



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2022

Metsätuhot vuonna 2021

Markus Melin (toim.), Eeva Terhonen (toim.), Leena Aarnio, Jarkko Hantula, Pekka Helenius, Heikki Henttonen, Otso Huitu, Mikko Härkönen, Thorhildur Isberg, Juha Kaitera, Risto Kasanen, Matti Koivula, Pekka Kuitunen, Kari T. Korhonen, Ilkka Laurila, Henrik Lindberg, Riikka Linnakoski, Jaana Luoranen, Juho Matala, Jukka Niemimaa, Heikki Nuorteva, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Antti Pouttu, Juha Siitonen, Timo Silver, Mikael Strandström, Anne Uimari, Eeva Vainio, Ilkka Vanha-Majamaa, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja

Metsätuhot vuonna 2021

Markus Melin (toim.), Eeva Terhonen (toim.)

Leena Aarnio, Jarkko Hantula, Pekka Helenius, Heikki Henttonen, Otso Huitu, Mikko Härkönen, Thorhildur Isberg, Juha Kaitera, Risto Kasanen, Matti Koivula, Pekka Kuitunen, Kari T. Korhonen, Ilkka Laurila, Henrik Lindberg, Riikka Linnakoski, Jaana Luoranen, Juho Matala, Jukka Niemimaa, Heikki Nuorteva, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Antti Pouttu, Juha Siitonen, Timo Silver, Mikael Strandström, Anne Uimari, Eeva Vainio, Ilkka Vanha-Majamaa, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja

Viittausohje:

Melin, M. (toim.), Terhonen, E (toim.), ym. 2022. Metsätuhot vuonna 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 86 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Aarnio, L., Nuorteva, H. & Ylioja, T. 2022. Kansalaisten tekemien metsätuhoilmoitusten satoa vuodelta 2021. Julkaisussa: Melin, M. (toim.), Terhonen, E (toim.), ym. 2022. Metsätuhot vuonna 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 7–14.

Markus Melin, ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0001-7290-9203>



ISBN 978-952-380-422-7 (Painettu)

ISBN 978-952-380-423-4 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-423-4>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Markus Melin (toim.), Eeva Terhonen (toim.), Leena Aarnio, Jarkko Hantula, Pekka Helenius, Mikko Härkönen, Heikki Henttonen, Otso Huitu, Thorhildur Isberg, Juha Kaitera, Matti Koivula, Pekka Kuitunen, Kari T. Korhonen, Ilkka Laurila, Henrik Lindberg, Jaana Luoranen, Juho Matala, Jukka Niemimaa, Heikki Nuorteva, Tuula Piri, Anna Poimala, Marja Poteri, Antti Pouttu, Juha Siitonen, Timo Silver, Anne Uimari, Eeva Vainio, Ilkka Vanha-Majamaa, Martti Vuorinen ja Tiina Ylioja

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2022

Julkaisuvuosi: 2022

Kannen kuva: Heikki Henttonen, Luonnonvarakeskus

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <https://luke.omapumu.com/fi/>

Alkusanat

Markus Melin¹⁾ ja Eeva Terhonen²⁾

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

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, eeva.terhonen@luke.fi

Luonnonvarakeskus tuottaa vuosittaista Metsätuhot -raporttisarjaa. Kukin raportti pyrkii antamaan mahdollisimman monipuolisen katsauksen siihen mitä metsissämme menneenä vuonna tapahtui eri tuhonaiheuttajien osalta. Raportissa käsitellään sekä yleisimpiä että harvinaisempia tuholaisia, mutta myös uusia tulokkaita. Valtakunnallisten metsien inventoinnin raportissa tarkastellaan myös kuviokohtaisesti rekisteröityjen tuhonaiheuttajien esiintymistä metsämaalla.

Vuoden 2021 erityispiirteeksi nousi poikkeuksellisen kuuma alkukesä, mikä heijastui myös metsätuhoihin. Sekä kirjanpainaja- että havununnaseurannassa hyönteisten havaittiin olleen liikkeellä normaalia aikaisemmin, mutta lämpötilojen nopea romahtaminen elokuussa piti kannat kurissa. Uuden tulokkaan, havuparikas-sienen, havaittiin kuumen ja kuivan kesän myötä aiheuttaneen mäntyjen kuolemia – mihin sen ei aiemmin ajateltu pystyvän. Tuhojaan männyille teki myös okakaarnakuoriainen sekä juurikäpää. Myös Yyterin alueella tähtikudospistiäistuho jatkuivat voimakkaana. Surmakka-sienen männyillä aiheuttamaa versosurma- tautia havaittiin vähemmän kuin aiempina vuosina (tilanteeseen vaikuttivat myös vähäiset infektiot syksyltä 2020). Mustakoro-sienen esiintyminen jatkaa tasaista kulkuaan kuusella, ja mesisien rooli tuhonaiheuttajana voi kasvaa ilmaston edelleen lämmitessä. Molempia lajeja tulee tässä suhteessa pitää silmällä. Kuusenjuurikäpää pitää edelleen kärkipaikkaa maamme taloudellisesti merkittävämpänä tuholaisena. Taimitarhoilla tilanne oli osin rauhallinen, kun tietyt taimien tuholaiset pysyivät kurissa kuivassa ja kuumassa säässä.

Nisäkkäiden aiheuttamien metsätuhojen osalta myyrätuhoja oli vähäisesti: syksyllä 2021 myyriä tavattiin runsaasti vain rajatulla alueella läntisessä Suomessa, ja yleisesti myyrätiheydet eivät olleet poikkeuksellisen korkeat. Runsastuneiden metsä- ja valkohäntäkauriskantojen myötä myös pienten hirvieläinten aiheuttamia puuntaimiin kohdistuneita vahinkoja ilmenee myös VMI:n aineistoissa, missä pinta-alalla mitattuna merkittävimpiä tuhonaiheuttajia olivat lumi, tuuli ja hirvieläimet. Jatkossa eri hirvieläinten vaikutuksia mm. metsäkasvillisuuteen sekä metsien uudistumiseen on tarve tutkia.

Kansalaisilta saatiin metsätuhotietopalvelun kautta runsaasti tuohohavaintoja: saarnipistiäisen toukkia havaittiin paikoin todella runsaasti pitkin Etelä-Suomea. Pirkanmaalla mesisien epäillään lahottaneen koivunjuuria niin voimakkaasti, että puut kaaduttuaan olivat lähes juurettomia. Ilmoitukset tuovat arvokasta lisätietoa eri metsätuhojen maantieteellisestä esiintymisestä.

Metsäpaloja tapahtui hieman yli tuhannen hehtaarin alalla. Vuonna 2021 merkittävää oli, että paloja oli lukumääräisesti vähän, mutta niiden pinta-alat olivat suuria. Kalajoen satojen hehtaarien laajuinen maastopalo oli Suomen mittakaavassa poikkeuksellisen suuri, mutta pohjoisella havumetsävyöhykkeellä sitä voidaan kuitenkin pitää pienenä.

Yleisesti ottaen vuosi 2021 vahvisti, että vaikka Suomen metsissä tilanne on tuhojen suhteen pääosin hyvä, meillekin on levinnyt myös uusia tuhonaiheuttajia, jotka tulevat hyötymään lämpenevästä ilmastosta, kuten vuoden 2021 kaltaisista kesistä. Näin ollen tarvitsemme jatkossakin niin seurantaa kuin perus- ja soveltavaakin tutkimusta, jotta pysymme kartalla metsissämme tapahtuvista muutoksista ja siitä, miten ne vaikuttavat metsien terveyteen ja mitä asialle voidaan tehdä.

Asiasanat: metsätuhot, ilmastonmuutos, seurannat, VMI, sienituhot, hyönteistuhot, tulokaslaji

Sisällys

1. Kansalaisten tekemien metsätuhoilmoitusten satoa vuodelta 2021	7
1.1. Kuivuus- ja kaarnakuoriaistuhot.....	7
1.2. Sienitaudit metsänomistajien kiusana	8
1.3. Tuhot taimikoissa.....	9
1.4. Lehtipuiden tuhohavainnot.....	9
1.5. Muita havaintoja ja kyselyjä.....	13
2. Vuoden 2021 katsaus taimitarhatauteihin.....	15
3. Juurikäivät Suomen merkittävämpiä metsätuhosieniä	17
3.1. Juurikäpä turvemilla	17
3.2. Torjuntamenetelmiä eri tarkoituksiin	18
4. Versosurmatuhot Suomessa 2021	19
4.1. Versosurmatyypit.....	19
4.2. Versosurman oireet.....	19
4.3. Taudin leviäminen ja torjunta	20
4.4. Yhteenvedo tuhoista vuonna 2021	20
5. Havuparikkaan aiheuttamaa tautia, etelänversosurmaa, tavattiin Suomessa ensimmäisen kerran 2021	21
5.1. Havuparikas, tuhot ja tulevaisuus.....	21
6. Mustakoro jatkaa tasaista esiintymistään Suomen kuusikoissa.....	24
6.1. Mustakoro leviää sienien koteloitiöiden välityksellä ja aiheuttaa monen asteista tuhoa. 24	
6.2. Mustakoro yleinen eteläisen ja keskisen Suomen nuorissa, peltomaille perustetuissa kuusikoissa.....	25
7. Metsätuhot Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2021	27
7.1. Tervasroso.....	27
7.2. Tervasroso Pohjois-Pohjanmaalla.....	27
7.3. Harmaakaristetuhot	28
7.4. Lehtilaikkutaudit.....	28
7.5. Kuusensuopursuruostetuhot.....	28
7.6. Kuusen käpyruostetuhot.....	29
7.7. Muut tuhot	30
8. Mesisienituhot muuttuvassa ilmastossa ja mahdolliset torjuntakeinot.....	31
9. Okakaarnakuoriainen ja sen kuljettamat sienilajit.....	33
9.1. Okakaarnakuoriainen Suomessa.....	33

9.2. Seuralaissienet.....	34
9.3. Patogeenisuuskokeen tuloksia	34
9.4. Ilmastonmuutoksen vaikutus	36
10. Havununnakannat edelleen aiempien vuosien tasolla	38
10.1. Vuoden 2021 tilanne	39
10.2. Tulevaisuuden tutkimustarpeet.....	39
11. Kirjanpajan seuranta vuonna 2021	41
11.1. Parveilu kesällä 2021.....	42
11.2. Metsätuholain toimivuus	44
11.3. Hyönteistuhohakkuut kirjanpajan vuoksi	45
11.4. Sisar- ja toisen sukupolven esiintyminen vuonna 2020	47
12. Yyterin tähtikudospistiäistilanne vuonna 2021	51
12.1. Kuuma kesä ja kannan kasvu.....	52
12.2. Kantaa kurissa pitävät loiset	53
12.3. Tähtikudospistiäis- ja loiskantojen seuranta kannattaa tulevaisuudessa.....	53
13. Aitokeräkärsäkkäät voittaneet kuusentaimia.....	54
14. Kuusen käpytuhot siemenviljelyksillä ja metsiköissä	56
14.1. Yleisimmät tuhonaiheuttajat.....	56
14.2. Käpyjen vioitukset kuusen siemenviljelyksillä.....	58
14.3. Käpyjen vioitukset talousmetsissä.....	59
14.4. Yhteenveto vuoden 2021 tuhoista	61
15. Okakaarnakuoriaiset olivat osasyllisiä mäntyjen kuolemiseen	62
16. Hirvieläintuhot 2021.....	65
16.1. Hirvieläintuhot VMI:ssä ja hirvikannan kehitys.....	65
16.2. Pienten hirvieläinten kannan kehitys ja sen näkyminen VMI:n metsätuhoissa.....	66
17. Myyrätilanne ja -tuhot 2021	69
17.1. Myyräkannan alueelliset vaihtelut 2021	70
17.2. Myyrätuhonäkymät vuodelle 2022	71
18. Metsäpalot Fennoskandiassa – taustaa ja vuoden 2021 tilanne Suomessa ...	73
18.1. Taustaa metsäpalotilanteesta Suomessa.....	73
18.2. Metsäpalot Suomessa 2021.....	75
19. Metsätuhot vuonna 2021 VMI13:ssa	78
19.1. Metsätuhoarviointi ja VMI.....	78

19.2. Eri tuhonaiheuttajat VMI:ssä vuonna 2021	78
19.3. Yhteenveto metsätuhoista 2021 (VMI).....	85

1. Kansalaisten tekemien metsätuhoilmoitusten satoa vuodelta 2021

Leena Aarnio, Heikki Nuorteva ja Tiina Ylioja

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

Kirjoittajien lisäksi seuraavat asiantuntijat antoivat tietoja: Jarkko Hantula, Juha Kaitera, Matti Koivula, Maarit Kytö, Markus Melin, Tuula Piri, Marja Poteri, Juha Siitonen, Eeva Terhonen ja Anne Uimari.

