Huhtikuun puolivälin jälkeen oli reilun viikon mittainen jakso, jolloin Väli-Suomeen alueella lumi oli jo pääosin sulanut, mutta maa oli vielä jäässä. Samaan aikaan sää oli aurinkoinen ja tuulinen. Taimien toipumiseen vaikuttivat todennäköisesti olosuhteet touko-kuussa, jolloin oli sateetonta ja aurinkoista säätä. Jonkin verran tuhoihin on voinut vaikuttaa myös helmi-maaliskuun suuret lämpötilavaihtelut samaan aikaan, kun oli lumetonta tai lumi-peite oli ohut. Tuolloin oli ensin pitkä jakso, jolloin lämpötila oli useita päiviä plussan puolella, ja sen jälkeen lämpötila laski nopeasti -15 – -20 asteen lämpötiloihin.



Kuva 22. Ahava on kuivattanut lumirajan yläpuolelta kuusen neulaset, jotka ovat karisseet maahan taimen tyvelle kesäkuun alkuun mennessä. Myös verson silmut ovat kuivaneet. Kuusen taimi on istutettu edellisvuonna laikkumättääseen. Kuva: Marja Poteri.



Kuva 23. Talven 2019–2020 jälkeen havaittujen kuusen ahavatuhojen inventointikohteet painottuivat Väli-Suomen alueelle. (Luoranen ym. 2022).

Viitteet

Luoranen, J., Riikonen, J. & Saksa, T. 2022. Factors affecting winter damage and recovery of newly planted Norway spruce seedlings in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 503(1). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119759>

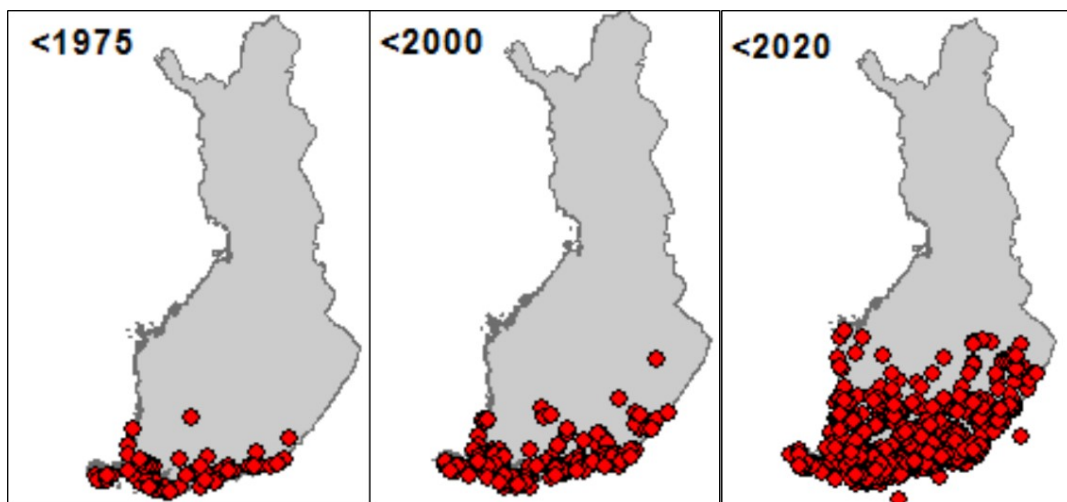
5. Havununnan feromoniseurannan tulokset vuodelta 2020

Markus Melin¹⁾ ja Tiina Ylioja²⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu, markus.melin@luke.fi

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, tiina.ylioja@luke.fi

Havununna on Suomessa tulokaslaji, josta ensimmäiset kirjalliset havainnot raportoitiin Etelä-Suomen rannikkoalueelta 1950-luvulla. 1990-luvulle tultaessa kanta alkoi runsastua ja levitä aina Keski-Suomen korkeudelle asti. Sittemmin havununnan yksittäisten havaintojen pohjoisraja kulkee Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon korkeuksilla (Kuva 24).



Kuva 24. Laji.fi tietokantaan kirjatut havununnahavainnot ennen vuotta 1975, 2000 ja 2020. Kuva: Riku Elfving, Pro gradu- tutkielma Havununnan (*Lymantria monacha*) levinneisyshistoria ja seuranta Suomessa <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202006182538>. Graph from master's thesis by Riku Elfving: *Nun moth observations in laji.fi database prior to years 1975, 2000 and 2020*.

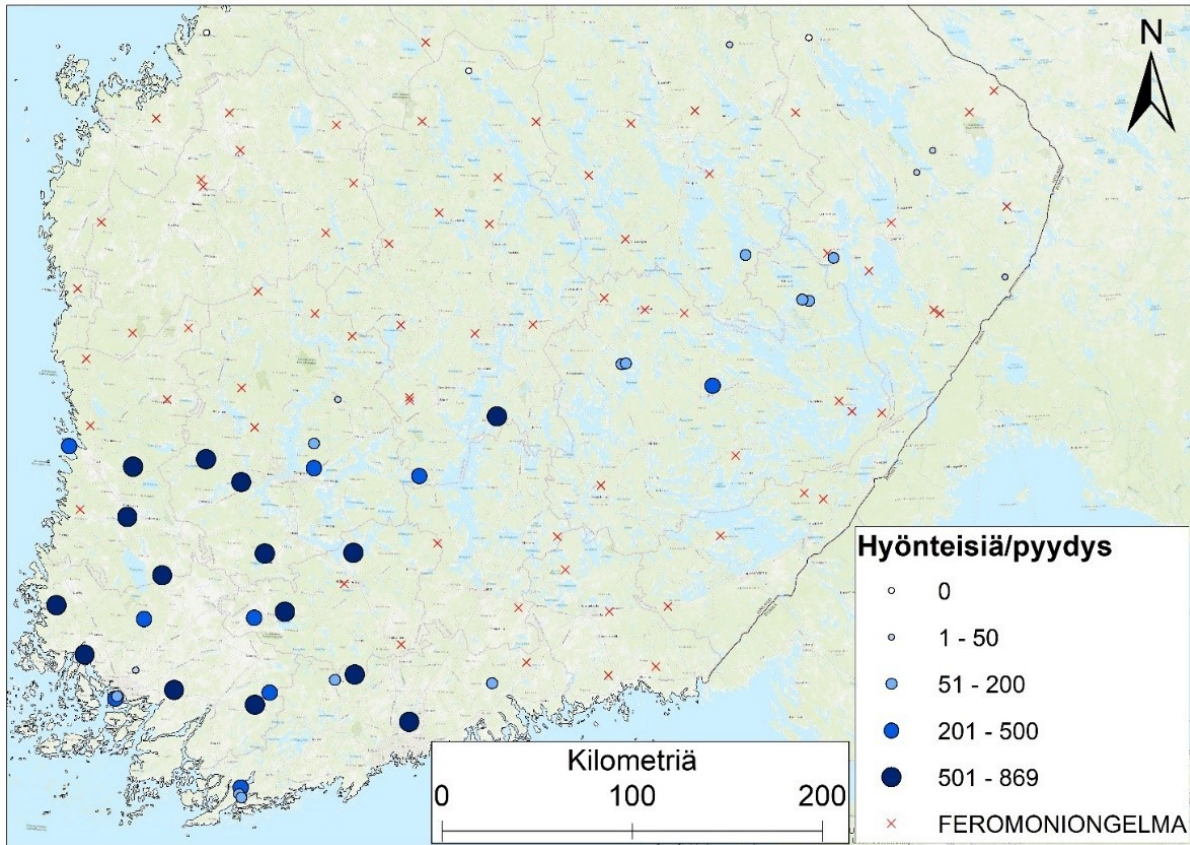
Luonnonvarakeskus on seurannut havununnan leviämistä vuodesta 2018 alkaen feromonipyydyksillä (Kuva 25). Pyydys on metsässä heinäkuun alusta elokuun loppuun, pääosin varttuneissa ja uudistuskypsissä havumetsissä. Kokeiluna aloitettua seurantaa on jatkettu vuosina 2019 ja 2020 noin 120–130 pyyntipaikalla. Seurannan tavoite on saada lisätietoa havununnan tiheimmän kannan alueista ja mahdollisesta tuhoriskistä, sekä siitä miten kanta nousee pohjoisemmaksi.



Kuva 25. Havununnaseurannassa käytetty feromonipyydys. *Trap type used in the nun moth monitoring.*

Vuoden 2019 ja myös 2020 seurannassa runsaimmat havununnasaaliit saatiin Satakunnasta, Säkylän Pyhäjärven ympäristöstä. Vuonna 2019 saaliiksi saatiin parhaimmillaan 989 nunnaa pyydystä kohden ja 2020 lähes 900 havununnaa. Hämeenlinnan ja Vantaan alueella pyydysien saalismäärät kasvoivat huomattavasti vuonna 2020. Vuonna 2019 saaliiksi saatiin 200–300 nunnaa, tänä vuonna lähes 700.

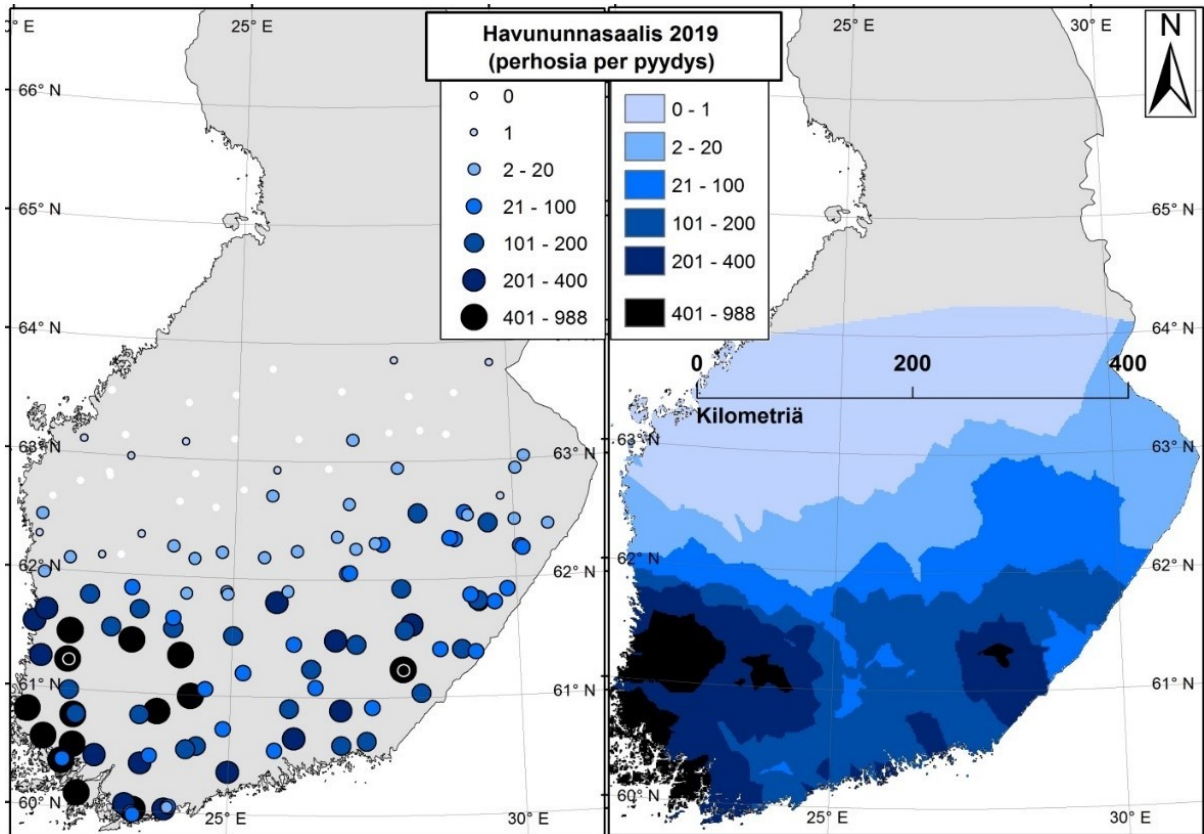
Pohjoisempana Suomessa havununnien levinneisyydessä ei havaittu muutoksia vuoteen 2019 verrattuna. Saalismäärien perusteella on arvioitu, että havununnalla olisi pysyviä paikallispopulaatioita Kitee-lkaalinen-linjan eteläpuolella. Tästä pohjoiseen havainnot koostuvat pääosin yksittäisistä, lisääntymisen jälkeen tuulen mukana lentoon lähteneistä uroksista (Kuva 26). Yksittäisiä havununnaa on tavattu aina Nurmeksen ja Kajaanin korkeudella. Vuoden 2020 havununnaseuranta epäonnistui osin, kun iso osa pyynnissä käytetyistä feromonisyöteistä osoittautui toimimattomiksi. Kannan kasvusta kertoo kuitenkin se, että vajaalla pyyntiverkollakin saaliiksi saatiin vuonna 2020 lähes 15 000 havununnaa kun taas vuonna 2019, jolloin kaikki feromonit toimivat, saalis oli hieman alle 17 000 havununnaa (Kuva 27).