Luonnonvarakeskus (Luke) ylläpitää Metsätuho-palvelua, johon kansalaiset voivat tehdä ilmoituksia tuhohavainnoista. Palvelun kautta saatiin vuonna 2021 yhteensä 121 ilmoitusta. Vuoden 2021 ilmoituksissa esiin nousi erityisesti kuivuus ja sen aiheuttamat seurannaistuhot, joista mänty ja kuusi kärsivät paikoitellen pahoin etenkin eteläisessä Suomessa. Lukelle tuhoilmoitukset tulevat useimmiten tapauksista, joiden tunnistamisessa kaivataan asiantuntija-apua. Luken ilmoituksia saadaan talousmetsien lisäksi myös mm. kaupunkialueilta. Luken ilmoituslomakkeen <https://metsainfo.luke.fi/fi/metsatuholomake> avulla myös Lukelaiset itse voivat ohjata heille tulleet tiedustelut puuston tuhoja tunteville asiantuntijoille.

Luken saamien ilmoitusten määrä vaikuttaa pieneltä. Päätuhoaiheuttajat eli tuuli- ja lumituhot sekä sorkkaeläimien ja myyrien aiheuttamat tuhot ovat yleisiä. Lomake ei ole näiden tuhojen ilmoituskanava. Sama tuntuu pätevän juurikäävän, kirjanpajan ja tukkimiehintäin tuhoihin. Lämpenevässä ilmastossa kaikki kanavat ovat tärkeitä tiedonkulun väyliä kertomaan, mitä metsissä ja ympäristössä tapahtuu. Olisikin toivottavaa, että ilmoituksia saataisiin kattavasti ympäri Suomen, myös yleisistä ja helposti tunnistettavistakin tapauksista.

1.1. Kuivuus- ja kaarnakuoriaistuhot

Kuusen kirjanpajatuhoista tai selkeistä kirjanpajajaepäilyistä saatiin 16 ilmoitusta, joista 13 koski tuhoa metsikössä, kaksi kaupunkialueella ja yksi ilmoittajan omalla pihalla. Metsiköiden kuuset olivat kuivuneita, ja useissa tapauksissa kuorta oli irronnut rungolta. Osa metsänomistajista oli myös havainnut kirjanpajan toukkia kuoren alla. Kolmessa tapauksessa tuhoalueella oli runsaasti tuulenkaatoja, joista kirjanpajaja oli päässyt leviämään läheisiin pystypuihin. Lisäksi varastoidun puutavaran sisältämistä kirjanpajan toukista saatiin yksi ilmoitus, jonka perusteella omistajalle annettiin ohjeita kirjanpajan torjunnasta varastoinnin yhteydessä. Saapuneet kirjanpajajaepäilyt jakaantuivat ympäri Suomea, ja niistä osa pystyttiin varmentamaan lähetettyjen kuvien perusteella.

Kuivan ja kuumien kesien kuuselle aiheuttamaa vahinkoa ilmeni seitsemässä tuhoilmoituksessa, joissa kuuset olivat kuivuneet pystyyn. Seurannaistuhona saattoi olla hyönteinen, pienempien kuusten kohdalla todennäköisimmin kuusentähtikirjaaja (*Pityogenes chalcographus*), joka oli lopullisesti tappanut puut.

Kuivuus koetteli myös mäntyjä voimakkaasti kesän 2021 aikana erityisesti Varsinais-Suomessa ja Turun saaristossa, ja tuhoilmoitukset koskivat lähes poikkeuksetta kesämökkkitontilla tai pihalla kasvavia puita. Saatujen ilmoitusten lisäksi metsäalan ammattilaiset olivat asiantuntijoihin yhteydessä, jolloin paljastui muutamia epäilyjä okakaarnakuoriaisesta (*Ips acuminatus*) myös talousmetsistä. Kuivuuden heikentämiin mäntyihin oli useissa tapauksissa iskenyt

okakaarnakuoriainen ja todennäköisesti hammaskirjaajat (*Pityogenes* sp.), jolloin puut olivat kuolleet. Kuivuneista männyistä saatiin yhteensä 23 tuhoilmoitusta, joista 12:ssa epäiltiin olevan okakaarnakuoriaisen aiheuttama hyönteistuhohu. Kuivuvista männyistä ja okakaarnakuoriaisen esiintymisestä Luonnonvarakeskus sai kyselyjä jo vuonna 2019 (Nuorteva & Linnakoski 2022), mutta yhteydenotot lisääntyivät selvästi 2020–2021.

1.2. Sienitaudit metsänomistajien kiusana

Vuonna 2021 ensimmäistä kertaa havaittua sienitautia, havuparikkaan aiheuttamaa etelänversosurmaa, epäiltiin lounaisrannikolla kesämökkipihojen ja lähimetsien männyissä yhteensä 14 tapauksessa. Näistä kolme saatiin varmistettua etelänversosurmaksi. Kolme muuta varmistettua tapausta ovat pääkaupunkiseudulta. Versosurma eli surmakka (*Gremmeniella abietina*) puolestaan varmistui tuhonaiheuttajaksi Pohjois-Karjalassa, jossa se oli tehnyt laajaa vahinkoa metsänomistajan männikössä. Samaa tautia epäili toinenkin metsänomistaja omassa männikössään Lapissa.

Kolme metsänomistajaa ilmoitti mahdollisesta mustakorosta (*Neonectria fuckeliana*) kuusikossa ja yksi ilmoittaja epäili mustakoron iskeneen männikköön. Ilmoitukset tulivat Etelä- ja Keski-Suomesta. Yhdellä keskisuomalaisella pihamännnyllä ilmoittajan kuvailema vioitus vastasi tuhoasiantuntijan mielestä sorokkaa (*Crumenulopsis sororia*). Pihdan tuhoista saatiin ilmoitus, jossa kuvailtiin pihtojen ruskettuvan ja kuolevan mökkipihalla Etelä-Suomessa. Syyinä oli mitä todennäköisimmin pihdan korotauti (*Neonectria neomacrospora*). Neulasten ruskettuminen oli huolena myös eräällä joulukuusiviljelmällä sekä taimissa että isommissa puissa. Syyksi epäiltiin *Rhizosphaera kalkhoffii* -sientä, jota on tavattu erityisesti joulukuusiviljelmillä.

Pirkanmaalaisen ilmoittajan koivikkoon oli iskenyt omituinen juurituho, jonka seurauksena koivut kaatuivat ja niiden juuret näyttivät ikään kuin ”hävinneen”. Sama ongelma on jatkunut alueella useita vuosia, ja koivuja on kaatunut vuosittain toistakymmentä kappaletta. Oireet muistuttavat myyrätuhhoa, mutta kyseessä on kuitenkin sienituho, jonka aiheuttajaksi asiantuntija epäili mesisientä (*Armillaria* spp.), sillä Luken, entisen Metsäntutkimuslaitoksen aikana tutkituista vastaavista koivuista on havaittu mesisienien ritsomorfeja. Vastaavanlainen ilmoitus tuli myös Kiteeltä suoraan asiantuntijalle. Ilmiö on tuttu jo 1990-luvun alusta useimmiten pelloille istutuissa koivikoissa ennen ja jälkeen ensiharvennusvaiheen. Tyypillisesti koivun tyvi paksuntuu yhteyttämistuotteiden kertyessä tyveen juurien jo lahotessa pois. Sitten yllättäen koivu kaatuu täysin vihreänä kesken kesän.

Kuusen lahovika ja mahdollinen juurikäpää oli syytä vain kolmeen varsinaiseen ilmoitukseen, joissa yksittäiset kuuset olivat kaatuneet ja olivat sisältä lahoja. Kuvien perusteella juurikäpää ei kuitenkaan ollut, vaan lahottaja (mm. kantokäpää) oli iskenyt jo kauan sitten jostain muusta syytä heikentyneeseen puuhun. Sen sijaan monet metsänomistajat olivat huolissaan metsiköissään esiintyneestä juurikäävästä, josta he kysyivät tietoja suoraan tuhoasiantuntijoilta. Useimmat kyselyt liittyivät metsikön uudistamiseen ja mahdolliseen juurikäävän leviämiskäynnin sen yhteydessä. Juurikäävän torjuntamenetelmien tehokkuus askarrutti samoin kuin puulajin valinta juurikäävän saastuttamalle kohteelle uudistuksen yhteydessä.

1.3. Tuhot taimikoissa

Taimituhoja ilmoitettiin pääasiassa kuusen taimilla, joskin ilmoituksia saatiin vuonna 2021 vain muutamia. Tukkimiehentäin (*Hylobius abietis*) aiheuttamien tuhojen yleisyydestä ja vakavuudesta huolimatta vastaanotettiin vain yksi ilmoitus, joka koski vuotta 2020. Pirkanmaalla tukkimiehentäi oli tuhonnut edellisvuonna istutetun usean hehtaarin kuusentaimikon lähes kokonaan, ja metsänomistaja tarvitsi neuvoja uuteen istutukseen, jotta vastaava tilanne ei toistuisi. Aitokeräkäräkäs (*Stophosoma capitatum*) havaittiin alkukesällä 2021 neljässä kuusen taimikossa, joissa se aiheutti taimille ongelmia syömällä niiden neulasia.

1.4. Lehtipuiden tuhohavainnot

Kesällä 2021 tavattiin runsaasti saarnella elävää saarnipistiäistä (*Tomosthetus nigrinus*), jonka toukat syövät lehtiä jättäen vain lehtiruodit jäljelle (Kuva 1).



Kuva 1. Saarnipistiäisen (*Tomosthetus nigrinus*) toukat syövät lehtiä jättäen vain lehtiruodit jäljelle. Only the main leaf veins remain often intact after defoliation by the larvae of the ash sawfly (*Tomosthetus nigrinus*). Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.

Hyönteisaikuiset parveilevat ja munivat vastapuhjenneisiin nuoriin saarnenlehtiin touko-kesäkuussa (Kuva 2). Toukat kuoriutuvat yleensä alle parissa viikossa ja lehtisyöntiä esiintyy tavallisesti enimmäkseen kesäkuun puolella.



Kuva 2. Hyönteisaikuiset parveilevat ja munivat vastapuhjenneisiin nuoriin saarnenlehtiin touko-kesäkuussa. After mating, females lay eggs on the young ash leaves in May-June. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.

Tuho on helppo huomata, sillä isotkin saarnet voivat olla täysin paljaksi syötyjä paksuimpia lehtiruotia lukuun ottamatta (Kuva 3). Tuhoista kerrottiin myös muun muassa sanomalehdissä, joten kansalaiset kiinnittivät niihin huomiota ja lähettivät Lukeen aktiivisesti tuhoilmoituksia (yhteensä 35 kpl). Vuonna 2021 saarnen lehtien syönti kohdistui Etelä-Suomen puisto- ja pihapuihin, ja niistä suuri osa havaittiin pääkaupunkiseudun puistoissa ja kadunvarsilla. Suomessa lajin havaittiin syövän lehtiä suuremmassa määrin yksittäisistä saarnista jo vuonna 2017 Lohjalla ja Järvenpäässä (Viiri ym. 2018). Vuonna 2018 lajin aiheuttamaa syöntiä ei vielä havaittu uusissa saarnimetsiköissä (Viiri ym. 2019), mutta seuraavina vuosina huomiota herättäviä toukkamääriä ja aikuisia hyönteisiä esiintyi useiden kaupunkien ja kulttuuriympäristöjen saarnissa.



Kuva 3. Isotkin saarnet voivat olla täysin paljaksi syötyjä paksuimpia lehtiruotia lukuun ottamatta. Even large ashes may be nearly completely defoliated, except for the thickest leaf veins. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva

Vuonna 2021 saarnipistiäishavaintoja saatiin pääosin Uudeltamaalta (Askola, Helsinki, Hyvinkää, Järvenpää, Lohja, Loviisa, Mäntsälä, Nurmijärvi, Porvoo, Raasepori, Sipoo, Vantaa), mutta myös Kymenlaaksosta (Elimäki), Varsinais-Suomesta (Somero) ja Kanta-Hämeestä (Riihimäki). Yksittäistapauksia lukuun ottamatta saarnimetsiköitä ei ole kartoitettu lajin esiintyvyyden ja puustovaurioiden suhteen. Vuonna 2021 saarnipistiäistä esiintyi erityisen runsaasti etenkin Järvenpäässä ja Nurmijärvellä. Tuhojen torjunta on haasteellista, koska toukkamäärät ovat valtavia, puut syödään lehdettömiksi nopeasti ja toukat pudottautuvat maahan siirtyen ryömimällä edelleen uusien puiden kimppuun. Ravintopulan, tautien, hyönteisloisten ja paahteisen helteen pökerryttämistä toukista heikkokuntoisimmat kuolivat kasautuen runkojen tyvelle (Kuva 4). Kuolleita tai nääntyneitä toukkia voi olla maassa useiden senttimetrien paksuinen kerros.