Kuva 26. Havununnasaaliit vuoden 2020 pyydyspaikoilta. Taustakartta: World Topographic Map (ESRI). *Trap captures of the nun moth in trapping sites in 2020. Map background: World Topographic Map (ESRI)*

Tulevina vuosina seurantaverkkoa tullaan kehittämään edelleen, jonka lisäksi tavoitteena on tutkia havununnan toukkavaihetta – eli vaihetta, jolloin neulasten syöntikin tapahtuu. Vielä havununnasta ei pidä puhua vakavana tuhojen aiheuttajana, mutta sen tuohistorian tuntien seuranta tullaan pitämään yllä. Ensimmäisestä seurantatuloksista julkaistiin tutkimusartikkeli Melin ym. (2020a, b). Havununnan tuohistoriaa Euroopassa on käsitelty mm. artikkeleissa Bejer (1988), Lipa (1996) sekä Nakladal ja Brinkeova (2015).

Havununnapyyntiä on tehty Metsähallituksen, seurakuntien, kaupunkien (Turku, Raasepori, Inko) sekä yksityisten metsänomistajien mailla. Kiitokset heille sekä seurantaan osallistuneille yksityishenkilöille (aakkosjärjestyksessä): Leena Aarnio, Riku Elfving, Jaana Grahn, Jarkko Hantula, Heikki Henttonen, Katri Himanen, Juha-Pekka Hotanen, Juha Honkaniemi, Päivi-Elina Huttunen, Merja Högnäsbacka, Katja Ikonen, Anne Immonen, Matti Koivula, Pinja Lehti, Juho Matala, Jari Miina, Seppo Neuvonen, Glenn Nylund, Mikko Paunu, Antti Pouttu, Kaija Puputti, Markku Rantala, Olli-Pekka Tikkanen, Toni Tuomala, Antti Uotila, Sannakajsa Velmala, Liisa Vihervuori, Heli Viiri.



Kuva 27. Havununnaseurannan tulokset vuodelta 2019. *Trap captures of the nun moth in 2019.*

Viitteet

- Bejer, B. 1988. The Nun Moth in European Spruce Forests. In: Berryman A.A. (eds.). Dynamics of Forest Insect Populations. Population Ecology (Theory and Application). Springer, Boston, MA.
- Lipa, J.J. 1996. Present status of noxious Lymantriidae in Europe and Poland. In: Proceedings of the International Conference Integrated Management of Forest Lymantridae 1996. p. 13–31.
- Melin M., Viiri H., Tikkanen O.-P., Elfving R. & Neuvonen S. 2020a. From a rare inhabitant into a potential pest – status of the nun moth in Finland based on pheromone trapping. *Silva Fennica*. <https://doi.org/10.14214/sf.10262>
- Melin M., Viiri H., Tikkanen O.-P., Elfving R. & Neuvonen S. 2020b. Havununnan esiintyminen ja runsaus Suomessa – vuonna 2019 toteutettuun feromoniseurantaan perustuen. *Metsätieteen aikakauskirja*. <https://doi.org/10.14214/ma.10311>
- Nakladal, O. & Brinkeova, H. 2015. Review of historical outbreaks of the nun moth (*Lymantria monacha*) with respect to host tree species. *Journal of Forest Science*. <https://doi.org/10.17221/94/2014-JFS>

6. Lehtinunnasta ei havaintoja lajille omistetussa feromoniseurannassa 2020

Pinja Lehti¹⁾, Markus Melin²⁾, Olli-Pekka Tikkanen³⁾ ja Anu Valtonen¹⁾

¹⁾Itä-Suomen yliopisto, Ympäristö- ja biotieteiden laitos

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu markus.melin@luke.fi

³⁾Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto

Pinja Lehti tutki Pro gradu -tutkielmassaan lehtinunnan (*Lymantria dispar*) esiintymistä Etelä-Suomessa lajille spesifillä feromonilla. Työn ohjaajina toimivat tutkijat Olli-Pekka Tikkanen ja Anu Valtonen Itä-Suomen yliopistosta sekä tutkija Markus Melin Luonnonvarakeskuksesta. Vaikka pyydykset asetettiin lehtinunnan kannalta otollisille kohteille (isot lehtimetsät), saalista ei vielä saatu. Metsänomistajien ja puistometsien kannalta tätä voidaan pitää hyvänä asiana, sillä kyseessä on yksi vakavimmista lehtipuiden lehtituholaisista.

6.1. Taustaa

Lehtinunna (Kuva 28) on maailmanlaajuisesti pelätty metsätuhohyönteinen. Lehtinunna invaasioiden aiheuttamia laajoja metsätuhoja on havaittu muun muassa Keski-Euroopassa, Venäjällä sekä Pohjois-Amerikassa. Lajia tavataan luontaisesti Euroopassa ja Aasiassa, mutta Pohjois-Amerikkaan se on aikoinaan levinnyt ihmisen avustamana. Metsätuhot syntyvät toukkien käyttäessä ravinnokseen puiden lehvästöä (Montgomery & Wallner 1988). Suomessa lajista on toistaiseksi tehty vain yksittäisiä havaintoja, mutta sen sijaan lehtinunnan lähisukulainen havunnunna (*Lymantria monacha*) on jo vakiinnuttanut asemaansa maassa (Melin ym. 2020). Suomessa lehtinunna havainnot on tehty pääosin maan eteläosissa rannikolla esimerkiksi Kemiön-saarella ja Hangossa, minkä perusteella arvellaan, että lehtinunnien potentiaalinen leviämisreitti Suomeen voisi kulkea Suomenlahden yli Virosta.



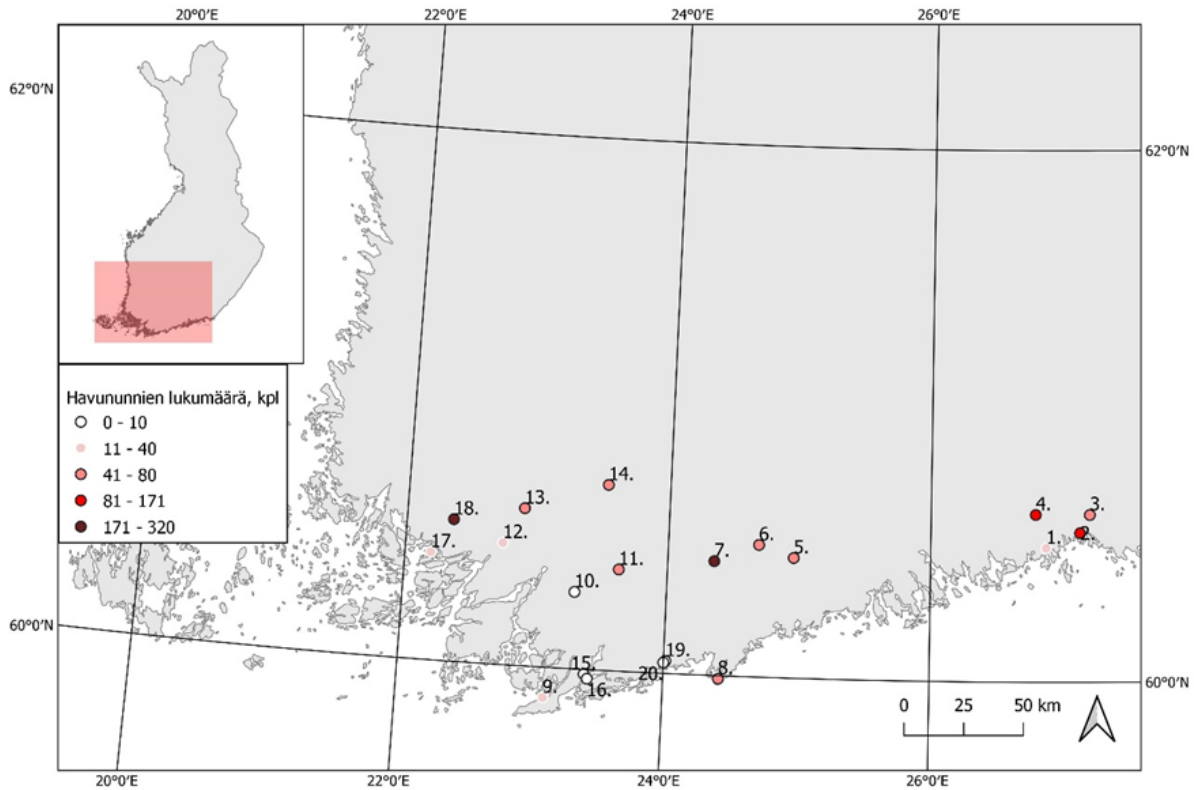
Kuva 28. Lehtinunnauros (yllä) ja sitä selvästi isokokoisempi naaras. Kuva: Jaakko Kullberg, www.laji.fi.

Toistaiseksi viileän ilmaston on arveltu hidastaneen lehtinunnan leviämistä pohjoiseen. Toinen lajin leviämistä mahdollisesti hidastava tekijä on naaraiden lentokyvyttömyys. Lajin on havaittu leviävän keskimäärin noin 2,5 kilometriä, mutta parhaimmillaan jopa 20 kilometriä vuodessa (Liebhold ym. 1992). Lentämisen ohella lehtinunna voi levitä harhailemalla eli toukka ripustautuu ohuesta silkkirihmasta puunlatvan oksaan ja irrottautuu tuulenpuuskaan mukana kauemaksi synnyin puustaan (Bell ym. 2005). Luonnollisen leviämisen lisäksi lajin on todettu ihmisen toiminnan seurauksena esimerkiksi kulkeutumalla laivarahtien mukana Pohjois-Amerikkaan (Sharov ym. 1997).

Kuten sukulaisellaan havununnalla, myös lehtinunnan elinkierto kestää vuoden. Toukka kuoriutuu keväällä ilmojen lämmentyä ja koteloituu keskikesän jälkeen. Lehtinunnan aktiivinen lento- ja paritteluaika ajoittuu loppukesään hiipuen ilmojen viiletessä elo-syyskuun vaihteessa. Lentokyvyttömyyden vuoksi naaraat houkuttelevat koiraita luokseen sukupuoliferomonia käyttämällä (Montgomery & Wallner 1988). Lehtinunnan toukat käyttävät lehvästöä tehokkaasti ravinnokseen eikä aikuinen perhonen enää juurikaan ruokaile. Lehtinunna käyttää ravinnokseen hyvin monipuolisesti erilaista kasvillisuutta lehtipuustosta havupuustoon. Erityisesti populaatiokoon kasvaessa alueella suuremmaksi, alkaa lehtinunna käyttää yhä useampia kasvilajeja ravinnokseen. Ruoaksi kelpaavia kasveja on todettu satoja (Montgomery & Wallner 1988). Meitä lähimmät tuohohavainnot on tehty Virossa missä lehtinunnan syöntiä on todettu mm. vaahteroilla, koivuilla, tammilla, pajuilla, orapihlajalla ja omenapuilla sekä järviruo'olla ja osmankäämillä (EPPO 2017).

6.2. Feromonikartoitus

Kesällä 2020 lehtinunnan esiintymistä Suomessa kartoitettiin feromonipyydyksin. Tietävästi kyseessä oli ensimmäinen kerta, kun lehtinunnan esiintymistä Suomessa kartoitettiin laajemmin käyttämällä unitrap-pyydyksiä sekä erityistä lehtinunnalle tarkoitettua feromonihoukutipinta. Kartoituksen keskeinen tavoite oli selvittää, esiintyykö Suomessa elinvoimaisia lehtinunnapopulaatioita vai onko aikaisemmissa havainnoissa kyse yksittäisistä harhailijoista. Luonnonvarakeskuksen havununnaseurannoissa käyttämä feromoni houkuttelee sekin lehtinunna, joita ei ole kuitenkaan vielä havaittu. Uuden feromonin toivottiinkin antavan tarkemman kuvan lehtinunnan mahdollisesta esiintymisestä Suomessa. Pyydyksiä ja feromonihoukuttimia oli käytössä 20 kappaletta, ja ne sijoitettiin lehtinunnan esiintymisen kannalta otollisille alueille (Kuva 29).



Kuva 29. Lehtinunnapyydysten sijainti sekä sivusaaliina tulleiden havununnien määrä. Kartta: Pinja Lehti, Pro gradu -tutkielma.

Pyydyspaikkoja etsittiin erityisesti lehtipuuvaltaisista metsistä luonnonsuojelualueiden ulkopuolelta. Suurin osa pyydyspaikoista oli uusia, mutta käytössä oli myös paikkoja, joita on käytetty aikaisempina vuosina havununnakartoitusten yhteydessä. Lehtipuuvaltaisuuden lisäksi pyydyspaikkojen valinnassa suosittiin rannikkoa, sillä suurin osa aikaisemmista havainnoista on tehty nimenomaan etelärannikolla. Pyydyksiä sijoitettiin Varsinais-Suomeen, Uudellemaalle sekä Kymenlaaksoon ja ne sijaitsivat 200 metrin – 50 kilometrin etäisyydellä merenrannasta. Maastoon pyydokset vietiin heinäkuun puolen välin jälkeen ja ne korjattiin pois viimeistään elokuun lopussa kuitenkin siten, että kukin pyydys oli maastossa vähintään neljä viikkoa. Pyydysten sijoittaminen pyrittiin ajoittamaan lehtinunnien mahdolliseen aktiiviseen lento- ja pariteluajankohtaan.

6.3. Tulokset ja pohdintaa

Kesällä 2020 toteutetun kartoituksen yhteydessä ei tavattu yhtään lehtinunnaa. Huolimatta siitä, että käytössä oli lehtinunnalle tarkoitettu feromonihoukutin, pyydyksiin saatiin lehtinunnien sijasta yhteensä 1278 havununnaksi tunnistettua perhosyksilöä. Aikaisempien vastaavien kartoitusten puuttuessa työssä saatuja tuloksia verrattiin laji.fi-verkkosivulle aikaisemmin kirjattuihin lehtinunnahavaintoihin. Maastokartoituksen ja verkkoon kirjattujen havaintojen perusteella voitiin päätellä, että lehtinunnahavainnoissa on todennäköisesti kyse yksittäisistä harhailijoista sen sijaan, että Suomessa esiintyisi elinvoimaisia populaatioita.

Suomen aivan eteläisimmissä osissa ympäristöolosuhteet voisivat jo olla lehtinunnalle otolliset ja esimerkiksi talvien ääriämpötilat mahdollistavat lehtinunnan talvehtimisen (Fält-Nardmann

ym. 2018). Populaation vakiintumiseen vaaditaan kuitenkin sekä naaraita että koiraita. Lento-kyvyttömyytensä vuoksi lehtinunnan naaraat liikkuvat vain lyhyitä matkoja, joten lajin leviämistä ajatellen Suomen sijainti on maantieteellisesti haasteellinen. Itämeri erottaa Suomen Keski-Euroopasta eikä leviäminen suoraan Virosta ole välttämättä mahdollista. Voisikin olla mahdollista, että lehtinunnan leviäminen Suomeen edellyttää, että laji kiertää Suomeen Venäjän kannaksen kautta.

Viitteet

- Bell, J.R., Bohan, D.A., Shaw, E.M. & Weyman, G.S. 2005. Ballooning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genetics and models. *Bulletin of Entomological Research* 95: 69–114.
- European Plant Protection Organization (EPPO). 2017. <https://gd.eppo.int/reporting/article-6156> Sivustolla vierailtu 3.6.2021.
- Fält-Nardmann, J.J.J., Ruohomäki, K., Tikkanen, O.-P. & Neuvonen, S. 2018. Cold hardiness of *Lymantria monacha* and *L. dispar* (Lepidoptera: Erebidae) eggs to extreme winter temperatures: implications for predicting climate change impacts. *Ecological Entomology* 43: 422–430.
- Liebholt, A.M., Halverson, J.A., Elmes, G.A. 1992. Gypsy moth invasion in North America: A quantitative analysis. *Journal of Biogeography* 19: 513–520.
- Melin, M., Viiri, H., Tikkanen, O.-P., Elfving, R., Neuvonen, S. 2020. From a rare inhabitant into a potential pest – status of the nun moth in Finland based on pheromone trapping. *Silva Fennica* 54: 1–9.
- Montgomery, M.E., Wallner, W.E. 1988. The gypsy moth a westward migrant. Teoksessa: Berryman, A. (toim.). *Dynamics of forest insect populations*(353–376): patterns, causes, implications. Plenum Press. New York.
- Sharov, A.A., Liebhold, A.M., Roberts, A.E. 1997. Methods for monitoring the spread of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) populations in the appalachian mountains. *Journal of Economic Entomology* 90: 1259–1266.

7. Metsäpatogeeniset tulokas- ja vieraslajit 2020

Leena Hamberg, Jarkko Hantula, Anna Poimala ja Sannakajsa Velmala
Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki leena.hamberg@luke.fi,
jarkko.hantula@luke.fi, anna.poimala@luke.fi, sannakajsa.velmala@luke.fi

Etelänversosurmaa on esiintynyt Euroopassa pitkään, mutta sitä aiheuttavan sienen maantieteellinen alkuperä on selvittämättä. Vuonna 2019 etelänversosurmaa aiheuttava sieni raportoitiin suomalaisista männynkävyistä ja vuonna 2020 se löytyi myös mäntyjen versoista. Sienen ei kuitenkaan tiedetä vielä aiheuttaneen metsätuhoja Suomessa, joskin kesällä 2020 Turun saaristosta saatiin tautiepäily, jota ei ole varmistettu.

Saarnensurma on itäaasialaisen sienin aiheuttama tauti, joka on aiheuttanut laajoja tuhoja eurooppalaisissa saarnimetsiköissä (Kuva 30). Taudin oireita havaittiin Ahvenanmaalla jo aivan 2000-luvun alussa, mutta sieni eristettiin Manner-Suomesta vasta vuonna 2007. Siitä lähtien se on aiheuttanut merkittävää tuhoa suomalaisissa saarnimetsissä mukaan lukien geenireservimetsät. Kesällä 2020 saarnensurman aiheuttamasta tuhosta tuli Luken metsätuhotietopalvelulle aiempia vuosia vähemmän havaintoja.



Kuva 30. Saarnensurmainen puu Vantaalla. Kuva: Jarkko Hantula.

Kasveja sairastuttavat *Phytophthora* -mikrobit ovat aiheuttaneet Keski-Euroopassa laajoja metsätuhoja lehtipuilla, kuten lepällä, pyökillä ja tammella. *Phytophthoran* aiheuttamia oireita on havaittu myös koivulla, vaahteralla, lehmuksella, saarnella ja metsäkuusella. *Phytophthorat*

leviävät puusta toiseen kosteassa maaperässä, ja osa lajeista on ilmalevintäisiä. Usein *Phytophthora* -lajit säilyvät maaperässä pitkään, ja Suomessa *Phytophthora* onkin ongelmallinen maatalous- ja puutarhaviljelysmailla, joissa se aiheuttaa mm. mansikan tyvimätää ja perunaruttoa. *P. cactorum* aiheuttaa taimitarhoilla koivun levälaikkutautia, mutta metsäluonnossamme tätä tautia ei ole vielä havaittu. *Phytophthora* esiintyy puilla kuitenkin jo Suomen naapurimaissa Virossa ja Ruotsissa, jossa sitä on löydetty jo Tukholman korkeudelta. Ensimmäiset tautihavainnot Ruotsissa tehtiin kaupunkialueiden puista, joista *Phytophthora* -lajit ovat edelleen levinneet metsiin. Siten lienee vain ajan kysymys, milloin nämä *Phytophthora* -taudit löytävät tiensä Suomen luontoon. Tauti leviää luontoon pääasiassa infektoituneiden istutettavien puidentaimien välityksellä (Jung ym. 2016), ja siksi istutustaimien terveyden varmistaminen on erityisen tärkeää taudin leviämisen estämisessä.

Luken tutkimuksessa (Hamberg ym. 2020) selvitettiin *Phytophthora cactorum* ja *P. ×cambivora* -infektioiden vaikutuksia suomalaisiin koivuntaimiin. Tutkimuksessa todettiin mikrobien aiheuttavan merkittäviä oireita rauduskoivulle (Kuva 31). *P. cactorum* ja *P. ×cambivora* tuhoavat koivuntaimien juuria ja estävät siten normaalin veden ja ravinteiden oton kasviin. Vähitellen oireet alkavat näkyä verson kasvun hidastumisena sekä verson ja lehtien lakastumisena. Ruotsissa tauti on löydetty jo luonnonkoivuista. Täysikasvuisilla koivuilla oireet näkyvät myös koroina puun rungolla. Mikäli ilmaston lämpeneminen mahdollistaa tulevaisuudessa *Phytophthora* -lajien talvehtimisen metsissä sekä sopivat olosuhteet taudin etenemiselle, voivat nämä mikrobit koitua meilläkin ongelmaksi metsäpuilla, kuten koivulla.



Kuva 31. *Phytophthora cactorum*in infektoima rauduskoivun taimi. Kuva: Leena Hamberg.

Viitteet

- Hamberg, L., Poimala, A., Velmala, S., Perttunen, J., Muilu-Mäkelä, R., Sievänen R. 2020. Root discoloration and shoot symptoms in silver birch after *Phytophthora* infection in vitro. *Plant Biology* 23: 162–171.
- Jung, T., Orlikowski, L., Henricot, B., Abad-Campos, P. Aday, A.G., ym. 2016. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology* 4: 134–163.

8. Mesisienituhojen ennustetaan lisääntyvän ilmaston lämmetessä, torjuntamenetelmien kartoitus tarpeen

Eeva Vainio, Tuula Piri ja Jarkko Hantula

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki eeva.vainio@luke.fi,
tuula.piri@luke.fi, jarkko.hantula@luke.fi

Mesisienet aiheuttavat juurikäävän jälkeen toiseksi eniten lahoa kivennäismaiden kuusikoissa. Suomen kaksi yleisintä mesisienilajia ovat pohjanmesisieni ja nuijamesisieni. Näiden lajien yleisyys näyttyy tavalliselle kulkijalle syys-lokakuussa, jolloin ensin pohjanmesisienet ja pari viikkoa myöhemmin nuijamesisienet muodostavat tiheitä tuppaita lahopuulle (Kuva 32). Pohjanmesisientä esiintyy luonnonmetsissä ja talousmetsissä, ja se aiheuttaa tuhoja havupuilla tapaan taimia ja heikentyneitä puita. Nuijamesisieni suosii lehtipuita ihmisen vaikutuspiirissä, ja sitä esiintyy myös nurmikoilla maahan hautautuneessa puuaineksessa. Molemmat mesisienilajit aiheuttavat taloudellista tappiota lahottaen kaupunkiympäristössä arvokkaita katu- ja puistopuita.