Kuva 4. Kuolleita tai nääntyneitä toukkia voi olla maassa useiden senttimetrien paksuinen kerros. There may be a layer of several centimeters thick on the ground at the base of the tree, consisted of dead or weakened larvae. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.

Osa toukista pyrki kiipeämään takaisin puun latvustoon runkoa pitkin. Nurmijärven hautausmaalla osa toukista saatiin pyydystettyä runkoihin kiinnitettyjen liimapapereiden avulla, joita vaihdettiin päivittäin (Kuva 5). Tästä huolimatta valtaosa saarnista syötiin lähes paljajaksi. Useimmissa tapauksissa puut ovat toistaiseksi selvinneet hengissä voimakkaistakin tuhoista.



Kuva 5. Nurmijärven hautausmaalla osa toukista pyydystettiin runkoihin kiinnitetyillä liimapapereilla, joita vaihdettiin päivittäin; tässä yhden päivän saalis. At the Nurmijärvi Cemetery, some of the larvae were caught with glue traps attached to the trunks. The sticky papers were changed daily; here's one day's catch. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.

Koivujen lehtiä syövästä lumimittarin (*Operophtera fagata*) toukista saatiin havainnot Pirkanmaalta ja Pohjois-Karjalasta. Myöhemmin asiantuntija kuuli myös vastaavasta Pieksämäeltä. Myös Etelä-Karjalan puolella rajan läheisyydessä epäiltiin lumimittarituhoa. Hämeessä koivun lehdistä löytyi toukkia, joiden tarkka laji ei ilmoittajan lähettämän kuvan perusteella selvinnyt, mutta kyseessä olivat koivulla elävän sahapistiäisen toukat. Kaksi ilmoittajaa oli huolissaan yksittäisten pihakoivujen rungoilla näkyvistä värivioista, joiden aiheuttajia voitiin kuitenkin ilmoituksien perusteella vain arvella. Raitoihin oli kohdistunut hyönteistuhon Etelä-Suomessa, ja ilmoittajan kuvissa olleet toukat osoittautuivat jäärän toukiksi. Hyönteiset olivat porautuneet noin kymmenen raidan runkoon, ja osa puusta oli mennyt melko huonoon kuntoon. Ilmoittaja sai asiantuntijalta tietoa jäärästä sekä raidan merkityksestä luonnon monimuotoisuudelle.

1.5. Muita havaintoja ja kyselyjä

Luken tuhotutkijat ja asiantuntijat saavat varsinaisiin tuhoihin liittyvien tiedustelujen lisäksi vastattavakseen myös useita muita kyselyjä. Kaikki kyselyt eivät tule virallisten kanavien kautta ja usein maastossa liikuttaessa ohikulkijat kyselevät mitä moninaisimmista luontoilmiöistä. Kysymykset voivat liittyä esimerkiksi monenkirjaviin hyönteisiin, muihin isompiin tai pienempiin eläimiin ja eliöihin, sieniin, bakteereihin, metsäekologiaan, metsänhoitoon, monimuotoisuuteen, sääilmiöihin tai vaikkapa ilmastonmuutoksen vaikutuksiin metsäluonnossa. Esimerkiksi sateisena loppukesänä sekä syksyllä osa ihmisistä oli huolissaan vettyneiden polttopuiden hometkasvustoista ja niiden mahdollisista terveysriskeistä. Lämpimän kevään ja alkukesän aikana kotien sisätiloihin saattoi lennähtää tukkimiehentäitä tai muita perinteisiä metsähyönteisiä.

Eräs keväällä 2021 huomiota saanut ilmiö oli kookkaista männyistä runsaslukuisina putoilleet pienet toukat. Touko-kesäkuun vaihteessa männyn poikkeuksellisen voimakkaan kukinnan yhteydessä muun muassa Järvenpäästä ja Mäntsälästä saatiin ilmoituksia männyistä putoilevista 2–4 millimetrin mittaisista vaaleista toukista. Järvenpäässä paikalla käytässä tukkipuukokoisten mäntyjen alla oli maahan pudonneita toukkia sadoittain ja jopa tuhatmäärin. Toukat olivat kääpiösahiaisen (*Xyela julii*) jälkeläisiä (Kuva 6). Itse hyönteinen on vain muutaman millimetrin pituinen lentävä sahapistiäinen, jonka toukat syövät pääasiassa männyn hedekukintojen siitepölyä (Kuva 7). Kun toukat ovat viimeisessä toukka-asteessa valmiita koteloitumaan pintakarikkeeseen, ne pudottautuvat maahan. Järvenpäässä tuuli ja sade olivat edesauttaneet toukkien samanaikaista massaputoamista. Asfaltille pudonneet toukat houkuttelivat paikalle myös lintuparvia niitä syömään. Kääpiösahiaisen toukat ovat käytännössä täysin harmittomia puille – etenkin kun männyn kukinta vuonna 2021 oli erittäin runsasta.



Kuva 6. Kääpiösahiaisen (*Xyela julii*) maahan pudonnut toukka. A caterpillar of *Xyela julii* (short-tailed fairy sawfly) fallen on the ground. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.



Kuva 7. Männyn hedekukinnon siitepöly on kääpiösaahiaistoukkien ravintoa. Pollen from male cones of Scots pine (*Pinus sylvestris*) is a food for larvae of *Xyela julii*. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.

Viitteet

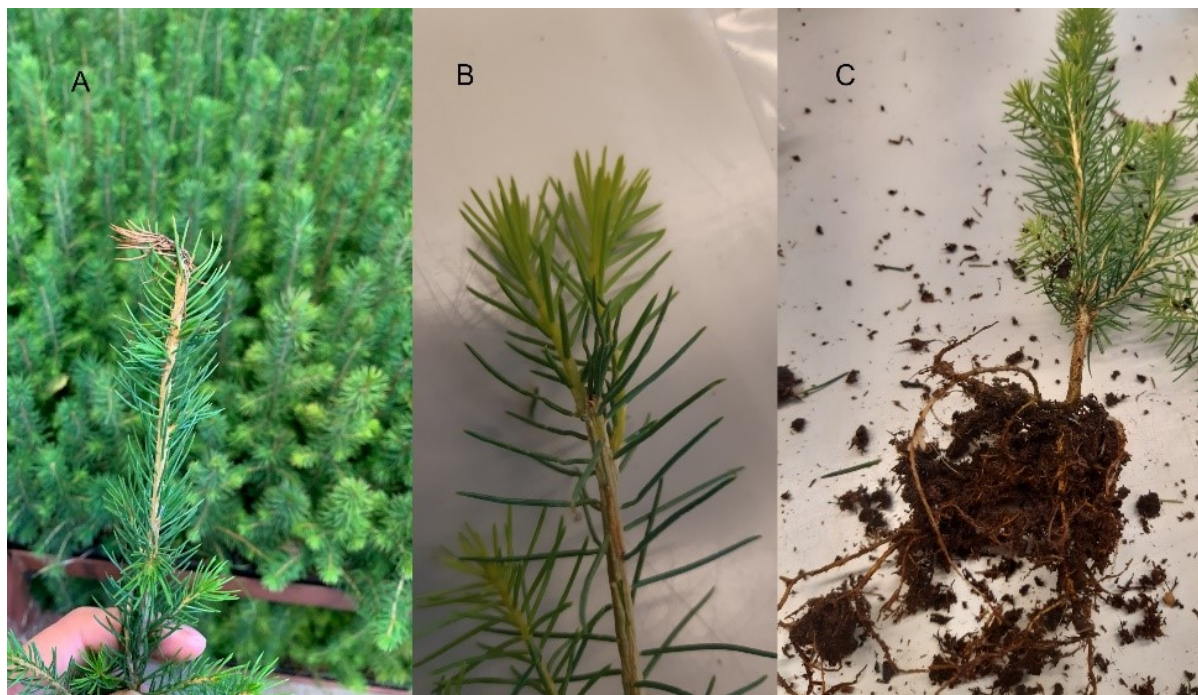
- Nuorteva, H. & Linnakoski, R. 2022. Okakaarnakuoriainen (*Ips acuminatus*) ja mäntyjen nopea kuolema Maskussa kesällä 2019. Julkaisussa: Nuorteva, H., Kytö, M., Aarnio, L., Ahola, A., Balázs, A., Elfving, R., Haapanen, M., Hantula, J., Henttonen, H., Huitu, O., Ihalainen, A., Kaitera, J., Kuitunen, P., Kashif, M., Korhonen, K.T., Lindberg, H., Linnakoski, R., Matala, J., Melin, M., Neuvonen, S., Niemimaa, J., Pietilä, V., Piri, T., Poteri, M., Pusenius, J., Silver, T., Strandström, M., Tikkanen, O.-P., Uimari, A., Vanha-Majamaa, I., Viiri, H., Vuorinen, M. & Ylioja, T. 2022. Metsätuhot vuonna 2019. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 37–46.
- Viiri, H., Pouttu, A., Lumme, I. & Mannerkoski, I. 2018. Tomostethus pistiäistuhot saarnilla. Julkaisussa: Nevalainen, S., Nuorteva, H., Pouttu, A. (toim.). 2018. Metsätuhot vuonna 2017. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. s. 41–42.
- Viiri, H., Pouttu, A. & Lumme, I. 2019. Tomostethus nigritus -tuhot saarnilla jatkuivat. Julkaisussa: Nuorteva, H. (toim.). 2019. Metsätuhot vuonna 2018. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2019. s. 52–54.

2. Vuoden 2021 katsaus taimitarhatauteihin

Anna Poimala ja Eeva Terhonen

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

Kuuma ja kuiva kesä 2021 vähensi sienitautien aiheuttamia ongelmia taimitarhoilla. Loppuke-sän ja syksyn aikana koivun taimia vaivasivat kuitenkin jonkin verran erilaiset versolaikut. Syk-syllä 2021 Luonnonvarakeskus sai näytteitä taimitarhoilta tyvilaikkuisista rauduskoivun taimista. Uusia taudinaiheuttajia ei näytteistä löytynyt, vaan tummista, painuneista laikuista eristettiin ympäristössä yleisinä esiintyviä *Alternaria*-, *Phomopsis*-, *Phoma*- ja *Botrytis cinerea* (harmaa-home) -sieniä. Nämä ovat niin sanottuja opportunistisia patogeeneja, jotka tarvitsevat tautia aiheuttaakseen otolliset olosuhteet. Oireisiin ovat todennäköisesti myötävaikuttaneet myös esimerkiksi kirvojen aiheuttamat vioitukset sekä kuivan kesän aiheuttamat taimia stressaavat olosuhteet. Myös kahdesta ruskettuneesta kuusen taimen latvasta eristettiin harmaahometta aiheuttavaa *B. cinerea* (Kuva 8a), mikä ei kuitenkaan näyttänyt aiheuttavan laajempia ongelmia tarhoilla. Muutamilla tarhoilla raportoitiin myös runsaasti koivun levälaikkua (*Phytophthora cactorum*). Taudin ilmenemiseen lienee näillä tarhoilla vaikuttanut esim. kuivuusstressi, lisääntynyt kertakastelu tai tiheet kasvatusolosuhteet.



Kuva 8. A) Harmaahomeen tappama kuusen latvus; B) Peltoluteen vioittama latvus haarautunut; C) Lahot juuret tunnistaa helposti, koska kunnan paakkua ei muodostu. A) *Botrytis cinerea* has killed the crown of Norway spruce seedling; B) *Lygus rugulipennis* has damaged the crown; C) Rotten roots are easy to detect. Kuva/Photo: Eeva Terhonen.

Yleiset havupuiden taimien sienitaudit, kuten versosurma, vaativat suhteellisen viileän ja sateisen kasvukauden levitäkseen tehokkaasti tarhoilla. Vuonna 2021 versosurmaa aiheuttavan sienin surmakan (*Gremmeniella abietina*) ei todettu aiheuttavan tarhoilla ongelmia. Vuoden 2020 keskilämpötilat olivat normaalimpia korkeampia (Ilmatieteen laitos), luoden epäsuotuisat olosuhteet surmakan leviämiseksi kesällä ja syksyllä 2020. Juurilahoa ja peltoluteen vioituksia tavattiin

myös vähän (Kuva 8b, c). Lahojuurisuutta voi torjua hyvällä taimitarhahygienialla (kennojen pesu 80 °C), kohokasvatuksella ja oikealla kastelulla. Maksasammal (*Marchantiophyta*) oli 2021 taimitarhakasvatuksessa suuri ongelma (Kuva 9). Kasvaessaan tiiviisti turpeen pinnalla maksasammal estää veden pääsyn ja kuivattaa paakun. Lisäksi pienet taimet voivat tukehtua maksasammalen kasvaessa aggressiivisesti. Maksasammalta vastaan ei ole hyväksyttyä kasvinsuojeluainetta. Istutuksen jälkeen maksasammal ei aiheuta ongelmia taimen menestykselle, päinvastoin: maksasammal saattaa toimia lannoitteena. Kesä 2021 oli myös erityisen lämmin ja kuiva, lisäten kastelun tarvetta taimitarhoilla.