Mesisienitartunta ilmenee aluksi juuristovioitusten aiheuttamana puun veden- ja ravinteidenoton sekä kasvun heikkenemisenä, ja lopulta puu saattaa kuolla vedenpuutteeseen. Mesisienet leviävät itiöiden välityksellä sekä erityisten kengännauhamaisten rihmastojänteiden avulla puiden välillä, jolloin yksi mesisienirihmasto voi levitä kymmenien metrien, suurimmillaan noin hehtaarin, alalle Suomen olosuhteissa.

Mesisienet esiintyvät usein valmiiksi heikentyneissä puissa esimerkiksi kuusella ankaran kuivusjakson jälkeen tai juurikäpätuhojen yhteydessä. Juurikäävästä poiketen mesisienilaho on kuitenkin tummaa ja tarkkarajaista, ja johtaa usein puun tyven onttoutumiseen. Mesisienillä on merkittävä rooli myös saarnensurman yhteydessä, jolloin ne tarttuvat sairaisiin saarniin jouduttaen niiden kuolemaa.

Viime vuosina Keski-Euroopasta, erityisesti Tšekin tasavallasta, on kantautunut huolestuttavia uutisia mesisienituhojen yleistymisestä kuusimetsissä, ja kuivuuden ja hyönteistuhojen lisääntyessä mesisienituhojen ennustetaan lisääntyvän myös Suomessa. Mesisienten torjunta on hankalaa, koska ne tartuttavat useita isäntäpuulajeja, leviävät poikkeuksellisen tehokkaasti kestävien rihmastojänteidensä avulla ja elävät pitkään. Mesisienten välillä esiintyy myös suurta vaihtelua taudinaiheuttamiskyvyn suhteen. Tämän perusteella Lukessa on käynnistetty tutkimusta sen selvittämiseksi, voisivatko sienillä yleisesti esiintyvät virusinfektiot olla yksi tekijä taudinaiheuttajakyvyn määräytymisessä. Tähän mennessä on onnistuttu kuvaamaan tieteellisesti ensimmäiset mesisienillä esiintyvät virukset (Linnakoski ym. 2021). Tutkimus on kuitenkin vielä alullaan, eikä virusten mahdollisia vaikutuksia isäntäsieneensä vielä tunneta kunnolla. Lähitulevaisuudessa mesisienituhojen mahdollisuus ja monipuoliset lähestymistavat taudin torjuntaan on hyvä huomioida niin tutkimuksellisesti kuin käytännön tasollakin.



Kuva 32. Mesisienei. Kuva: Eeva Vainio.

Viitteet

Linnakoski, R., Sutela, S., Coetzee, M.P. A., Duong, T.A., Pavlov, I.N., Litovka, Y.A., Hantula, J., Wingfield, B.D. & Vainio, E.J. 2021. Armillaria root rot fungi host single-stranded RNA viruses. *Scientific Reports* 11(1): 1–15.

9. Juurikäpätutkimusta turvemailla

Tuula Piri, Eeva Vainio ja Jarkko Hantula

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki tuula.piri@luke.fi, eeva.vainio@luke.fi, jarkko.hantula@luke.fi

Juurikäpäsiementen aiheuttamat tyvilaho (kuusella) ja tyvitervastauti (männyllä) ovat erittäin hankalasti torjuttavia tauteja. Tartunnan saanutta metsikköä ei voida parantaa, vaan tauti etenee päätehakkuuseen asti ja vielä seuraavaankin puusukupolveen, jos puulajia ei vaihdeta juurikäpäälle kestäväksi. Tämän vuoksi on tärkeää estää tartuntojen syntyminen eli juurikäpäsiementen pääsy metsään suojaamalla tuoreet kannot juurikäpäväen itiöitä. Käytännössä se tarkoittaa hakuiden rajoittamista pakkaskeleille, jolloin juurikäpäsiementen itiötuotanto on pysähdyksissä, tai käsittelemällä lämpimän vuodenajan (vuorokauden keskilämpötila yli +5 astetta) hakkuissa kannot torjunta-aineella, joko urea- tai harmaaorvakkaliuoksella. Kantokäsittelystä on tullut vakiintunut osa kesähakkuista ja vuodesta 2016 lähtien kantokäsittely on ollut lakisääteinen toimenpide kivennäismaiden havupuuvaltaisilla leimikoilla. Turvemailla käsittely on toistaiseksi pakollinen vain kuusivaltaisilla kohteilla, mutta käsittelyä suositellaan myös turvemaiden männiköiden kesähakkuissa silloin kun kasvupaikka mahdollistaa hyvätuottoisen metsätalouden harjoittamisen.

Juurikäpäväen leviämisen riskialueella eteläisessä ja keskisessä Suomessa noin 2,3 miljoonaa hehtaaria talousmetsää kasvaa ojitetulla turvemailalla (Stat.luke.fi). Kivennäismaihin verrattuna turvemailloja esiintyy vähemmän juurikäpätuhoja. Koska myös turvemaiden hakkuut painottuvat enenevässä määrin lämpimään vuodenaikaan, kantokäsittelyn toimivuudella on ratkaiseva vaikutus siihen, kuinka hyvin juurikäpäsiementen leviäminen turvemaille pystytään estämään. Toinen tekijä, jolla voi olla vaikutusta juurikäpätuhojen esiintymisrunsauteen, on jatkuvapeitteiseen metsänkasvatukseen yleistyminen turvemailloilla. Kasvatettaessa juurikäpäälle altista puulajia jatkuvapeitteisenä ja eri-ikäisrakenteisena useiden puusukupolvien ajan samalla kasvupaikalla juuristoja pitkin tapahtuvan rihmastolevinnän riski kasvaa.

Keväällä 2020 alkaneessa tutkimuksessa selvitetään sekä kantokäsittelyn tehokkuutta että jatkuvapeitteisen metsänkäsittelyn vaikutuksia lahon leviämiseen ojitetuilla turvemailloilla. Koska kantokäsittely on aiemmin rajoittunut lähes yksinomaan kivennäismaiden hakkuisiin, käsittelyn toimivuudesta turvemaiden hakkuissa on hyvin niukasti tutkimustietoa. Tutkimuksessa selvitämme, onko turvemaaolosuhteilla vaikutusta kemiallisen (urea) tai biologisen (harmaaorvaka) torjunta-aineen vaikutusmekanismeihin ja/tai torjunnan tehokkuuteen. Ensimmäiset kantokäsittelykokeet on perustettu turvemaiden männiköihin harvennus- ja päätehakkuukohteille Kuruun, Multialle ja Keuruulle (Kuvat 33 ja 34). Alustavan ureakäsittelyistä saadun tuloksen perusteella 32-prosenttinen urealiuos estää hyvin männynkantojen juurikäpäätartunnat turvemailloilla tehokkuuden ollessa samaa luokkaa kuin kivennäismailla. Tutkimus jatkuu harmaaorvakan sekä kuusen kantojen osalta. Tutkimuksen toisessa osassa selvitetään juurikäpäväen rihmastolevintää poimintahakkuin käsitellyissä turvemaiden kuusikoissa. Itiötartunnan seurauksena syntyneiden juurikäpäpölysilöiden leviäminen selvitetään tunnistamalla juurikäpärihmastojen genotyypit tautipesäkkeissä. Kokeita on perustettu Tammelan Lettosuolle. Maastotyöt jatkuvat kesällä 2021.



Kuva 33. Männyn kannosta puolet on käsitelty torjunta-aineella toisen puolen toimiessa käsittelemättömänä kontrollina. Kuru, MtkgII. Kuva: Tuula Piri.



Kuva 34. Luontainen harmaaorvakkatartunta suojasi männyn kannon juurikäpätartunnalta. Kuva otettu kaksi kuukautta kaadon jälkeen. Kuru, MtkgII. Kuva: Tuula Piri.

10. Metsätuhot Pohjois-Pohjanmaalla 2020

Juha Kaitera

Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksentie 3 90570 Oulu juha.kaitera@luke.fi

Versosurma on sienitauti, joka aiheuttaa tuhoa useilla mäntylajeilla, kuusella, lehtikuusella, douglaskuusella ja jalokuusilla. Versosurmaa aiheuttaa surmakka -niminen kotelosieni (*Gremmeniella abietina*). Sairaiden männiköiden alikasvoskuuset ja toisinaan myös taimet kärsivät usein versosurmasta. Suomessa pahimmat tuhot ovat esiintyneet nuorissa taimikkovaiheen ohittaneissa männiköissä. Versurmaa tavataan Suomessa kahta eri tyyppiä: A-tyyppi iskee kaikenikäisiin ja kokoisiin mäntyihin ja kuusiin tappaen nuoria kasvaimia (Kuva 35). Se aiheuttaa myös koroja rungossa ja oksissa. B-tyyppi taas iskee taimiin tai isojen puiden alaoksiin, jotka rajoittuvat lumirajan alapuolelle. Sitä esiintyy lähinnä Pohjois-Suomessa.



Kuva 35. Versosurman tappamia männyn nuoria kasvaimia. Kuva: Juha Kaitera.

Versosurman ensioireet ovat mustat, pallomaiset kuromapullot neulasilla, versoissa ja rungolla vuosi tartunnasta. Tartunnan saaneiden neulasten pitolujuus on heikko neulasten ruskettuessa tyvestä alkaen, eivätkä silmut lähde kasvamaan sairaisissa kasvaimissa. Lievä tartunta johtaa korojen muodostumiseen oksissa ja rungolla, joissa sieni voi säilyä vuosia. Sienen suvulliset ruskean-mustat kotelomaljat syntyvät puun kuorella 2 vuotta tartunnasta. Mänty altistuu versosurmalle kylminä, sateisina kasvukausina. Alttiita paikkoja ovat mm. puronotkot, supat, nuorten männiköiden varjoisat laiteet ja paikat, joissa ilman vaihtuvuus on heikko ja jonne kostea ilma kasautuu. Epidemiavuosina tautia esiintyy kuitenkin kaikilla kasvupaikoilla. Auringon alhainen säteily määrä, lämpötila ja tiivis hienojakoinen kasvualusta altistavat myös mäntyä versosurmalle, joita lauha talvi edesauttaa. Männyn siirto etelästä pohjoiseen lisää männyn alttiutta versosurmalle.

Metsässä tauti uhkaa alttiilla kasvupaikoilla mäntytaimikoita, edelleen riukuvaiheen männiköitä ja voi tiheissä kasvustoissa tappaa alaoksien lisäksi latvakasvaimia aiheuttaen kasvutappioita. Nuorten mäntytymien latvusto toipuu usein nopeasti tautiepidemiasta ja isoissa männnyissä tauti tappa use in vain latvuksen alaoksia. Tauti voi kuitenkin muutamassa vuodessa levitä latvuksen eri osiin. Pahimmillaan tauti voi harventaa kaikenikäiset männiköt vajaatuottoisiksi. Taudin leviämistä voidaan vähentää harvennuksella parantamalla puiden alaoksien tuuletusta ja valoisuutta. Harvennusten yhteydessä tulee sairaat puut poistaa.

Versosurmaa havaittiin runsaasti mäntyjen nuorten versonkärkien ruskettumisena kesäkuulta alkaen Pudasjärven alueella ja etenkin Koillismaalla 2020. Myös Ranuan, Rovaniemen, Pellon ja Kolarin alueilla versosurman oireita nuorien männyn verson kärkien ruskettumisena esiintyi kesäkuun lopulla etenkin teiden varsilla. Taudin oireet ilmenivät usein puissa, joissa esiintyi jo ennestään vanhaa tuhoa.

Tervasroso tappaa kaikenikäisiä ja -kokoisia mäntyjä koko maassa aiheuttaen koroja oksissa ja rungolla, männyn latvan kuolemisen ja lopulta koko puun kuolemisen. Se aiheuttaa männynillä kasvu-, tilavuus- ja arvotappioita. Männikön ajauduttua vajaatuottoiseen tilaan, voidaan puusto joutua uudistamaan ennenaikaisesti taudin vuoksi. Taudin aiheuttaa *Cronartium pini* -niminen ruostesieni. Sieni leviää joko väli-isäntäkasvien välityksellä tai suoraan männystä mäntyyn. Väli-isäntäkasveina voivat toimia mm. metsämaitikka, silmäruohot, kuusiot, laukut, käärmeenpistonyrtti ja pionit. Sieni muodostaa alkukesästä helmi-itiöpesäkkeitä (Kuva 36) männynissä, joista se leviää joko väli-isäntäkasvien lehdille tai suoraan toisiin mäntyihin. Väli-isäntäkasvien lehdillä kehittyvät loppukesällä sienin kesä- ja talvi-itiöpesäkkeet, joissa muodostuneiden kantaitiöiden avulla sieni leviää takaisin mäntyyn.

Tervasrosan uutta tuhoa havaittiin ruskettuneina oksina ja helmi-itiöpesäkkeinä nuorissa kasvaimissa runsaasti Pudasjärven seudulla ja yleisesti Koillismaalla 2020. Myös Pohjois-Pohjanmaan länsiosissa havaittiin uutta tervasrosotuhoa, joskin vähemmän kuin Koillismaalla. Tauti näyttääkin lisääntyneen alueen länsiosissa. Myös Ranua-Rovaniemi-Pello-Kolari -linjalla tuoretta tervasrosotuhoa esiintyi kesäkuun lopulla yleisenä teiden varsilla Pohjois-Suomessa. Kroonisilla tuhoalueilla taudin itiölevintä näyttää jatkuvan edelleen.



Kuva 36. Tervasrososienen helmi-itiöpesäkkeitä männyn oksassa. Kuva: Juha Kaitera.

Harmaakaristetta, jota aiheuttaa *Lophodermella sulcigena* -karistesieni, havaittiin poikkeuksellisen vähän nuorien kasvaimien neulasissa Pohjois-Pohjanmaalla 2020.

Koivunruoste-sieni (*Melampsorium betulinum*) aiheuttaa loppukesästä lehtien ennenaikaista kellastumista. Sieni talvehtii joko lehdissä tai silmusuomuissa. Se leviää lehtikuuseen kautta, joka ei kuitenkaan ole välttämätön sienien leviämisen kannalta. Taudin määrää koivulla lisää kesän voimakas sateisuus. Sienen kesäitiöpesäkkeet muodostuvat koivun lehdillä aiheuttaen keltaisen värityksen itiöidessään lehdillä. Myös koivun lehtilaikkutauti, jota aiheuttavat mm. *Pyrenopeziza betulicola* ja *Marssonina betulae* -kotelosienet, aiheuttaa syyskesällä lehtien ennenaikaista varisemista. Taudille ovat tyypillisiä ruskeat laikut koivun lehdillä, joita aiheuttavat useat kotelosienet. Koivunruostetta ja koivun lehtilaikkutautia havaittiin runsaasti koivuilla Pohjois-Pohjanmaalla ja Koillisella Suomessa loppukesästä ja alkusyksystä 2020.

Kuusensuopursuruoste, jota aiheuttaa *Chrysomyxa ledi* -ruostesieni, leviää touko-kesäkuussa talvehtineilta suopursun lehdiltä nuoriin kasvaviin kuusen neulasiin ja käpyihin, jota edesauttaa alkukesän sateisuus. Neulasilla ja nuorissa kävyissä kehittyvät heinä-elokuussa oranssit helmi-itiöpesäkkeet. Loppukesästä vesistöt värjäytyvät itiöistä. Kuusensuopursuruostetta havaittiin erittäin vähän kuusen nuorissa neulasissa Pohjois-Pohjanmaalla 2020. Taudista tehtiin vain muutama yksittäinen havainto alueella.

Tuoretta männyn versoruostetta, jota aiheuttaa *Melampsora pinitorqua* -ruostesieni, havaittiin hyvin vähän Pohjois-Pohjanmaalla 2020.

Kääriäisperhosen (*Stigmella sorbi*) aiheuttamaa syöntiä havaittiin pihlajalla edelleen kesäkuun lopusta alkaen Oulun alueella.

Kehräjäkoita (*Yponomeuta* spp.) esiintyi yleisenä mutta vähälukuisena sekä tuomella että pihlajalla Oulun alueella.

Kuusentuomiruoste, jota aiheuttaa *Thekopsora areolata* -ruostesieni, iskee kuusen käpyihin aiheuttaen käpysuomujen ennenaikaista avautumista (Kuva 37), ja sieni voi alentaa siementen itämisen kymmenesosaan sairaisissa kävyissä. Tauti alentaa siemensatoa ja aiheuttaa merkittäviä taloudellisia menetyksiä etenkin kuusen siemenviljelmillä. Kuusentuomiruostetta esiintyi erittäin vähän tuomen lehdillä Oulun alueella 2020. Kuusen kukinta oli vähäistä, mutta nuorissa kävyissä esiintyi kohtalaisesti kuusentuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeitä, mikä johtui runsaasta talvehtineiden tuomiruosteisten tuomen lehtien määrästä keväällä 2020.



Kuva 37. Kuusentuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeitä kuusen käpysuomuilla. Kuva: Juha Kaitera.

11. Myyrävaihtelut 2020

Heikki Henttonen¹⁾, Jukka Niemimaa¹⁾ ja Otso Huitu²⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki,
ext.heikki.henttonen@luke.fi, jukka.niemimaa@luke.fi

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Korkeakoulunkatu 7, 33720 Tampere, otso.huitu@luke.fi

Sitten vuosituhannen ensimmäisen vuosikymmenen ja erityisesti vuoden 2008 jättimyrähuipun ja jättituhojen jälkeen myyrien kannanvaihteluissa on maan eteläpuoliskossa vallinnut epämääräisempi vaihtelumalli. Myyrien kannanvaihtelut ovat monin paikoin laimentuneet, ja muuttuneet usein vaikeasti ennustettavaksi. Monivuotinen voimakas syklisyys on korvautunut heikkoina ja epämääräisempinä vaihteluina. Myös kannanvaihteluiden maantieteellinen samanaikaisuus on kokenut merkittäviä muutoksia. Voimakkaiden kannanvaihteluiden aikana maantieteellinen synkronia on laajaa, kun taas heikomman vaihtelun aikana kuvio on huomattavasti pirstoutuneempi. Syksyllä 2019 runsaat myyräkannat esiintyivät uudella tavalla, jollaista alueellista jakautumaa ei ole ennen ollut – ei ainakaan yli 50 vuoteen. Viime vuonna 2020 oli myös hieman yllättävää myyräkantojen hyvä toipuminen talvisesta laskusta, mikä saattoi johtua poikkeuksellisista lumiolosuhteista, tosin aivan päinvastaisista Etelä-Suomessa ja Lapissa.

Syklisyyden voimakkuuden vaihtelut eivät kuitenkaan ole poikkeuksellisia, vaan säännöllisen syklisyyden ja epäsäännöllisemmän vaihtelun muutoksia on koettu aiemminkin. Pitkäaikaiset seurannat osoittavat, että myyrävaihteluiden laaja-alainen samanaikaisuus yleensä liittyy voimakkaisiin vaihteluihin, kun taas kannanvaihteluiden alueellinen pirstoutuminen liittyy heikompiin vaihteluihin.

11.1. Alueelliset piirteet

Myyrien kannanvaihtelun huippuvaihe koettiin Kainuussa, Savon ja Karjalan maakunnissa sekä Etelä-Suomessa syksyllä 2019 (Kuva 38). Etenkin itäisimmässä Suomessa myyrien tiheydet olivat paikoin kohtalaisen suuret. Suurimmalla osalla näitä alueita myyräkannat laskivat odotetusti talvella 2019/20. Itä-Suomen ja Metsä-Lapin syksyn myyrätiheyksistä johtuen seuraavana talvena syntyi paikallisia jonkinasteisia taimituhoja, mutta laaja-alaisia pahoja tuhoja ei kuitenkaan havaittu. Tosin metsämyyrien aiheuttamien havupuiden taimien latvatuhot jäivät luultavasti usein havaitsematta. Monin paikoin ilmeni myös puutarhatuhoja.

Keskisessä Suomessa ja osissa Pirkanmaata myyräkannat kasvoivat kesällä 2019, minkä perusteella ennakoitiin, että syksyllä 2020 voisi olla myyrähuippu, mutta kevään 2020 myyräkannat olivat näillä alueilla kuitenkin alhaiset. Mahdollisesti eteläisen Suomen poikkeuksellisen niukkaluminen talvi vaikutti myyrien talvehtimiseen. Varsinkin peltomyyrälle, pahimmalle taimituholaiselle, lumettomuus ja lumen ajoittainen sulaminen ja jäätyminen aiheuttaa ongelmia.

Läntisessä Suomessa, Pohjanmaan maakunnissa, myyräkannat vaihtelevat toistaiseksi edelleen säännöllisessä kolmivuotisessa rytmissä. Edellinen myyrähuippu siellä koettiin syksyllä 2018. aallonpohja oli vuonna 2019. Syksyllä 2020 myyrämäärät olivat vielä kohtalaiset, mutta läntiseen Suomeen voidaan odottaa myyrähuippua syksyille 2021.

11.2. Lapissa poikkeuksellista

Metsä-Lapissa ja Koillismaalla myyräkannat nousivat voimakkaasti kesällä 2019, ja tälle alueelle odotettiin laaja-alaista huippua kesälle ja syksylle 2020. Kevätseurannoistamme kuitenkin paljastui, että Etelä- ja Keski-Lapissa myyräkannat ovat ennen aikojaan laajalti vähentyneet. Etelä-Suomen lumen puutetta korvasivat Lapissa ennätysphanget. Lumipeitteen on yleisesti ajateltu suojaavan myyriä sekä kylmältä että pedoilta. Mutta erittäin paksu, kevättalvella kova, tiivis maahan jäätyvä hanki ja myöhäinen kevät ovat voineet estää myyriä käyttämästä kaikkea muuten tarjolla olevaa ravintoaan, ja myyrät ovat uuvahtaneet ennen lumen sulamista. Monin paikoin myös päästäiset ovat romahtaneet täysin, mikä voisi myös johtua siitä, että jäinen paksu hanki esti kaikkien pienten otusten liikkumista hangen alla. Paksu hanki ilmeisesti myös haittasi pöllöjen pesimistä. Tiettyä ironiaa näissä lumispekulaatioissa on: etelässä lumen puute, pohjoisessa liika lumi vaikutti myyriin haitallisesti. Mutta nuo talvella alentuneet myyräkannat toipuvat kohtalaisesti monin paikoin syksyyn mennessä. On mahdollista, että Etelä- ja Keski-Lapissa on runsaasti myyriä syksyllä 2021.

Sen sijaan havumetsävyöhykkeen pohjoisrajalla, Muoniosta Inariin, Sodankylän pohjoisosiin ja Utsjoen keskiosiin ulottuvalla vyöhykkeellä runsaat myyräkannat säilyivät talvesta. Tällä rajatumalla alueella oli jonkinmoinen myyrähuippu syksyllä 2020. Saariselällä ja sen vaikutuspiirissä havaittiin myös sopuleita niin keväällä kuin syksylläkin. Tämän alueen myyräkannat romahtanevat normaalirytmien mukaan talvella 2020/21.

Ylimmässä Tunturi-Lapissa myyrät saavuttivat kannanvaihtelunsa huippuvaiheen jo syksyllä 2019, ja romahtivat siellä odotetusti talven 2019/20 kuluessa. Tunturi-Lapissa sopulit eivät siis ilahduttaneet retkeilijöitä kesällä 2020. Kesän 2021 pitäisi olla nousevan myyräkannan aikaa ylimmässä Lapissa.