Kuva 9. Maksasammal on uhka taimien kasvatukselle. Marchantiophyta are threat for forest seedling production. Kuva/Photo: Eeva Terhonen

3. Juurikäyvät Suomen merkittävämpiä metsätuhosieniä

Jarkko Hantula ja Tuula Piri

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

Suomen juurikäpätilanne vaihtelee vuosittain vain vähän, eikä siitä ole systemaattista seurantaan pois lukien valtakunnallinen metsien inventointi, jonka pohjalta syntyneet arviot ovat mitaustavasta johtuen selkeitä aliestimaatteja. Käytössä olevien tietojen mukaan kuusenjuurikäpä oli kuitenkin vuonna 2021 edelleen Suomen taloudellisesti merkittävin metsätuhosieni ja männynjuurikäpäkin yksi merkittävimmistä. Jälkimmäisen osalta erittäin yllättävä oli havainto, jonka mukaan alkujaan okakaarnakuoriaisen tappamiksi arvioidut männiköt lähinnä Lounais-Suomessa olisivat kärsineet myös juurikäävästä.

Juurikäävän taloudellisesta merkityksestä on tekeillä uusi arvio, joka valmistuu vuonna 2022. Siinä hyödynnetään uutena lähestymistapana puiden katkontadataa, jonka perusteella tulevaisuudessa olisi mahdollista saada laajaan aineistoon perustuva vuosittainen arvio kuusenjuurikäävän määrästä harvennus- ja päätehakkuissa. Alustavien tulosten perusteella kuusenjuurikäpä näyttäisi Etelä-Suomessa jopa aiemmin luultua yleisemmältä.

3.1. Juurikäpä turvemailla

Juurikäävän leviämistä turvemailla selvitetään parhaillaan yhteistyössä Latvian metsäntutkimuslaitoksen kanssa. Suomessa ojitetuilla turvekankailla kartoitetut juurikäpäkloonit (yhden juurikäpäyksilön lahottamat puut) ovat olleet kooltaan selvästi pienempiä verrattuna kivennäismaiden jopa useita kymmeniä puita käsittäviin klooneihin. Syynä tähän voi olla se, että juurikäpärihmasto ei pysty turvemailla etenemään juuriyhteyksiä pitkin yhtä tehokkaasti kuin kivennäismailla. Koska turvemailla hakkuita on tehty viime aikoihin asti vain talviolosuhteissa, on myös mahdollista, että juurikäpäpartunnat ovat nuorempia turve- kuin kivennäismailla eikä suuria tautipesäkkeitä ole vielä ehtinyt muodostua. Tätä puoltaa Latviassa tehty selvitys (Gaitnieks ym. 2022), jossa todettiin turvemaiden kuusikoissa esiintyvän vakavia juurikäpätuhoja; myös karummilla kohteilla, jotka vastaavat suomalaisia mustikkaturvekankaita. Juurikäävän vaurioilla turvemaakohteilla Latviassa esiintyi myös runsaasti juurikäävän itiöemiä (Gaitnieks ym. 2021), mikä johtuu todennäköisesti itiöemien kehittymiselle suotuisista turvemaan kosteusolosuhteista.

Sulanmaan hakkuut ovat lisääntymässä ojitetuilla turvekankailla, mikä lisää kantojen tartuntariskiä. Lisäksi turpeen painumisesta johtuen puiden juuret, erityisesti juurenniskat, ovat koholla ja alttiita korjuuvaurioille. Pinnallisen juuriston ohella maaperän huono kantavuus ja ajourille levitettävien hakkuutähteiden vähäisyys (johtuen poistettavan puuston pienestä tilavuudesta) lisäävät jäävän puuston vaurioriskiä. Jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen yleistyessä turvemailla voi juurikäpäpartunnoilla siten olla kauaskantoiset seuraukset (Kuva 10). Siksi kantojen suojaaminen juurikäävän itiöpartunnoilta samoin kuin korjuuvaurioiden minimointi ovat tärkeitä toimenpiteitä, joihin pitäisi kiinnittää erityistä huomiota turvekankaiden kuusikoiden ja männiköiden suojaamiseksi juurikäpätuhoilta.



Kuva 10. Juurikäävän lahottama ja tuulen kaatama kuusi eri-ikäisrakenteisen metsänkasvatuksen kokeella Tammelan Lettosuolla. Root rot due to *Heterobasidion parviporum* leads to wind-fallen Norway spruce in continuous cover forests. Kuva/Photo: Tuula Piri.

3.2. Torjuntamenetelmiä eri tarkoituksiin

Juurikäävän torjunta on Suomessa lakisääteinen havupuumetsiköissä. Siihen on käytettävissä useita menetelmiä. Niistä biologinen ja kemiallinen kantokäsittely (harmaaorvakka- tai ureaalmisteella) sekä hakkuiden ajoittaminen talvikaudelle ovat tartuntaa ennaltaehkäiseviä. Puulajin vaihtaminen juurikäävän kestäväksi sen sijaan puhdistaa kasvupaikan taudinaiheuttajasta, mikäli havupuut pidetään sieltä poissa koko metsikön kiertoajan.

Turvemaiden kesähakkuissa on kantokäsittelyaineista urealla saatu hyviä torjuntatuloksia sekä kuusen että männyn kannoissa. Männynjuurikäävän leviämistä taimikoissa voidaan ehkäistä kaatamalla tartuntapesäkkeen ympäriltä terveitä mäntyjä, joiden kannot käsitellään biologisella torjunta-aineella, jonka sisältämä harmaaorvakka-sieni kasvaa niiden juuristoon katkaisten juurikäävältä leviämistien. Edellä kuvattujen menetelmien täydennykseksi on kehitteillä myös juurikäävän viruksiin perustuva torjuntamenetelmä, joka on vuoden 2021 aikana saanut patenttisuojan (Hantula ym. 2021), sekä havupuiden geneettinen jalostus juurikäöpää paremmin kestäväksi.

Viitteet

- Gaitnieks, T., Bruna, L., Zaluma, A., Bunevica, N., Klavina, D., Legzdina, L., Jansons, J. & Piri, T. 2021. Development of *Heterobasidion* spp. fruit bodies on decayed *Picea abies*. *Forest Ecology and Management* 482, 15 February 2021, 118835 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118835>.
- Gaitnieks, T., Silbauma, L., Muižnieks, I., Zaluma, A., Kļaviņa, D., Burņeviča, N., Grosberga, M., Lazdiņš, A. & Piri, T. 2022. Spread of *Heterobasidion* genotypes in Norway spruce stands on drained peat soil in Latvia. *Canadian Journal of Forest Research* (hyväksytty julkais-tavaksi).
- Hantula, J., Vainio, E.J. & Kashif, M. 2021. Method for preventing wood decay and related uses. Patent FI129221B.

4. Versosurmatuhot Suomessa 2021

Juha Kaitera¹⁾ ja Jarkko Hantula²⁾

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu, juha.kaitera@luke.fi

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, jarkko.hantula@luke.fi

4.1. Versosurmatyypit

Versosurma aiheuttaa tuhoa männyillä, kuusella, lehtikuusella, douglaskuusella ja jalokuusilla. Sen aiheuttaa surmakka-sieni (*Gremmeniella abietina*). Sairaiden männiköiden alikasvoskuuset ja toisinaan myös taimet kärsivät versosurmasta (Kaitera et al. 2015). Suomessa pahimmat tuhot esiintyvät taimikkovaiheen ohittaneissa männiköissä. Versosurmaa tavataan Suomessa kahta tyyppiä: A-tyyppi tarttuu kaikenikäisiin ja kokosiin mäntyihin ja kuusiin tappaen nuoria kasvaimia ja aiheuttaen koroja rungossa ja oksissa (Kuva 11). B-tyyppi tarttuu taimiin tai isojen puiden alaoksiin lumirajan alapuolella Pohjois-Suomessa.

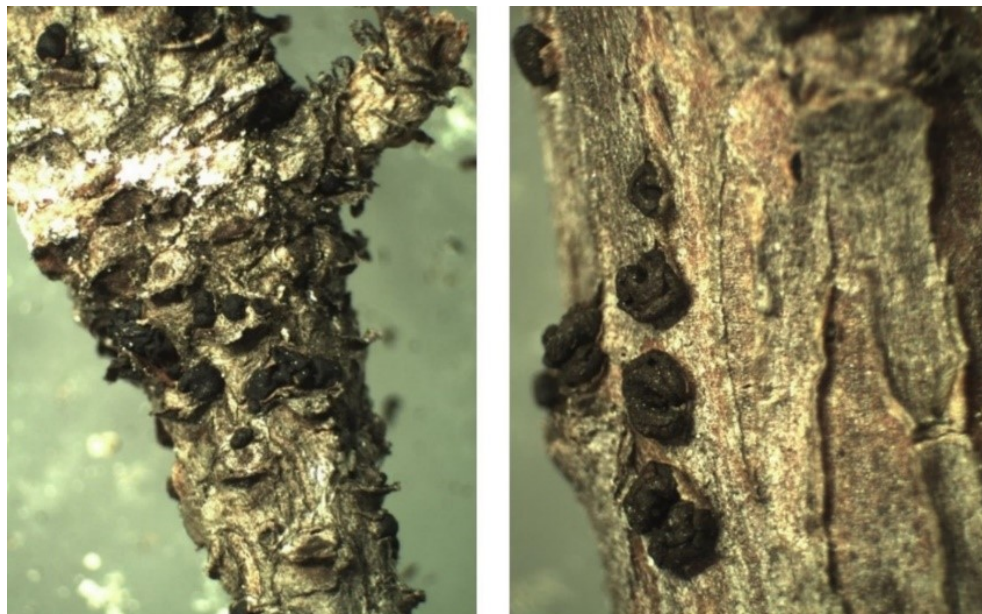


Kuva 11. A-tyypin versosurmatuhoa männyillä Itä-Lapissa. Scleroderris canker caused by the A-type of *Gremmeniella abietina* in eastern Lapland. Kuva/Photo: Juha Kaitera.

4.2. Versosurman oireet

Versosurman tunnusmerkkejä ovat mustat kuromapullot neulasilla, versoissa ja rungolla tartunnan jälkeisenä vuonna (Kuva 12). Tartunnan saaneet neulaset ruskettuvat tyvestä alkaen, eivätkä silmut lähde kasvamaan sairaisissa kasvaimissa. Lievässä tartunnassa muodostuu koroja oksissa ja rungolla, joissa sieni voi säilyä vuosia (Kaitera & Jalkanen 1992). Sienen ruskeanmustat kotelomaljat kehittyvät puun kuorelle 2 vuotta tartunnasta (Kuva 12). Mänty altistuu versosurmalle kylminä, sateisina kasvukausina etenkin alttiilla paikoilla, joita ovat puronotkot, supat, nuorten männiköiden varjoiset laiteet ja paikat, joissa ilman vaihtuvuus on heikko ja joihin kosteaa ilmaa keräytyy. Myös alhainen säteilyn määrä, lämpötila ja tiivis hienojakoinen kasvualusta

altistavat mäntyä versosurmalle, jota altistumista lauha talvi edesauttaa. Männyn siirto etelästä pohjoiseen lisää männyn alttiutta versosurmalle.



Kuva 12. Vasen: kuromapesäkkeitä männyn kuorella. Oikea: Kotelomaljoja männyn kuorella
Left: Pycnidia of *Gremmeniella abietina* on Scots pine (*Pinus sylvestris*). Right: Apothecia of *Gremmeniella abietina* on Scots pine. Kuvat/photos: Juha Kaitera.

4.3. Taudin leviäminen ja torjunta

Tauti uhkaa alttiilla kasvupaikoilla mäntytaimikoita, riukuvaiheen männiköitä ja tappaa tiheissä kasvustoissa sekä alaoksia että latvakasvaimia, josta aiheutuu kasvutappioita. Varttuneissa männnyissä tauti tappaa usein vain latvuksen alaoksia. Tauti voi muutamassa vuodessa levitä latvuksessa ja pahimmillaan harventaa kaikenikäiset männiköt vajaatuottoisiksi. Versosurman leviäminen voidaan estää parantamalla puiden alaoksien tuuletusta ja valoisuutta harvennuk-sella, jonka yhteydessä sairaat puut tulee poistaa.