Lapin kolmijakoinen myyrätilanne on poikkeuksellinen, ainakaan 60 vuoteen tällaista ei ole ollut ja nähtäväksi jää, miten se pitemmällä tähtäimellä kehittyy. Valistunut arvaus vuodelle 2021 voisi olla, että ylimmässä Lapissa ensi kesän lopulla on nousun alkua, välivyöhykkeen huippu romahtaa talvella 2020/21, ja eteläisempi alue saattaa nousta huippuun vuoden viiveellä.

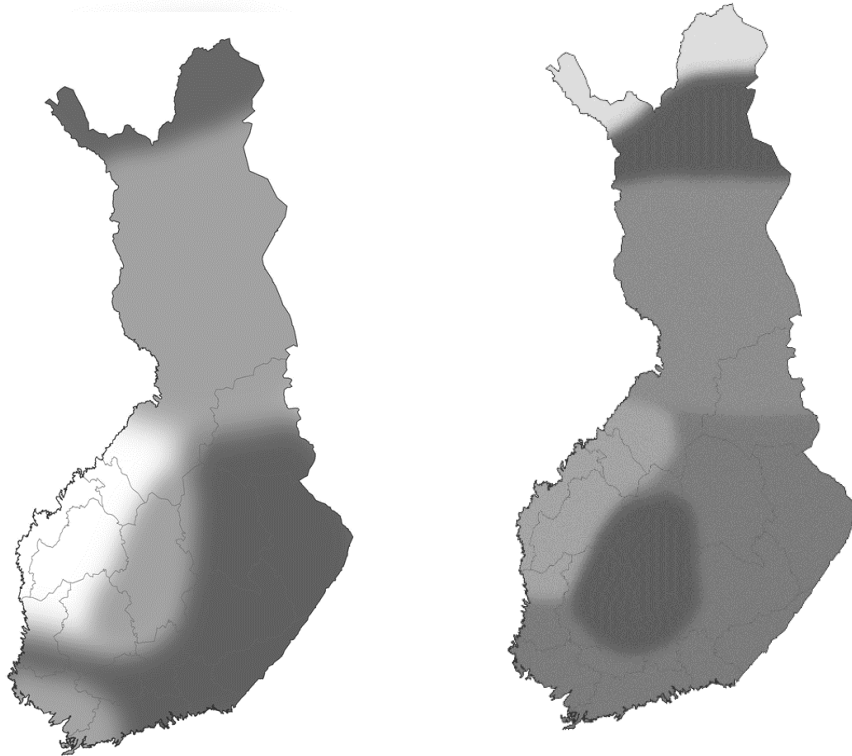
Säännöllisille voimakkaille myyräkantojen vaihteluille on luonteenomaista, että talviromahduksen jälkeen kanta edelleen laskee seuraavan kesän aikana, mikä yleensä tulkitaan petojen viiveellisen vaikutuksen syyksi. Myyräkannat laskivat Kainuussa, Savon ja Karjalan maakunnissa sekä Etelä-Suomessa talven 2019–2020 aikana. Talvella alentuneet myyräkannat ovat kuitenkin runsastuneet huomattavasti kuluneen kesän aikana. Tiheydet syksyllä 2020 eivät olleet mitään ennätyskellisiä, joten on mahdollista, että uusi huippu koetaan syksyllä 2021, varsinkin jos luminen talvi suojaa myyriä.

Kesän 2020 voimakkaimmin runsastuneet lajit olivat metsämyyrä ja Etelä-Suomessa metsähiiri, kun taas peltomyyräkannat olivat vaatimattomat. Metsähiirellä näytti olevan kaikkien aikojen ennätysvuosi, ja omakotiasujat olivat monin paikoin ensi pakkasten tullen pyytäneet nurkistaan ja vinteiltaan ennätysaaliita. Metsähiirihän on erinomainen kiipeilijä. Laji näyttää myös olevan hissukseen hiipimässä pohjoisemmaksi, ehkäpä leudontuneiden talvien vuoksi.

11.3. Viiveelliset tiheydestä riippuvat tekijät

Epätavallinen, talvilaskun jälkeinen myyrien selvä runsastuminen heti seuraavana kesänä on voinut johtua siitä, että laskun syynä oli ulkoinen säätekijä, poikkeukselliset lumiolot. Kun tällainen haitallinen tekijä iskee kesken nousuvaiheen, eivät tiheydestä viiveellä ilmenevät

säätelytekijät ole vielä voimistuneet. Tällöin myyräkanta saattaa toipua nopeastikin ilman, että tulee edellä mainittua pitkää viiveellistä tiheydestä johtuvaa kesäromahdusta, johon vaikuttavat niin huippuvuonna runsastuneet pedot ja taudit kuin myös mahdollisesti tiheyteen liittyvät eläinten fysiologiset muutokset.



Kuva 38. Myyrätilanne Suomessa syksyllä 2019 (vasemmalla) ja 2020 (oikealla). Mitä tummempi varjostus, sitä enemmän myyriä.

12. Metsien terveys ja monimuotoisuus 2020

Matti Koivula

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki matti.koivula@luke.fi

Metsänomistaja saattaa olla huolissaan siitä, aiheuttavatko kuolleet puut uhkaa puuston terveydelle. Puuston tai metsän terveys ei ole biologinen käsite, vaan sillä viitataan puuston kuntoon suhteessa puuntuotannollisiin tavoitteisiin. Tarkastelen tässä puuston kuolleisuutta aiheuttavia luontaisia häiriöitä (luonnonhäiriöitä) kahdesta näkökulmasta. Ensiksi tarkastelen keinoja luonnonhäiriöiden aiheuttamien taloudellisten haittojen vähentämiseksi. Puita heikentävistä tai tappavista luonnonilmiöistä tai lajeista puhutaan metsätalouslyhteyksissä yleensä voimakkaan arvolatautunein termein – tuhot ja tuholaiset –, mutta vakiintuneisuutensa vuoksi käytän niitä myös tässä. Toisena näkökulmana ovat metsiemme uhanalaiset lajit, joista sadat ovat riippuvaisia luonnonhäiriöistä ja tietyistä niiden tuottamista metsärakenteista, kuten kuolleista puista. Keskeinen kysymys tässä on, onko metsien terveys- ja monimuotoisuusnäkökulmia mahdollista edistää samoissa metsissä?

12.1. Luonnonhäiriöt ja metsien terveys

Luonnonhäiriöitä on metsissä luonnostaan yleisesti, ja ilman ihmisen puuttumista metsä uudistuu niiden vaikutuksesta. Niiden ansiosta luonnontilainen metsä ei jähmety kliimaksivaiheeseen, lahoa pystyyn tai päädy läpitunkemattomaksi tiheiköksi, vaan on jatkuvassa muutostilassa. Esimerkkejä luonnonhäiriöistä ovat metsäpalo, tuuli- tai lumituho, pitkäkestoinen kuivuus, tulviminen, patogeenien ja hyönteisten aiheuttama elinvoiman väheneminen sekä puun vanhenemisen myötä tapahtuva aineenvaihdunnan heikkeneminen. Listan alkupään tekijät voivat heikentää ja tappa puita kymmenien, joskus satojenkin, neliökilometrien alueella, kun taas listan loppupään tekijöiden vaikutus on yleensä paikallista ja saattaa koskea vain yksittäisiä puuyksilöitä (Angelstam & Kuuluvainen 2004, Brassard & Chen 2006, Kuuluvainen & Gauthier 2018). Eri luonnonhäiriöt voivat olla vaikutuksiltaan valikoivia tai ilmetä metsikössä samanaikaisesti, ja ne ovat myös usein vuorovaikutteisia (Esseen ym. 1997, Barnes ym. 1998, Kulha ym. 2018). Esimerkki valikoivuudesta on metsäpalo, jollaisia esiintyy luonnonoloissa yleisimmin kuivissa metsätyypeissä, ja jotka toisaalta paloalan sisällä polttavat maastoa vaihtelevasti, riippuen mm. topografiasta, puustorakenteista tai maaperän kosteudesta (esim. Whelan 1995). Vuorovaikutteisuudesta taas kirjanpainaja on erinomainen esimerkki: ne iskeytyvät etupäässä myrskyn vahingoittamiin tai paahteen ja kuivuuden heikentämiin kuusiin (Anonymi 2014).

Luonnonhäiriöt eivät ole erityisesti luonnonmetsille tyypillisiä, vaan niitä kaikkia tavataan talousmetsissäkin. Eräät häiriötyypit ovat talousmetsissä jopa selvästi tavallisempia kuin luonnonmetsissä, esimerkkeinä juurikäpää sekä taimikkotuhoja aiheuttavat hirvieläimet ja tukkimiehentäi. Kotimaisen metsätalouden kannalta tärkeimpiä luonnonhäiriöitä ovat myrskyt ja lumenkertymät, hirvieläimet ja juurikäpää (Nuorteva 2019). Hyönteisten ylivoimainen ykkönen on kirjanpainaja, joskin paikallisesti eräät muut kaarnakuoriaiset, mäntypistiäiset tai eräät perhoslajit voivat heikentää tai joskus jopa tappa puita. Metsänhoidon, mukaan lukien puustotuhojen ehkäiseminen, kulmakiviä ovat perinteisesti olleet halutun puulajin istutukset, hoitoharvennukset, kasvatuspuiden valinta ja metsähygieniat (Rantala 2018). Näin toimimalla puiden korjuu helpottuu ja korjattu puusto on mahdollisimman järeää ja tasalaatuista. Toisaalta havupuiden, etenkin kuusen, voimakas suosiminen kasvatuspuuna on johtanut mm. juurikäävän ja sen aiheuttamien puustovaurioiden yleistymiseen (Müller ym. 2012, Piri ym. 2019). Myös muilla puuston rakennepiirteillä on vaikutusta tuhoalttiuteen. Yleisen asiantuntijanäkemyksen mukaan

tasarakenteiset metsät olisivat eri-ikäisrakenteisia alttiimpia (Nevalainen 2017), mutta tutkimusnäyttö tästä on vielä vähäistä. Se kuitenkin tiedetään, että tasarakenteiset yhden puulajin metsiköt ovat otollisempia esimerkiksi kaarnakuoriaisepidemian kehittymiselle kuin sekapuus- toiset tai eri-ikäisrakenteiset metsiköt (Raffa ym. 2015). Tämä johtuu tuholaislajien erikoistuneisuudesta tiettyyn puulajiin ja kokoluokkaan.

12.2. Luonnonhäiriöt ja metsän monet arvot

Kun tilanteeseen ei puututa ihmistoimin, luonnonhäiriöt tuottavat ja ylläpitävät vaihtelevia puustorakenteita metsissämme (esim. Kuuluvainen & Aakala 2011). Puiden koko, tiheys, laatu ja lajisto vaihtelevat huomattavasti. Vuosikymmeniä maassamme sovelletun metsätalouden vuoksi pääosa talousmetsistämme on avohakkuu-uudistamisen piirissä, heikentyneet ja kuolleet puut sekä taloudellisesti vähämerkityksiset puulajit on totuttu poistamaan, ja metsänuudistamisessa suositaan voimakkaasti mäntyä ja kuusta (esim. Rantala 2018). Näin ollen ne eliölajimme, joiden esiintyminen riippuu luonnonhäiriöiden tuottamista olosuhteista tai rakennepiirteistä, ovat vaikeuksissa. Tuoreimmassa uhanalaisarviossa yli 400 lajin uhanalaisuuden ensisijaisiksi syiksi nimettiin vanhojen metsien ja vanhojen puiden väheneminen, metsien uudistamis- ja hoitotoimet, lahoppuun niukkuus sekä puulajisuhteiden muutokset (Hyvärinen ym. 2019).

Monimuotoisuuden säilyttämistä arvostava metsänomistaja saattaa puunmyynnistä saatavan tulon ohella pohtia sitä, millä toimilla monimuotoisuushyödyt olisivat suurimpia suhteessa taloudellisiin uhrauksiin. Maiden tarjoaminen esimerkiksi METSO-suojeluohjelmaan on vaihtoehto, josta metsäneuvojan tulisi kertoa etenkin, jos kohteessa näyttää olevan merkittäviä luontoarvoja. Toisaalta metsälajistoa, maisema-arvoja tai riistaympäristöjä on mahdollista oikeanlaisilla toimenpiteillä säilyttää, vaikka puustoa korjattaisiin huomattavastikin. Metsänomistajalla on oikeus vaalia metsänsä arvoja myös omalla kustannuksellaan, minkä tueksi hän voi pyytää metsäneuvojalta arvioita esimerkiksi siitä, mitkä ovat tuottomenetykset milläkin säästettävän puuston määrällä tai sijoittelulla.

Viime kädessä monimuotoisuuden säilyttäminen talousmetsissä riippuu siitä, kuinka paljon yhteiskunta (tukien muodossa) ja metsänomistajat haluavat niihin panostaa. Vanhan metsän lajistoa on vaikeaa kattavasti turvata muutoin kuin pidättäytymällä hakkuista hyvin laajoilla alueilla, mutta talousmetsissä osa tästä lajistosta hyötyy eräistä luonnonhoidon toimenpiteistä, joista osa on lähes ilmaisia. Esimerkiksi metsänhoidon suosituksissa neuvotaan mm. säästämään taloudellisesti vähäarvoiset ja kuolleet puut (Tapio Oy 2019). Lisäksi metsänuudistamisessa on viimeisten 10–20 vuoden aikana alettu rutiininomaisesti tuottaa tekopötkkelöitä – noin 3–5 m korkeudelta katkaistuja korkeita kantoja –, mistä on osoitettu olevan hyötyä uhanalaiselle lajistolle (Koivula & Vanha-Majamaa 2020). Kuitenkin jos kyse on tasarakenteisesta talousmetsästä, lehti- ja lahoppuun määrän nostaminen tai puiden ikärakenteen monipuolistaminen sekä näiden tekijöiden jatkuvuuden varmistaminen vievät helposti vuosikymmeniä (Valkonen ym. 2010, Huuskonen ym. 2014). Muutoksia on silti jo nähtävissä: laho- ja lehtipuun määrät ovat kasvussa eteläisessä Suomessa (Korhonen ym. 2020), missä monimuotoisuus on korkeimmillaan mutta suojeltuja metsiä vähemmän kuin pohjoisessa.

Kun metsässä on riittävästi suurikokoisia eläviä tai kuolleita puita, ja lajeille soveltuva pienilmasto säilyy, on näistä tekijöistä riippuvaiselle lajistolle pienempi merkitys sillä, mitä menetelmää käyttäen esimerkiksi 50 % metsikön puustosta hakataan (Koivula & Vanha-Majamaa 2020). Moni uhanalainen metsälaji voi säilyä melko intensiivisestikin hoidetussa talousmetsässä, jos vain niiden elääkseen vaatimia, aivan tietynlaisia puita on riittävästi ja koko ajan tarjolla.

Esimerkiksi kymmenet uhanalaiset jäkälät vaativat järeitä ja vanhoja isäntäpuita (Hyvärinen ym. 2019). Järeitä eläviä säästöpuita tarvitaan myös siksi, että paikalla olisi vuosikymmeniä myöhemminkin järeää kuollutta puuta, mitä syntyy vähitellen isojen puiden kuollessa. Lisäksi huomattava joukko uhanalaisia lajeja on erikoistunut tiettyyn puulajiin, järeyteen ja lahoasteeseen, joten järeän elävän ja kuolleen puuston monipuolisuus on tärkeää (esim. Junninen & Komonen 2011).

Sekapuustoisuuden suosiminen on monimuotoisuuden ja myös maisema-arvojen kannalta hyödyllistä. Sekametsät elättävät yleensä rikkaampaa eliölajistoa kuin yhden puulajin metsät (esim. Mikusinski ym. 2018). Sadat metsälajimme ovat erikoistuneet tiettyyn isäntäpuulajiin, eikä mikään puulajeistamme ole siksi tarpeeton. Toisaalta virkistysarvotutkimuksesta tiedetään, että puustoltaan järeät mutta valoisat sekametsät, joissa on runsaasti alikasvosta, ovat suomalaisten erityisessä suosiossa (Silvennoinen 2017).

12.3. Metsätuhojen ennakointi ja välttäminen

Myrskyt, tykkylumi, hirvieläimet, juurikäävät, kirjanpainaja ja vähämerkityksisemmät metsätuholaiset tuottavat harmia metsänomistajalle. Metsätalouden kannalta näiden tekijöiden aiheuttamien tuhojen ennakointi ja torjunta ovatkin välttämättömiä. Pitkällä aikavälillä tuhoriskiä vähennetään tehokkaimmin ilmastonmuutosta hillitsevillä toimilla. Myös sekapuustoisuusasteen huomattavan noston voi nähdä varautumisena epävarmaan tulevaisuuden toimintaympäristöön (Dyderski ym. 2018, Morin ym. 2018, Saksa 2020). Tuhojen välttämiseen on myös nopeampia vaikkakin paikallisempia keinoja. Tuulenskaatoriskiä vähentävät esimerkiksi kasvatuspuiden valinta metsätyypin mukaan, etelään ja länteen avautuvien uudistusalan ja varttuneen metsän terävien reunojen sekä liian voimakkaiden harvennuksien välttäminen (Huuskonen ym. 2014). Myös eri-ikäisten puiden ja sekapuustoisuuden suosiminen vähentävät tuulenskaatoriskiä, sillä nuoremmat puuyksilöt kestävät vanhempia paremmin myrskyjä, ja toisaalta mänty ja koivut ovat tuulenkestävyydessä kuusta parempia (esim. Hämäläinen ym. 2016).

Eri-ikäisrakenteisuutta ja sekapuustoisuusastetta voi pyrkiä nostamaan varttuneen metsän poimintahakkuilla ja alikasvosta säätelemällä (Huuskonen ym. 2014), mutta myös taimikkovaiheessa, joskin lehtipuiden lehdet ja versot lumettomana aikana sekä männyntaimet talvisin ovat hirven ja valkohäntäkauriin mieleen (Matala 2015, Niemelä 2015). Esimerkiksi monimuotoisuudelle tärkeiden haavan ja pihlajan taimet ovat hirvien erityisessä suosiossa (Suominen ym. 2008, Mathisen ym. 2010, Hardenbol 2020). Lehtipuiden suosituimmuus voi lisäksi johtaa tilanteisiin, joissa mäntyntaimikon lehtipuusekoitus houkuttelee lumettomana aikana paikalle hirviä ja lisää talviaikaisia männyn tuhoja, jos hirvet jäävät paikalle (Heikkilä 1994, Härkönen 1998). Lehtipuihin ja mäntyyn kohdistuva hirviuhka vaikuttaneekin monen metsänomistajan päätökseen kasvattaa kuusta, vaikka se muutoin ei kasvupaikalla paras valinta olisikaan. Tilanne voi olla mutkistumassa, sillä 2010-luvulla rivakasti yleistyneelle metsäkauriille kelpaavat talviravinnoksi kuusentaimet (Niemelä 2015, riistakolmiot.fi). Talviaikaiset riistaruokinnat voivat houkutella hirvieläimiä pois taimikoista (Gundersen ym. 2004), mutta samanaikaisesti ne auttavat hirvieläimiä selviytymään talvesta, mikä voi pitkällä aikavälillä ja isossa mittakaavassa vaikuttaa taimikoihin negatiivisesti. Muita keinoja tasapainotella puunkasvatuksen, hirvieläinkantojen ja monimuotoisuuden ristivedossa ovat uudistusalojen pienentäminen ja männyn kasvatuksen vähentäminen (Matala 2015). Lisäksi hirvieläinkantojen säätelyssä auttaa – elinvoimaisten suurpetokantojen ja metsästyksen ohella – alueellisesti korkeampi puuston keski-ikä.

Kirjanpainajaepidemialle altistavat tekijät ovat hyvin tunnettuja: kuusten on oltava melko järeitä, varttuneen kuusikon reuna avautuu etelään tai länteen, maaperä on topografian vuoksi

altis kuivumiselle, paikalla on merkittävä tuulenkaatokuusten keskittymä tai edelliskesinä kirjanpajan tappamia puita, ja säätila on edeltävinä kesinä ollut erityisen kuuma ja vähäsateinen (Anonyymi 2014). Juurisyy epidemialle onkin yleisimmin myrsky, pitkään kestänyt kuivuus tai näiden yhdistelmä (Raffa ym. 2015). Myös juurikäpää saattaa altistaa vanhoja kuusikoita kirjanpajatuhoille (Alexander ym. 1980). Laki metsätuhojen torjunnasta velvoittaa metsänomistajan korjuuseen, kun vahingoittuneita kuusia on yli 10 m³/ha. Jos kuuset ovat ehtineet kuolemaan edellisenä kesänä, ei niiden korjuusta enää seuraavana syksynä tai sen jälkeen ole hyötyä, koska kuoriaiset ovat jo jättäneet puun (Anonyymi 2014). Lisäksi korjuu hävittää kirjanpajan luontaisia vihollisia – loispistiäisiä ja petokuoriaisia –, jotka elävät samoissa puissa kuin kirjanpajakin (Wegensteiner ym. 2015). Puutavara voi myös tässä vaiheessa jo olla teknisesti pilaantumassa kirjanpajan kuljettamien sinistäjäsiementen takia (Krokene & Solheim 1998). Ylipäätään talviaikainen hakkuu ei tehoa kirjanpajakannan hillitsemisessä, koska aikuiset yksilöt ovat tuolloin pääosin karikkeessa talvehtimassa (Anonyymi 2014). Näin ollen, jos kirjanpajan paikalliskantaa halutaan vähentää, olisi kirjanpajan asuttamat puut korjattava silloin, kun kuoriaiset ovat puun sisällä. Eteläisessä Suomessa otollisin ajankohta on kesäkuun loppupuolelta heinäkuun puoliväliin. Ongelmalliseksi muodostuu usein tällaisten puiden havaitseminen ajoissa.

Edellä luetellut tuulenkaatoriskiä alentavat toimet vähentävät kirjanpajan ja tietyn varauksin juurikäävän aiheuttamia puustotuhoja, koska ne alentavat soveliaiden isäntäpuiden osuutta. Juurikäävän vaivaaman metsikön tervehtyttäminen on kuitenkin haastavaa, sillä sienet jatkaa avohakkuun, kulotuksen ja kannonnostonkin jälkeen elämistään ja leviämistään puiden juuristossa (Piri ym. 2019). Parhaiten siihen tepsii kasvatuspuulajien vaihto.

12.4. Metsien terveyden ja monimuotoisuuden liitto

Talousmetsien luonnonhoito on yleisnimitys toimille, joilla toteutetaan puuntuotannolle rinnakkaisia tavoitteita metsänkäsittelyssä (Tapio Oy 2019). Puhtaasti tehokkaaseen puuntuotokseen perustuva puulajien tai hakkuutavan valinta eivät ole tällaisia, vaikka niistä monimuotoisuus- ja virkistysyötyjä voi ollakin, mutta järeiden elävien ja kuolleiden puiden säilyttäminen ja lisääminen (esim. uudistusosalalle tehtävinä tekopötkelöinä) ovat. Metsien terveyden kannalta on huomioitava, että kuusikon lahokannot ja maapuut elättävät paikalla mahdollisesti elävää juurikäpää (Piri ym. 2019), ja toisaalta suuret kertymät heikentyneitä kuusia ovat merkittävä riski kirjanpajaeidemialle (Anonyymi 2014). Sekapuustoisuus ja sitä kautta monipuolisempi lahoppuusto helpottavat monimuotoisuuden säilyttämistä. Lisäksi lahoppuun ja taloudellisesti vähäarvoisten puiden säästämisen kustannukset ovat pieniä mutta monimuotoisuushyödyt huomattavia.