4.4. Yhteenveto tuhoista vuonna 2021

Tuoretta versosurmaa havaittiin vähäisessä määrin nuorten versonkärkien ruskettumisena ke-säkuulta alkaen Pohjois-Pohjanmaalla Pudasjärven alueella. Myös Lapissa versosurmaa esiintyi mäntyjen nuorten versonkärkien ruskettumisena teiden varsilla hyvin vähän. Eteläisessä Suo-messa versosurman määrä oli vähäinen, mutta sitä löytyi jonkin verran taudille aroilla kasvu-paikoilla. Uudet taudin oireet ilmenivät puissa, joissa esiintyi jo ennestään vanhaa tuhoa. Kaiken kaikkiaan uutta tautia ilmeni vähemmän vuonna 2021 kuin 2020.

Viitteet

Kaitera, J. & Jalkanen, R. 1992. Disease history of *Gremmeniella abietina* in a *Pinus sylvestris* stand. *European Journal of Forest Pathology* 22: 371–378.

Kaitera, J., Mäkitalo, K. & Hantula, J. 2015. Incidence of *Gremmeniella abietina* in planted seed-lings of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in northern Finland. *Forest Pathology* 45: 14–20.

5. Havuparikkaan aiheuttamaa tautia, etelänversosurmaa, tavattiin Suomessa ensimmäisen kerran 2021

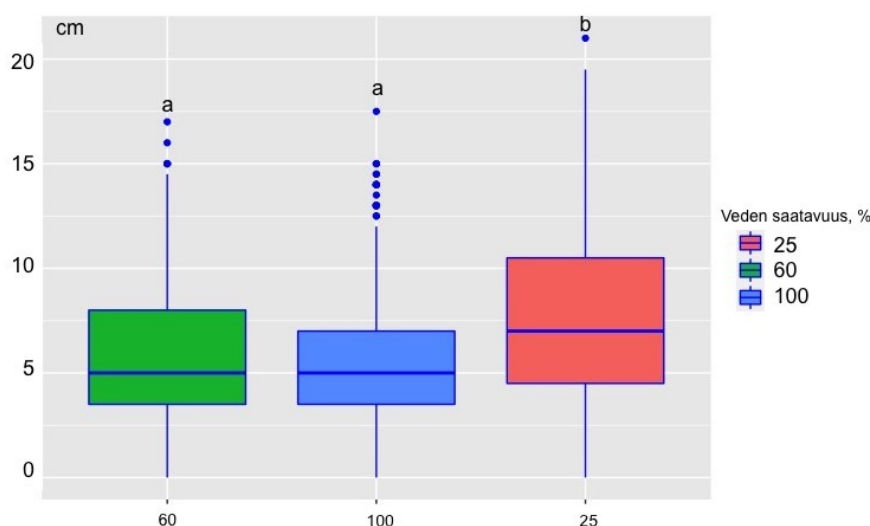
Eeva Terhonen

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

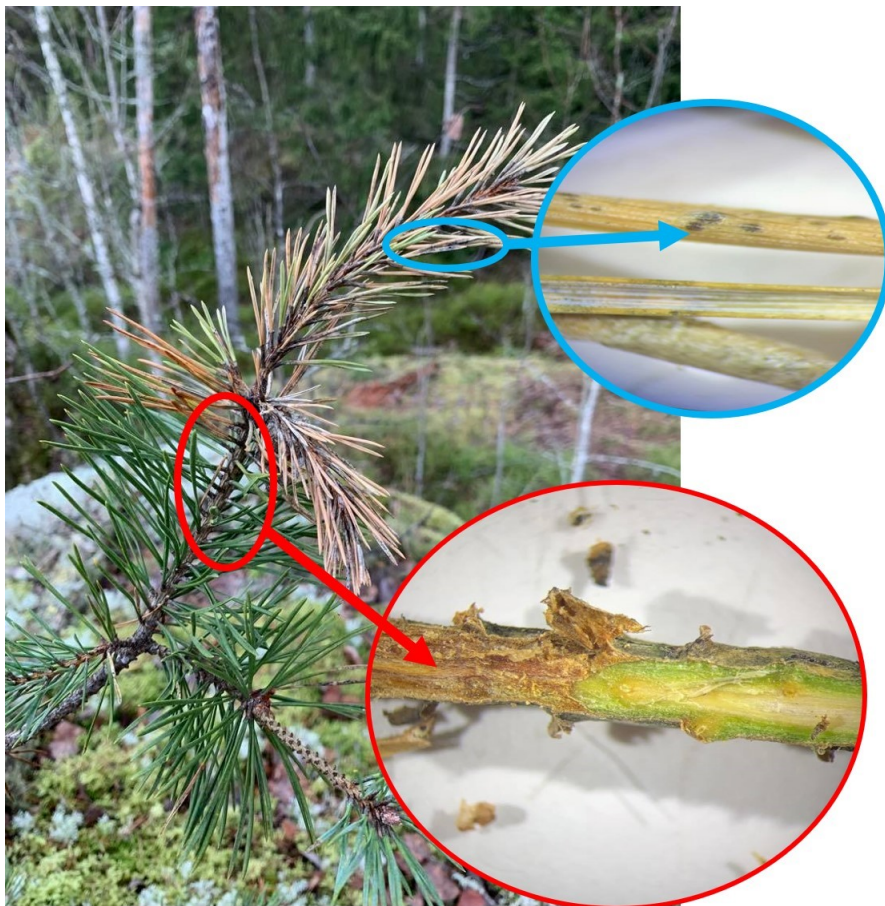
Etelä-Suomessa elokuussa 2021 usealla kohteella havaittiin männyillä, etenkin nuorilla taimilla, vuosikasvainten kuolemista. Tuho on varmistunut etelänversosurmaksi, jonka aiheuttaa havuparikas-sieni (Synonyymeja: *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia sapinea*, *Diplodia pinea*). Kuuma ja kuiva kesä on edesauttanut sienen muuttumista taudinaiheuttajaksi eli patogeeniksi, jolloin se on pystynyt murtamaan puun puolustuskyvyn. Havuparikasta on aikaisemmin löydetty Suomesta saprotrofina (ravintona kuollut orgaaninen aines) kävyistä ja oireettomista männyn vuosikasvaimista, mutta ei koskaan tuhojen yhteydessä. Luonnonvarakeskus (Luke) uutisoi 22.10. lounaisrannikolla havaituista mäntyjen kuolemista. Myös siellä yhdellä kohteella tunnistettiin etelänversosurman oireita, ja otetuista näytteistä on eristetty tautia aiheuttava havuparikas. Lisäksi oireisiin sopivista näytteistä lounaisrannikon saaristosta ja pääkaupunkiseudulta eristettiin havuparikasta.

5.1. Havuparikas, tuhot ja tulevaisuus

Havuparikas on Suomessa uusi, kotelosieniin kuuluva, männyn patogeeni (Terhonen ym. 2021, Terhonen 2021). Havuparikas elää ja leviää oireettomana isäntäkasvissaan, mutta ilmaston muuttuessa se aktivoituu taudinaiheuttajaksi ja pahimmillaan tappaa männyn nopeasti. Etenkin lämpötilan nousu ja kuivuus aiheuttavat männyille ulkoista stressiä, joka edesauttaa tätä patogeeniä ohittamaan mäntyjen puolustuksen (Blumenstein ym. 2021a, Kuva 13).



Kuva 13. Havuparikkaan aiheuttaman kuolleen solukon (nekroosi) määrä vuosikasvaimissa lisääntyy veden volyymin vähentyessä. Veden saatavuuden ollessa vain 25 % optimaalista (100 %) nekroosin määrä on jo tilastollisesti merkittävä. Tilastollista eroa ei löydy 60 % ja optimaalisen (100 %) veden saatavuuden välillä. Tulokset johdettu Blumenstein K, Bußkamp J, Langer G, Terhonen E (vertaisarvioitavana). Necrosis caused by *Sphaeropsis sapinea* in Scots pine increases when water availability is low.



Kuva 14. Havuparikas tappaa vuosikasvaimia kasvukauden aikana ja oireet näkyvät hyvin loppukesästä. Neulaset ruskettuvat tyveltä ja sieni etenee uusimmasta kasvaimesta vanhimpaan. Todennäköisesti havuparikas on tartuttanut uusimman kuluvan vuoden kasvaimen ennen sen puutumista. Oireettomana havuparikasta löytyy myös vanhemmista kasvaimista. Havuparikasta on tästä oksasta eristetty neulasesta ja nilasta (kuolleen ja elävän solukon rajalta). *Sphaeropsis sapinea* kills the current year growth, the symptoms can be seen in July and August. Kuva/Photo: Eeva Terhonen.

Havuparikkaan esiintymisaluetta ja runsautta Suomessa ei tiedetä. Lisäksi se tunnetaan uutena taudinaiheuttajana huonosti, joten sen mahdollinen osuus tuhoista jää Suomessa helposti havaitsematta. Pahimmillaan tauti voi johtaa jopa täysikasvuisten puiden kuolemaan. Oireita ovat harsuuntuminen ja vuosikasvainten kuoleminen kasvukauden aikana (Kuva 14). Etelä-Suomessa elokuussa 2021 usealla kohteella (Helsinki, Vantaa, Tuusula) havaittiin männyillä, etenkin nuorilla taimilla, vuosikasvainten kuolemista (Kuva 14). Oireita esiintyi huomattavasti kuivilla kallioisilla paikoilla. Keski-Euroopassa (Bußkamp 2018, Oliva ym. 2021, Blumenstein ym. 2021a,b) ja Ruotsissa (Oliva ym. 2013, Brodde ym. 2019) aiemmin saatujen kokemusten perusteella etelänversosurmaepidemiaa saattaa sopivien sääolosuhteiden myötä puhjeta äkillisesti monin paikoin Etelä-Suomessa. Tulevaisuudessa lisääntynyt kuivuus vaikuttaa mäntyihin Suomessa (Venäläinen ym. 2020), mikä lisää tuhoriskiä. Vuoden 2021 ensimmäiset havainnot etelänversosurmasta ovat selkeä indikaattori tästä.

Syksyllä 2021 Luke tiedotti (15.11.2021) ensimmäisestä etelänversosurma tuhosta männyillä. Tämä tieto saavutti monet suomalaiset ja saimme muutamalta kohteelta näytteitä, joista eristettiin havuparikasta. Havuparikkaan alkuperä on vielä tuntematon. Hyvin suppea otanta (7 eri yksilöä) viittaa siihen, että se on Suomessa omana osapopulaationa (Adamson et al. 2021).

Hyvin kuivat ja kuumat kesät ovat altistaneet mäntyjä kuivilla kasvupaikoilla taudille. Etenkin taimet ovat taudille alttiita, ja uusimpien kasvainten menetys aiheuttaa taimien kuolemista, kasvun vääristymistä sekä kasvutappioita. Havuparikkaan aiheuttaman taudin, etelänversosurman, ilmaantuminen Suomeen edellyttää, että taudin levinneisyyden ja runsauden, sekä pahimmat tuhoriskit on selvitettävä pikaisesti. Tämä hyödyttää myös yksittäisiä metsän- ja maanomistajia, sekä lisää paikallisten ja alueellisten metsäammattilaisten ennakoivaa osaamista. Myös Suomesta puuttuvat metsänhoitosuosituksot on laadittava mahdollisimman pian.

Viitteet

- Adamson, K., Laas, M., Blumenstein, K., Busskamp, J., Langer, G.J., Klavina, D., Kaur, A., Maaten, T., Mullett, M.S., Müller, M.M., Ondrušková, E., Padari, A., Pilt, E., Riit, T., Solheim, H., Soonvald, L., Tedersoo, L., Terhonen, E. & Drenkhan, R. 2021. Highly clonal structure and abundance of one haplotype characterise the *Diplodia sapinea* populations in Europe and Western Asia. *Journal of Fungi* 7: 634.
- Blumenstein, K., Bußkamp, J., Langer, G.J., Schlößer, R., Parra Rojas, N.M. & Terhonen, E. 2021a. *Sphaeropsis sapinea* and associated endophytes in Scots pine: interactions and effect on the host under variable water content. *Frontiers in Forests and Global Change* 4: 655769.
- Blumenstein, K., Bußkamp, J., Langer, G. & Terhonen, E. 2022. Diplodia tip blight pathogen implies increased threat to the Scots pine forests due to stronger virulence from strains originating from non-pine hosts that is reinforced by drought. Under Review.
- Blumenstein, K., Bußkamp, J., Langer, E., Langer, G. & Terhonen, E. 2021b. The Diplodia tip blight pathogen *Sphaeropsis sapinea* is the most common fungus in Scots pines' mycobiome irrespective of health status – a case study from Germany. *Journal of Fungi* 7: 607.
- 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-Triebs-terbens“ der Kiefer, insbesondere des endophytischen Vorkommens in den klimasensiblen Räumen und Identifikation von den in Kiefer (*Pinus sylvestris*) vorkommenden Endophyten. Universität Kassel, Kassel.
- 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.
- Terhonen E. 2021. Etelänversosurma (*Sphaeropsis sapinea*) – uusi uhka männyille Suomessa? *Metsätieteen aikakauskirja* 2021, 10519.
- Terhonen, E., Babalola, J., Kasanen, R., Jalkanen, R. & Blumenstein, K. 2021. *Sphaeropsis sapinea* found as symptomless endophyte in Finland. *Silva Fennica* 55:13.
- Venäläinen, A., Lehtonen, I., Laapas, M., Ruosteenoja, K., Tikkanen, O-P., Viiri, H., Ikonen, V-P. & Peltola, H. 2020. Climate change induces multiple risks to boreal forests and forestry in Finland: A literature review. *Global Change Biology* 26: 4178–4196.

6. Mustakoro jatkaa tasaista esiintymistään Suomen kuusikoissa

Anne Uimari, Marja Poteri ja Martti Vuorinen

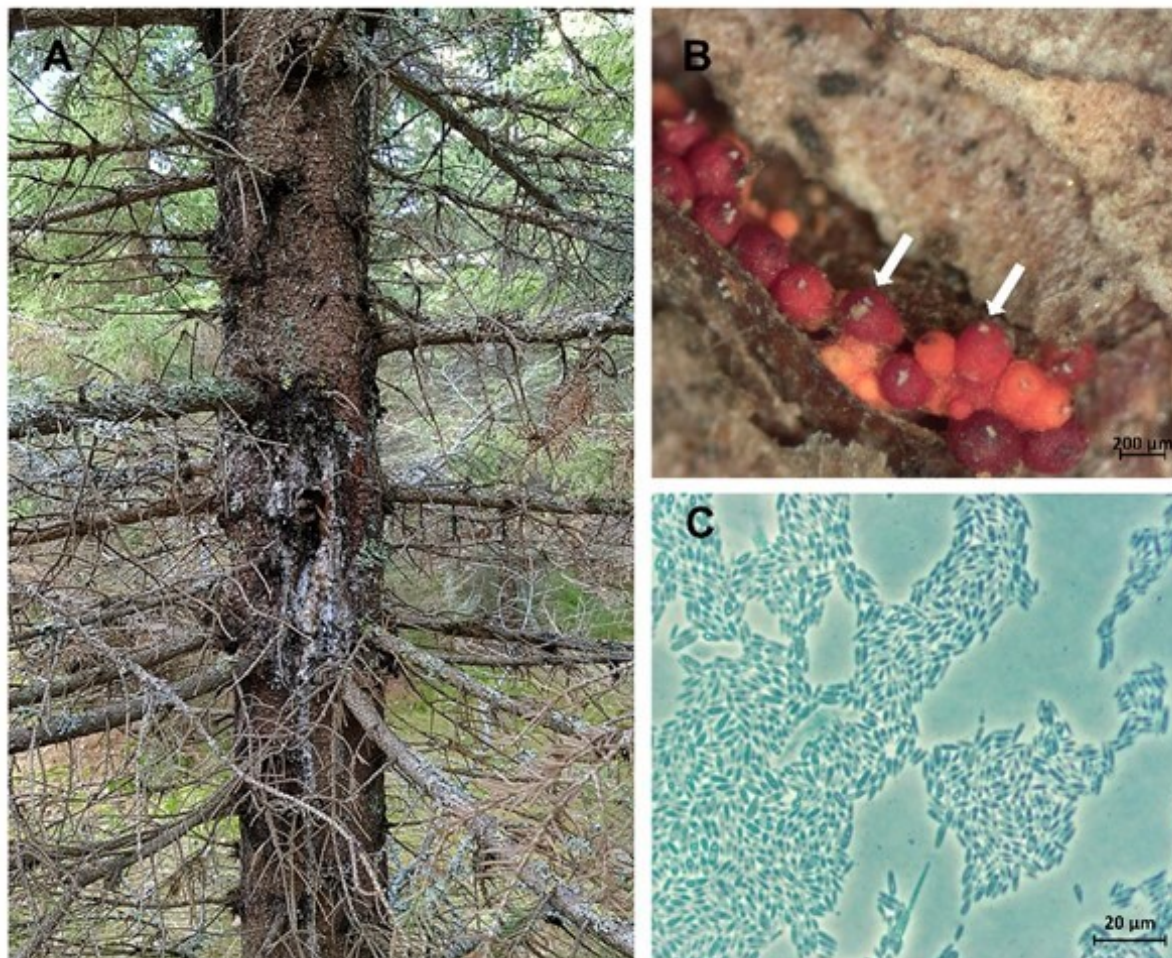
Luonnonvarakeskus (Luke), Juntintie 154, 77600 Suonenjoki, anne.uimari@luke.fi

Mustakoron esiintyvyyteen Suomen kuusikoissa alettiin kiinnittää huomiota 2000-luvun alkupuolella. Taudin aiheuttajaksi paljastui aiemmin kuusen haavaloisena ja heikkona patogeenina tunnettu *Corinectria fuckeliana* (synonyymi *Neonectria fuckeliana*). Sieni esiintyy pohjoisella pallonpuoliskolla etupäässä kuusella (*Picea abies*), kun taas eteläisellä pallonpuoliskolla Uudessa-Seelannissa ja Chillessä se on yhdistetty radiatamännyn (*Pinus radiata*) korotauteihin.

6.1. Mustakoro leviää sienien koteloitiöiden välityksellä ja aiheuttaa monen asteista tuhoa

C. fuckeliana -infektion tyypillisiä oireita ovat pihkavuotoiset korot puun rungossa ja oksissa sekä kuivat oksat ja latvakasvaimet (Kuva 15). Metsänviljelyyn mustakorosta aiheutuu ensisijaisesti laadullisia ja kasvullisia tappioita. Mustakoro voi myös johtaa puiden kuolemaan ja suurempiin tuhoihin, varsinkin jos taudin etenemistä edesauttavat joko muut taudin- ja tuhonaiheuttajat tai abioottiset tekijät, kuten maaperän kosteustasapainon häiriöt. Suomessa kesinä 2013–2015 pahimpia mustakorotuhvoja havaittiin nuorissa kuusikoissa, joissa esiintyi myös Keski-Euroopassa tunnettu kuusitaimikoiden tuhoaja ruskokiiltokääriäinen (*Cydia pactolana*). Perhosta ei ole viime vuosina tavattu suurina määrinä Suomessa eikä sen hetkellisen massaesiintymisen syytä tiedetä.

Luonnossa mustakoro leviää ensisijaisesti tuottamiensa suvullisten koteloitiöiden välityksellä. Kypsyneet itiöt purkautuvat puun kuorelle kasvaneista pienistä (200–400 µm) punaisista itiöemistä ja kulkeutuvat todennäköisimmin kosteuden mukana uusiin tartutuskohteisiin (Kuva 15B). Sieni tuottaa laboratorio-olosuhteissa myös runsaasti suvuttomia itiöitä, mikrokonidioita, mutta näillä itiöillä ei uskota olevan merkitystä taudin leviämiseen luonnossa (Kuva 15C).



Kuva 15. *Corinectria fuckeliana* -sieni tuhonaiheuttajana. A) *C. fuckeliana* -sienen aiheuttamia pihkavuotoisia koroja kuusen rungossa ja kuivuvia kuolleita oksia. B) Kuusen kuorelle kehittyviä sienen itiöemiä (kotelopullo, periteekio), joista kypsät suvulliset itiöt purkautuvat vaaleana massana (nuolet). C) Laboratoriossa keinotekoisella kasvualustalla kasvaneen *C. fuckeliana* -sienen tuottamia suvuttomia itiöitä. A) Bleeding cankers on the stem of Norway spruce due to *Corinectria fuckeliana* infection. B) Perithecia on Norway spruce bark. C) In laboratory conditions *C. fuckeliana* produces conidiospores. Kuvat/Photos: Anne Uimari.

6.2. Mustakoro yleinen eteläisen ja keskisen Suomen nuorissa, peltomaille perustetuissa kuusikoissa

Suomessa mustakoroa on tavattu monen ikäisistä kuusikoista, mutta lisääntyneen esiintymisen yleisimpiä kohteita ovat olleet nuorehkot, 5–20-vuotiaat, voimakaskasvuiset taimikot, jotka usein on perustettu entisille peltomaille. Nämä kasvupaikat ovat usein hyvin typpipitoisia ja saattavat kärsiä boorin puutteesta. Ei kuitenkaan tiedetä, minkä verran maaperän ravinnetasapainolla on merkitystä mustakoroon esiintyvyyteen. Myös enimmäkseen puukuolemat on tavattu näissä nuorissa taimikoissa.

Mustakorosta on tähän mennessä eniten havaintoja eteläisestä ja keskisestä Suomesta sekä erityisen paljon Pohjois-Savosta. Länsi-Suomesta ja rannikolta (mm. Turun seutu ja Kemiön saari) on myös raportoitu tautitapauksia. Pohjoisesta *C. fuckeliana* -sientä on löydetty kuusi-näytteistä, mutta metsätuhoja liittyen mustakoroon ei ole raportoitu. Taudin keskittymiseen

havaituille kohteille saattaa vaikuttaa kuusen yleisempi viljely Suomen etelä- ja itäosissa verrattuna pohjoiseen ja länteen. Myös ilmastollisilla eroilla saattaa olla vaikutusta taudin jakaantuneeseen esiintymiseen eri puolilla Suomea.

Mustakoro on viimeisen kahden vuosikymmenen aikana vakiinnuttanut paikkansa kuusen metsäpuutautina. *C. fuckeliana* -sienestä tuhonaiheuttajana ei ole pitkäaikaista tutkimus- ja seuranta-tietoa ja näin ollen ennustettavuus taudin esiintymisestä ja sen aiheuttamien tuhojen kehityssuunnasta on epävarmaa. Muuttuvan ilmaston uskotaan kuitenkin vaikuttavan mustakoron, kuten monien muidenkin metsäpuutautien, esiintymiseen joko suoraan muuttuneilla elinolosuhteilla tai välillisesti vaikuttamalla isäntäkasveihin ja muihin tuhonaiheuttajiin, jotka mahdollisesti ovat vuorovaikutuksessa *C. fuckeliana* -sienen kanssa.

7. Metsätuhot Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2021

Juha Kaitera

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

7.1. Tervasroso

Tervasroso-sieni (*Cronartium pini*) tappaa sekä nuoria että varttuneita mäntyjä. Sieni aiheuttaa koroja oksissa ja rungolla, männyn latvan kuolemisen ja pahimmillaan koko puun kuolemisen. Taudista seuraa männylle kasvu-, tilavuus- ja arvotappioita. Vakavasti sairaissa männiköissä puusto saatetaan joutua uudistamaan ennenaikaisesti. Tervasroso leviää joko väli-isäntäkasvien välityksellä tai suoraan männystä mäntyyn. Alttiita tautia levittäviä kasvilajeja tunnetaan yli 150. Metsissä ja puutarhoissa tautia voivat levittää mm. maitikat, silmäruohot, kuusiot, laukut, käärmeenpistonyrtti ja pionit (Kaitera et al. 2015; Kuva 16). Sieni muodostaa männyllä pääasiassa kesäkuussa helmi-itiöpesäkkeitä, joista se leviää helmi-itiöiden avulla joko väli-isäntäkasvien lehdille tai suoraan männystä mäntyyn. Väli-isäntäkasvien lehdillä muodostuvat heinä-elokuussa sienen kesä- ja talvi-itiöpesäkkeet, joista sieni leviää loppukesällä kantaitiöiden avulla edelleen mäntyyn.

7.2. Tervasroso Pohjois-Pohjanmaalla

Uutta tervasrosoa havaittiin ruskettuneina oksina ja helmi-itiöpesäkkeiden muodostumisena nuorissa männyn oksissa kohtalaisesti Pudasjärven seudulla ja Koillismaalla. Uutta tautia esiintyi sekä kuivilla kankailla, jossa sienen väli-isäntäkasveja ei esiinny, että tuoreissa kuusi-mänty sekametsissä, joissa esiintyy sienen alttiista väli-isäntäkasveista metsämaitikkaa ja silmäruohoja. Etenkin Pudasjärven ja Puolangan alueilla uutta tautia esiintyi runsaasti, joten tällä alueella tauti lisääntyy luultavasti jatkossa. Kroonisilla tuhoalueilla Länsi-Lapissa, joilla tautia on esiintynyt männiköissä jo 1980-luvulta lähtien, taudin voimakas itiölevintä näyttää jatkuvan edelleen.



Kuva 16. Tervasrosan kesä- ja talvi-itiöpesäkkeitä jalopionin lehdillä. Uredinia and telia of *Cronartium pini* on leaves of *Paeonia lactiflora*. Kuva/Photo: Juha Kaitera.