Sekapuusto ja eri-ikäisrakenteisuus ovat siis hyödyllisiä monimuotoisuuden, virkistysarvojen ja puuston terveyden kannalta. Lehtipuuston määrä metsissämme on tällä vuosituhanella ollut lievässä nousussa, mutta osuus koko puustosta ei juuri ole muuttunut (Korhonen ym. 2020). Paikallisesti puustorakenteisiin voidaan vaikuttaa puulajien suosimisella ja hakkuutavalla, vaikkakin nämä keinot ovat vielä verraten vähän käytettyjä. Esimerkiksi puuston eri-ikäisrakenteisuuden tähtävään jatkuvan kasvatuksen hakkuut käsittävät alle viisi prosenttia hakkuiden kokonaispinta-alasta, joskin niitä saattaa virheellisesti kirjautua esimerkiksi harvennushakkuihin (Metsälehti 2020). Jatkuvan kasvatuksen käytössä näyttää myös olevan alueellisia eroja siten, että käyttö on yleisintä pohjoisessa ja turvemailla.

Lahoppuuta tarvitsevan lajiston auttamiseksi on hakkuissa ja maanmuokkauksissa jatkettava lahoppuun säästämistä; lisäksi lahoppuuta on suotavaa lisätä tekopötkelöitä tekemällä sekä

säästämällä erityisen suuria puuyksilöitä järeän lahopuun pitkän aikavälin jatkumon takaamiseksi (Koivula & Vanha-Majamaa 2020). Lahopuun määrä on yleisesti ottaen korkeampi silloin, kun hakkuissa säästetään enemmän myös elävää puustoa (Santaniello ym. 2016, 2017), ja säästöpuusto myös lisää metsän rakenteellista vaihtelua (Kruys ym. 2013).

Taajamametsien hoidossa heikentyneiden tai kuolleiden puiden ajatellaan joskus nostavan ulkoilijoiden loukkaantumisriskiä, eikä keskivertokansalainen toisaalta näissä metsissä koe runsasta kuollutta puustoa miellyttäväksi, vaan suosii isokokoista elävää puustoa (Silvennoinen 2017, Arnberger ym. 2018). Taajamissa on mahdollista lieventää virkistys- ja suojeluarvojen risitiriitatilanteita esimerkiksi poistamalla vaaralliseksi koettua puustoa ulkoilureittien välittömästä läheisyydestä ja toteuttamalla ”hallittua hoitamattomuutta” lahopuineen niissä osissa taajamametsiä, joihin ulkoilupaine ei kohdistu yhtä voimakkaana.

Lahopuustosta ei ole metsille terveyshaittaa – juurikäävän vaivaamia kuvioita lukuun ottamatta –, mutta sen lisääminen on uhanalaisen metsälajiston kannalta välttämätöntä. Lahopuun määrä on 2000-luvulla ollut eteläisessä Suomessa kasvussa, mutta pohjoisessa trendi on laskeva (Korhonen ym. 2020). Etelän suotuisa kehitys johtuu osin luonnonhoidosta, tekopötkelöt mukaan lukien, ja erityisesti myrskytuhoista, joita kaikkia ei ole saatu korjattua. Etelässä laajat myrskytuhot ovat nykyään lähes jokavuotisia, mutta Lappiin on isoja myrskyjä osunut viimeksi 1980-luvulla (Viiri ym. 2019). Ilmastonmuutoksen myötä aiemmin harvinaiset olosuhteiden yhdistelmät – kuten puiden routa-ankkurin puuttumisen vuoksi totuttua enemmän puustoa kaatavat talvimyrskyt – näyttävät yleistävän (Saksa 2020). Tämä tuo lisähaasteita metsien terveyden ylläpitämiselle, ja samalla muu eliölajistomme joutuu reagoimaan muuttuviin olosuhteisiin oletettavasti vaihtelevalla menestyksellä.

Kiitokset

Lauri Saaristo (Tapio Oy) ja Juha Siitonen (Luke) kommentoivat tekstiä.

Viitteet

- Alexander, S.A., Skelly, J.M., Webb, R.S., Bardinelli, T.R. & Bradford, B. 1980. Association of *Heterobasidion annosum* and the southern pine beetle on loblolly pine. *Phytopathology* 70: 510–513.
- Angelstam, P. & Kuuluvainen, T. 2004. Boreal forest disturbance regimes, successional dynamics and landscape structures: a European perspective. *Ecological Bulletins* 51: 117–136.
- Anonyymi 2014: Kirjanpainajatuhojen torjuntaopas. Metsäkeskus ja Metsäntutkimuslaitos.
- Arnberger, A., Ebenberger, M., Schneider, I.E., Cottrell, S., Schlueter, A.C., von Ruschkowski, E., Venette, R.C., Snyder, S.A. & Gobster, P.H. 2018. Visitor preferences for visual changes in bark beetle-impacted forest recreation settings in the United States and Germany. *Environmental Management* 61: 209–223.
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. & Spurr, S.H. 1998. *Forest Ecology*. 4th edition. John Wiley & Sons, Inc., U.S.A. 774 s.
- Brassard, B.W. & Chen, H.Y.H. 2006. Stand structural dynamics of North American boreal forests. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25: 115–137.

- Dyderski, M.K., Paz, S., Frelich, L.E. & Jagodzinski, A.M. 2018. How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology* 24: 1150–1163.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997. Boreal forests. *Ecological Bulletins* 46: 16–47.
- Gundersen, H., Andreassen, H.P. & Storaas, T.S. 2004. Supplemental feeding of migratory moose *Alces alces*: forest damage at two spatial scales. *Wildlife Biology* 10: 213–223.
- Hardenbol, A.A. 2020. Dynamics of biodiversity-rich deciduous trees and microhabitats in boreal forests. *Dissertationes Forestales* 311. 35 s.
- Heikkilä, R. 1994. Hirven (*Alces alces* L.) elinympäristön valinta, ravinnonkäyttö ja taimituhot metsäpuiden taimikoissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 486. 35 s.
- Huuskonen, S., Hynynen, J. & Valkonen, S. (toim.). 2014. Metsänkasvatus. Menetelmät ja kannattavuus. *Metsäkustannus Oy*.
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.). 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus.
- Hämäläinen, A., Hujo, M., Heikkala, O., Junninen, K. & Kouki, J. 2016. Retention tree characteristics have major influence on the post-harvest tree mortality and availability of coarse woody debris in clear-cut areas. *Forest Ecology and Management* 369: 66–73.
- Härkönen, S. 1998. Effects of moose browsing in relation to food alternatives in Scots pine stands. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 686. 39 s.
- Junninen, K. & Komonen, A. 2011. Conservation ecology of boreal polypores: a review. *Biol. Cons.* 144: 11–20.
- Koivula, M. & Vanha-Majamaa, I. 2020. Experimental evidence on biodiversity impacts of variable retention forestry, prescribed burning, and deadwood manipulation in Fennoscandia. *Ecological Processes* 9: 11.
- Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Kuusela, S., Punttila, P., Salminen, O. & Syrjänen, K. 2020. Metsien monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina 1980–2015. *Metsätieteen Aikakauskirja* 2020–10198. Tutkimusartikkeli. 26 s. <https://doi.org/10.14214/ma.10198>
- Krokene, P. & Solheim, H. 1998. Pathogenicity of four blue-stain fungi associated with aggressive and nonaggressive bark beetles. *Phytopathology* 88: 39–44.
- Kruys, N., Fridman, J., Götmark, F., Simonsson, P. & Gustafsson, L. 2013. Retaining trees for conservation at clearcutting has increased structural diversity in young Swedish production forests. *Forest Ecology and Management* 304: 312–321.
- Kulha, N., Pasanen, P., Holmström, L., De Grandpré, L., Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2019. At what scales and why does forest structure vary in naturally dynamic boreal forests? An analysis of forest landscapes on two continents. *Ecosystems* 22: 709–724.

- Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2011. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification. *Silva Fennica* 45: 823–841.
- Matala, J. 2015. Hirvi metsätalouden säätelijänä. Teoksessa Salo, K. (toim.), *Metsä. Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut*. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. Ss. 247–250.
- Mathisen, K.M., Buhtz, F., Danell, K., Bergström, R., Skarpe, C., Suominen, O. & Persson, I.-L. 2010. Moose density and habitat productivity affects reproduction, growth and species composition in field layer vegetation. *Journal of Vegetation Science* 21: 705–716.
- Metsälehti 2020: Jatkuvan kasvatuksen hakkuiden osuus yhä pieni. *Metsälehti* 24.11.2020.
- Mikusiński, G., Roberge, J.M.- & Fuller, R.J. (toim.). 2018. *Ecology and conservation of forest birds*. Cambridge.
- Morin, X., Fahse, L., Jactel, H., Scherer-Lorenzen, M., Garcia-Valdés, R. & Bugmann, H. 2018. Long-term response of forest productivity to climate change is mostly driven by change in tree species composition. *Scientific Reports* 8: 5627.
- Müller, M.M., Piri, T. & Hantula, J. 2012. Ilmaston lämpeneminen haastaa nykyistä tehokkaampaan juurikäävän torjuntaan. *Metsätieteen aikakauskirja* 2012, 4: 6490.
- Nevalainen, S. 2017. Comparison of damage risks in even- and uneven-aged forestry in Finland. *Silva Fennica* 51: 1741.
- Niemelä, P. 2015. Hirvieläimet ja metsien monimuotoisuus. Teoksessa Salo, K. (toim.), *Metsä. Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut*. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. Ss. 203–207.
- Nuorteva, H. (toim.). 2019. *Metsätuhot vuonna 2018*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2019, Luonnonvarakeskus, Helsinki. 60 s.
- Piri, T., Selander, A., Hantula, J. & Kuitunen, P. 2019. Juurikäpätuhojen tunnistaminen ja torjunta. Luonnonvarakeskus ja Metsäkeskus.
- Raffa, K.F., Grégoire, J.-C. & Lindgren, S. 2015. Natural history and ecology of bark beetles. Teoksessa: Vega, F.E. & Hofstetter, R.W. (toim.), *Bark beetles*. Elsevier. S. 1–40.
- Rantala, S. (toim.) 2018. *Tapion taskukirja*. 26. uudistettu painos. Metsäkustannus Oy, Helsinki. 457 s.
- Saksa, T. (toim.) 2020. Ilmastonmuutos ja metsänhoito. Yhteenveto ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsänhoitoon. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 98/2020. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Rudolphi, J., Widenfalk, O. & Weslien, J. 2016. Effects of partial cutting on logging productivity, economic returns and dead wood in boreal pine forest. *Forest Ecology and Management* 365: 152–158.
- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Weslien, J., Rudolphi, J. & Thor, G. 2017. Large proportion of wood dependent lichens in boreal pine forest are confined to old hard wood. *Biodiversity & Conservation* 26: 1295–1310.
- Silvennoinen, H. 2017. *Metsämaiseman kauneus ja metsänhoidon vaikutus koettuun metsämaisemaan*. *Dissertationes Forestales* 242.

- Suominen, O., Persson, I.-L., Danell, K., Bergström, R. & Pastor, J. 2008. Impact of simulated moose densities on abundance and richness of vegetation, herbivorous and predatory arthropods along a productivity gradient. *Ecography* 31: 636–645.
- Tapio Oy 2019. Metsänhoidon suositukset. <https://www.metsanhoitosuosituks.fi/>. (Viitattu 10.11.2020)
- Valkonen, S., Sirén, M. & Piri, T. 2010. Poiminta- ja pienaukkohakkuut – vaihtoehtoja avohakkuulle. Metsäkustannus Oy.
- Viiri, H., Viitanen, J., Mutanen, A. & Leppänen, J. 2019. Metsätuhot vaikuttavat Euroopan puumarkkinoihin – Suomessa vaikutukset toistaiseksi vähäisiä. *Metsätieteen Aikakauskirja* 2019: 10200.
- Wegensteiner, R., Wermelinger, B. & Herrmann, M. 2015. Natural enemies of bark beetles: predators, parasitoids, pathogens, and nematodes. Teoksessa Vega, F.E. & Hofstetter, R.W. (toim.), *Bark beetles*. Elsevier. S. 247–304.
- Whelan, R.J. 1995. *The ecology of fire*. Cambridge.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000