7.3. Harmaakaristetuhot

Harmaakaristetta aiheuttaa *Lophodermella sulcigena* -kotelosieni, joka muuttaa männyn neulasen ensin ruosteenpunaisiksi ja sen jälkeen harmaaksi syksyllä. Sairaissa neulasissa ilmenee mustia poikkivöitä ja seuraavana kesänä itiöemiä, hysterotheekioita (Kuva 17). Tautia esiintyy yleisenä rehevissä männyn viljelytaimikoissa ja nuorissa männiköissä. Harmaakariste-epidemiat kestävät yleensä vain muutamia vuosia kerrallaan. Peräkkäisinä vuosina toistuvat epidemiat voivat alentaa säde- ja tilavuuskasvua hetkellisesti merkittävästi, mutta pysyvät haitat jäävät männiköissä yleensä vähäisiksi. Tautia voidaan torjua välttämällä männyn viljelyä reheville kasvupaikoille ja poistamalla vakavasti sairaat männyt (Jalkanen 1986). Harmaakaristetta ei havaittu nuorien mäntyjen kasvaimien neulasissa Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2021.



Kuva 17. Harmaakaristeen oireita ja hysterotheekioita männyn neulasilla. Symptoms of *Lophodermella* needle cast with hysterothecia of *Lophodermella sulcigena* on needles of Scots pine. Kuva/Photo: Juha Kaitera.

7.4. Lehtilaikkutaudit

Koivunruoste-sieni (*Melampsorium betulinum*) kellastuttaa loppukesästä koivujen lehtiä ennen aikaisesti. Sieni talvehtii joko lehdissä tai silmusuomuissa ja leviää lehtikuuseen avulla, joka ei kuitenkaan ole välttämätön sienien leviämiseksi. Taudin esiintymistä koivulla lisää kesän voimakas sateisuus. Sienen kesäitiöpesäkkeet aiheuttavat koivun lehdillä keltaisen värityksen. Koivun lehtilaikkutautia aiheuttavat niin ikään *Pyrenopeziza betulicola* ja *Marssonina betulae* -sienet, jonka seurauksena koivun lehdet varisevat ennen aikaisesti syyskesällä. Taudin oireita ovat ruskeat laikut koivun lehdillä. Koivunruostetta havaittiin erittäin vähän koivuilla Pohjois-Pohjanmaalla ja Koillismaalla loppukesästä ja alkusyksystä 2021. Sen sijaan koivun lehtilaikkutautia havaittiin kohtalaisesti Pohjois-Pohjanmaalla elo–syyskuussa 2021.

7.5. Kuusensuopursuruostetuhot

Chrysomyxa ledi -ruostesieni aiheuttaa kuusensuopursuruostetta eri kuusilajeilla. Sieni leviää touko-kesäkuussa kantaitiöiden avulla talvehtineilta suopursun lehdistä nuoriin kasvaviin

kuusen neulasiin ja emikukkiin/käpyihin. Leviämistä edesauttaa alkukesän sateisuus. Kuusen neulasilla ja nuorissa kävyissä (Kaitera et al. 2010) kehittyvät heinä-elokuussa sienen oranssit helmi-itiöpesäkkeet (Kuva 18). Loppukesästä vesistöt värjäytyvät sienen helmi-itiöistä. Kuusensuopursuruostetta havaittiin kohtalaisesti kuusen nuorissa neulasissa Pohjois-Pohjanmaalla 2021. Uutta tautia esiintyi edellisvuotta enemmän.



Kuva 18. Kuusensuopursuruosteen helmi-itiöpesäkkeitä nuorten kuusen kasvaimien neulasilla. Aecia of *Chrysomyxa ledi* on current-year needles of Norway spruce (*Picea abies*). Kuva/Photo: Juha Kaitera.

7.6. Kuusen käpyruostetuhot

Kuusentuomiruoste, jota aiheuttaa *Thekopsora areolata* -ruostesieni, leviää talvehtineilta tuomen lehdiltä kantaitiöiden avulla kuusen käpyihin aiheuttaen käpysuomujen ennen aikaista avautumista. Sieni leviää vain tuomensukuisten lajien avulla (Kaitera et al. 2019). Sieni voi alentaa siementen itävyyden kymmenesosaan sairaisissa kävyissä (Kaitera & Tillman-Sutela 2014). Ruoste alentaa siemensatoa aiheuttaen merkittäviä taloudellisia menetyksiä varsinkin kuusen siemenviljelmillä. Myös kuusentalvikkiruoste (*Chrysomyxa pirolata*) alentaa siemensatoa, ja sieni leviää talvikkien välityksellä (Kaitera & Tillman-Sutela 2015).

Kuusella oli erinomainen kukinta vuonna 2021. Kuusentuomiruostetta esiintyi keskimäärin n. 10 %:ssa nuoria käpyjä Oulun seudulla Pohjois-Pohjanmaalla. Tautia esiintyi pahimmillaan n. 20 %:ssa nuoria käpyjä. Tuomen lehdissä esiintyi erittäin runsaasti sienen talvi-itiöpesäkkeitä syksyllä 2021, joten talvehtiva tartunnan saanut lehtimassa oli runsas, mikä mahdollistaa sienin voimakkaan itiölevinnän otollisissa olosuhteissa talvehtineilta tuomen lehdiltä alkukesästä

2022. Syksyn 2020 alhainen taudin määrä talvehtineilla tuomen lehdillä ei täysin selitä kohtalaisen voimakasta nuorten käpyjen tuomiruosteisuutta kesällä 2021. Voimakkaat myrskyt ja niiden mukana tulleet sateet touko-kesäkuussa 2021 luultavasti edesauttoivat sienien tartuntaa sekä helmi-itiöiden avulla vanhoista sairaista kävyistä nuoriin tuomen lehtiin että kantaitiöiden avulla talvehtineista tuomen lehdistä emikukkiin lisäten siten taudin määrää. Käpyjen tartuntaan on luultavasti vaikuttanut myös sienien kaukolevintä ilmavirtausten kautta Pohjois-Pohjanmaalla. Sienen kaukolevintää tiedetään tapahtuvan tuomettomilla kuusen siemenviljelmillä (Kaitera et al. 2021). Kuusentalvikkiruostetta esiintyi nuorissa kuusen kävyissä Oulun seudulla vähän ja vain hyvin satunnaisesti.

7.7. Muut tuhot

Pahimmat metsätuhot Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa aiheuttivat myrskyt vuonna 2021. Merkittäviä myrskytuhoja Oulu-Pudasjärvi-Suomussalmi-Kuusamo -linjalla syntyi 22.6. jälkeen Paula-myrskyn aiheuttamana. Tuoretta männyn versoruostetta, jota aiheuttaa *Melampsora piniatorqua* -ruostesieni, ei havaittu Pohjois-Pohjanmaalla vuonna 2021. Kehräjäkoita (*Yponomeuta* spp.) esiintyi paikoin runsaasti tuomella ja vähäisemmässä määrin pihlajalla Oulun seudulla. Tuoretta versosurmaa, jota aiheuttaa *Gremmeniella abietina* -kotelosieni, havaittiin nuorten männyn verson kärkien ruskettumisena Pohjois-Pohjanmaalla hyvin vähän vuonna 2021. Tautia esiintyi alueella vähemmän kuin vuonna 2020.

Viitteet

- Jalkanen, R. 1986. *Lophodermella sulcigena* on Scots pine in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 136: 1–41.
- Kaitera, J. & Tillman-Sutela, E. 2014. Germination capacity of *Thekopsora areolata* aeciospores and the effect of cone rusts on seeds of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 29: 22–26. <https://doi.org/10.1080/02827581.2013.844851>
- Kaitera, J. & Tillman-Sutela, E. 2015. Fruiting and sporulation of inland spruce cone rust (*Chrysomyxa pirolata* Wint.) on bells wintergreen [*Orthilia secunda* (L.) House] in relation to environmental factors in northern Finland. *Baltic Forestry* 21(1): 38–43. [https://www.balticforestry.mt/bf/PDF_Articles/2015-21\[1\]/Fruiting%20and%20Sporulation%20of%20Inland%20Spruce%20Cone%20Rust.pdf](https://www.balticforestry.mt/bf/PDF_Articles/2015-21[1]/Fruiting%20and%20Sporulation%20of%20Inland%20Spruce%20Cone%20Rust.pdf)
- Kaitera, J., Tillman-Sutela, E. & Kauppi, A. 2010. *Chrysomyxa ledi*, a new rust fungus sporulating in cone scales of *Picea abies* in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25: 202–207. <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.488657>
- Kaitera, J., Hiltunen, R. & Hantula, J. 2015. *Cronartium* rusts sporulation on hemiparasitic plants. *Plant Pathology* 64: 738–747. <https://doi.org/10.1111/ppa.12291>
- Kaitera, J., Kauppila, T. & Hantula, J. 2019. Pathogenicity of *Thekopsora areolata* from seed orchards in Finland on *Prunus* spp. and *Picea abies*. *Forest Pathology*, 2019 (6); 49:e12567, 9p. <https://doi.org/10.1111/efp.12567>
- Kaitera, J., Aarnio, L., Karhu, J. & Ylioja, T. 2021. Temporal sporulation of *Thekopsora areolata* and *Chrysomyxa* spp. in Finnish Norway spruce seed orchards. *Forest Ecology and Management* 499 (2021) 119557 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119557>

8. Mesisienituhot muuttuvassa ilmastossa ja mahdolliset torjuntakeinot

Eeva Vainio, Tuula Piri ja Jarkko Hantula

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

Suomen kahta yleisintä mesisienilajia, pohjanmesisientä ja nuijamesisientä, esiintyy monilla puulajeilla ja molemmat kuuluvat puistojen ja taajamametsien tyypilliseen lajistoon. Luonnon- ja talousmetsissä mesisienilahoa esiintyy usein valmiiksi heikentyneissä puissa esimerkiksi kuusella ankaran kuivuusjakson jälkeen tai juurikäpätuhojen yhteydessä. Mesisienet aiheuttavatkin juurikäävän jälkeen toiseksi eniten lahoa kivennäismaiden kuusikoissa ja niitä esiintyy usein kuivuudesta kärsivissä saarissa mutta toisaalta myös turvemaidella. Ojitetuilla turvekankailla, missä on aiemmin kasvanut hieskoivua, mesisieni on usein pääasiallinen kuusen lahottaja. Mesisienitartunta voi levitä puiden vauriokohtiin itiöiden välityksellä tai kasvullisesti rihmastojuurien avulla, ja yksi mesisienirihmasto voi Suomen olosuhteissa levitä kymmenien metrien alalle. Rihmasto on hyvin pitkäikäinen, ja kuolleet puut ja kannot voivat toimia pitkään tartunnanlähteenä, joten sienien torjunta on vaikeaa, jos se on päässyt pesiytymään kasvupaikalle.

Mesisienituhojen oletetaan lisääntyvän ilmaston lämmetessä ja pitkien kuivuusjaksojen yleistyessä. Tulevaisuudessa myös jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen ja sekametsätalouden odotetaan lisääntyvän. Tästä syystä on tarpeen selvittää tarkemmin mesisien leviämismahdollisuuksia erilaisissa ympäristöolosuhteissa sekä erilaisiin metsänkasvatusmenetelmiin liittyen. Parhaillaan olemme tutkimassa mm. missä määrin mesisien valtaama lehtipuuaines voi toimia infektiolähteenä läheisille havupuille suomalaisissa olosuhteissa. Jotta voidaan tarkastella yksittäisen mesisienirihmaston leviämistä puiden tai puulajien välillä, täytyy määrittää edustavatko läheisissä puissa esiintyvät sienirihmastot samaa yksilöä (genotyyppiä). Samalla menetelmällä saadaan myös tietoa erilaisten mesisieniyksilöiden kokonaismäärästä tutkittavissa metsiköissä ja sienien pääasiallisesta leviämistavasta: suuri määrä erilaisia genotyyppiä viittaa pääosin itiövälitteiseen levintään, kun taas suuri rihmastokoko ilmentää pääosin kasvullista leviämistapaa. Tietoa voidaan myöhemmin hyödyntää suunniteltaessa sopivinta torjuntamuotoa. Lukessa selvitetään myös mesisieniltä äskettäin löytyneiden virusten mahdollisia vaikutuksia isäntäsieniinsä. Toiveissa olisi löytää viruksia, jotka heikentäisivät isäntäsienensä kasvua ja joita voitaisiin siten hyödyntää tulevaisuudessa lahontorjuntamenetelmänä. Lisäksi virusten esiintymistä kartoittamalla saadaan lisätietoa niiden leviämisreiteistä ja yleisyydestä.



Kuva 19. Nuijamesisien itiöemiä. Tämä laji esiintyy tyypillisimmin laholla lehtipuulla, esimerkiksi puun kannoissa ja maahan hautautuneessa lehtipuuaineksessa. Sienen rihmasto voi levitä niistä edelleen heikentyneisiin havupuihin. *Armillaria lutea* basidiocarps can be found in decayed wood material, for example from the stumps. There it can spread to neighbouring weakened conifer trees. Kuva/Photo: Eeva Vainio.

9. Okakaarnakuoriainen ja sen kuljettamat sienilajit

Thorhildur Isberg¹⁾, Heikki Nuorteva²⁾, Risto Kasanen¹⁾ ja Riikka Linnakoski²⁾

¹⁾ Helsingin Yliopisto, Metsätieteiden laitos, Latokartanonkaari 7, 00790 Helsinki, thorhildur.is@gmail.com, risto.kasanen@helsinki.fi

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, heikki.nuorteva@luke.fi, riikka.linnakoski@luke.fi

9.1. Okakaarnakuoriainen Suomessa

Okakaarnakuoriainen (*Ips acuminatus*) on pieni mäntymetsistä löytyvä kaarnakuoriaislaji, jota esiintyy luontaisesti Suomessa ja Euraasiassa (Wood & Bright 1992). Okakaarnakuoriainen kaivaa männyn ohuen kuoren alle tähtimäisen syömäkuvion, jossa emokäytävät ovat pitkät ja kääntyvät puun pituussuuntaan. Emokäytävät ovat lajille tyypillisesti purun täyttämiä ja toukakäytävät ovat lyhyet. Okakaarnakuoriaiset parveilevat touko-kesäkuussa ilman lämpötilan saavutettua 18 °C. Aikuiset kuoriutuvat heinäkuun lopulla ja aloittavat ravintosityöntinsä kuoren alla. Okakaarnakuoriaiset talvehtivat aikuisina joko kaarnan alla tai maassa. Okakaarnakuoriaisen levinneisyysalue Suomessa painottui 1950-luvulta lähtien maan pohjois- ja itäosiin, ilman havaintoja eteläisimmästä Suomesta (Puukko 1981). Lajin tiedettiin sinistävän kuorellista puutavaraa, mutta sen merkitystä eläville puille pidettiin taloudellisesti vähäisenä (Bakke 1968). Vuosituhannen alussa lajin raportoitiin aiheuttaneen tuhoja Keski- ja Etelä-Euroopan männiköissä muun muassa Italian Dolomiiteilla ja 2008 alkaen myös Suomessa (Colombari ym. 2012, Siitonen 2014, Nuorteva & Linnakoski 2022). Syytä lajin aktivoitumisesta elävien mäntyjen tuholaisena ei tiedetä, mutta tuhojen lisääntymisen epäiltiin liittyvän ilmaston lämpenemiskehitykseen (Rebetez & Dobbartin 2004, Colombari ym. 2012).



Kuva 20. Voimakkaasti sinistynyt männyn oksa okakaarnakuoriaistuhokohteella. Bluestain wood discoloration caused in Scots pine branch. Kuva/Photo: Heikki Nuorteva.

Okakaarnakuoriainen elää pääasiassa hakkuutähteissä ja kuolleissa puissa, mutta se voi levitä myös eläviin, heikentyneisiin mäntyihin (Siitonen 2014). Se iskeytyy heikentyneiden mäntyjien latvaosien oksiin ja hilsekaarnaiseen runkoon. Puuhun iskeytyessään okakaarnakuoriaiset tuovat mukanaan myös sinistäjäsieniä, jotka estävät vedenkulkua puussa ja aiheuttavat sinistymistä (kuva 20). Voimakas sinistymä laskee puutavaran arvoa. Osa kaarnakuoriaisten kuljettamista seuralaissienistä voi olla myös taudinaiheuttajia puilla.

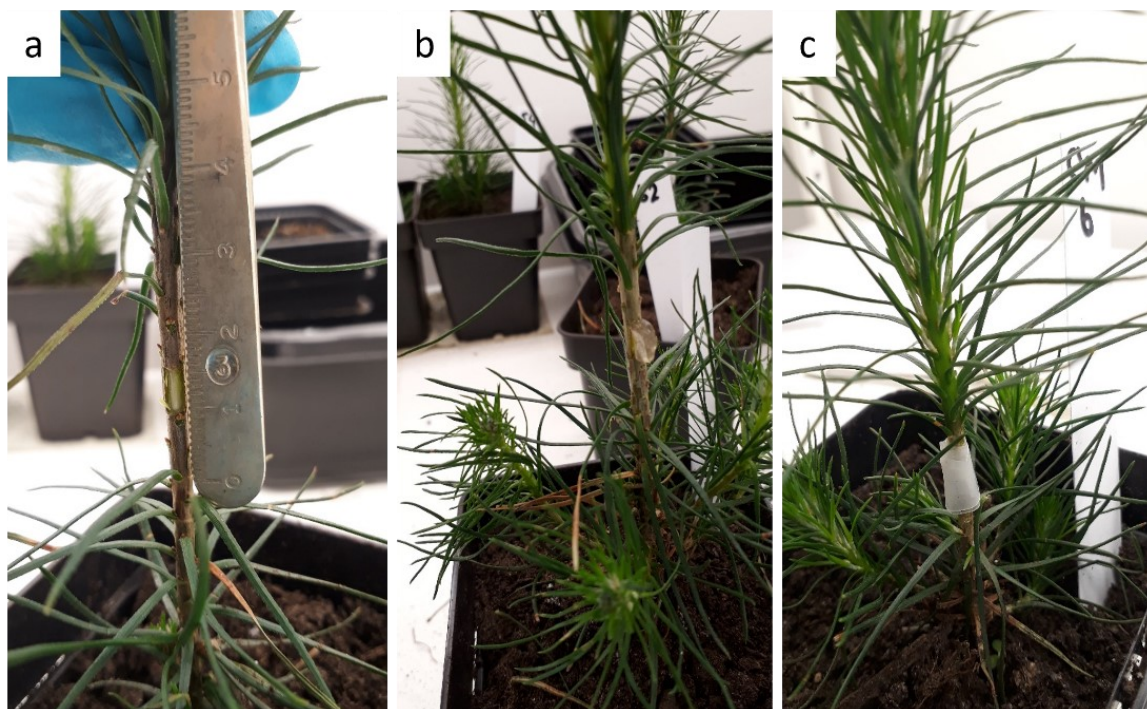
9.2. Seuralaissienet

Okakaarnakuoriaisten kuljettamista seuralaissienistä Suomessa tiedetään toistaiseksi vain hyvin vähän. Keski- ja Itä-Euroopassa sekä Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa okakaarnakuoriaisen seuralaissienilajeina on todettu esiintyvän mm. useita *Ophiostoma*-suvun sinistäjäsieniä (*Ophiostoma canum*, *O. clavatum*, *O. ips*, *O. minus*, *O. piceae*, *O. piliferum* (Kirisits 2004, Linnakoski ym. 2012, Davydenko ym. 2017). Muita okakaarnakuoriaisen kuljettamia sinistäjäsieniä ovat esimerkiksi *Leptographium lundbergii* ja *Ceratocystis coerulescens*. Seuralaissieninä esiintyy myös *Hyalorhinocladiella macrospora*, jota okakaarnakuoriaisen on havaittu käyttävän ravinnokseen (Kirisits 2004, Villari ym. 2012). Okakaarnakuoriaiseen liitettiin ennen myös *O. brunneo-ciliatum*-sinistäjäsieniä Keski-Euroopassa (Villari ym. 2012), mutta DNA-analyysit ovat osoittaneet sen esiintyvän pikakirjoittajan (*Ips sexdentatus*) seuralaissieninä (Linnakoski ym. 2015). Okakaarnakuoriaisen kuljettamat sienilajit voivat myös olla patogeenisia (taudinaiheuttajia) (Kirisits 2004, Davydenko ym. 2017). Patogeeninen sieni ei kuitenkaan yksin aiheuta puun kuolemaa (Lieutier ym. 2009), vaan puun puolustus heikkenee useiden stressitekijöiden seurauksena.

Vuonna 2019 kesä-heinäkuussa Maskussa ruskettui ja kuoli varttuneita mäntyjä arviolta viikossa-kahdessa (Nuorteva & Linnakoski 2022). Tuhoutuneiden mäntyjien runkojen yläosat olivat kauttaaltaan okakaarnakuoriaisen käytäväkuvioiden peittämiä. Ohuen hilsekuoren alta pyydytetyjä okakaarnakuoriaisaikuisia ja oksanäytteitä kerättiin tarkempia laboratoriotutkimuksia ja sienieristyksiä varten. Oksanäytteistä havaittiin, että puuaineksestä oli voimakkaasti sinistynyt (kuva 20). Sekä okakaarnakuoriaisaikuisista että oksanäytteistä eristettiin *Ophiostoma clavatum*-sinistäjäsieniä. Tämä löydös on Suomessa ensimmäinen. Muualla Euroopassa tehdyissä tutkimuksissa *O. clavatum*-sinistäjäsienen on havaittu esiintyvän okakaarnakuoriaisen seuralaissieninä (Linnakoski ym. 2016). Lajin patogeenisuutta männynllä ei ole tutkittu Suomessa aikaisemmin.

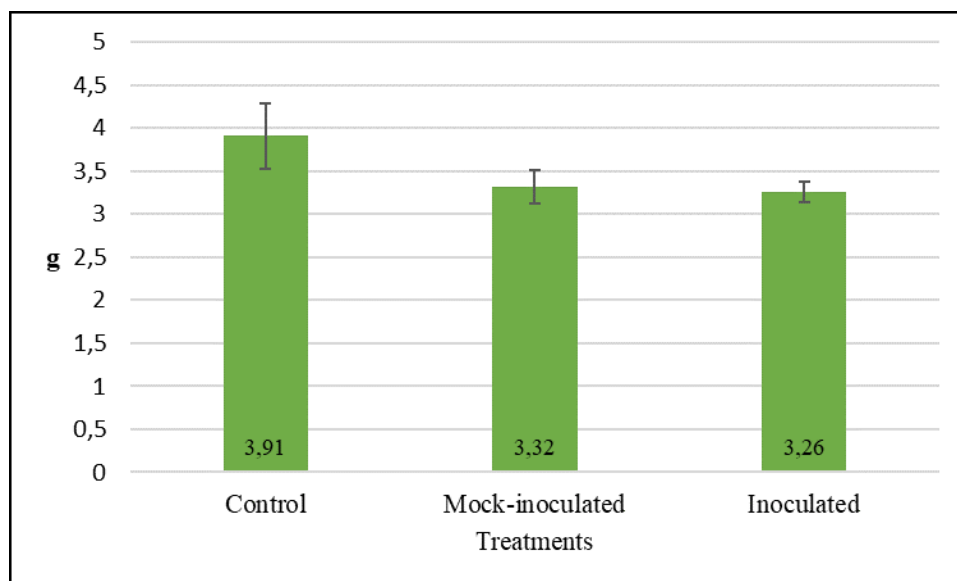
9.3. Patogeenisuuskokeen tuloksia

Tutkimuksemme tarkoituksena oli selvittää Suomesta Maskun mäntytuhoalueelta eristetyn *O. clavatum*-sienen taudinaiheuttamiskykyä kotimaista alkuperää olevilla männyntaimilla (Isberg 2021). Tutkimus tehtiin 1-vuotiailla männyntaimilla (n=88). Yhteensä 66 taimea ympätettiin *O. clavatum*-sienellä, kontrolleina olivat 10 taimea, joihin tehtiin mekaaninen vioitus, sekä 12 käsittelemätöntä kontrolli taimea. Ympättyihin männyntaimiin tehtiin 3x4 mm viotukset, joihin ympätettiin ravinnealustalla kasvavaa *O. clavatum*-sientä (kuva 21). Vastaavaa menetelmää käytettiin myös kontrollina toimivissa taimissa sillä erotuksella, että haavoihin ympätettiin pelkästään puhdasta ravinnealustaa ilman sientä. Kahdeksan viikkoa kestävä kokeen aikana tehtiin säännöllisesti havaintoja mahdollisista ulkoisista taudinnoireista. Taimien kasvu mitattiin kokeen aluksi ja sen päätyttyä. Kokeen päätyttyä myös tarttumaluku tarkistettiin ympätetyissä taimissa, ja taimet kuivatettiin ja punnittiin.



Kuva 21. Ympäpöksen toteutus: a) vioitettu kuori, b) ympätty haava, ja c) suljettu haava. Inoculation: a) wounded bark, b) inoculation with fungi, c) closed. Kuva/Photo: Thorhildur Isberg.

Kahdeksan viikon seurannan jälkeen havaittiin, että 45 % taimista oli saanut *O. clavatum* tartunnan. Vaikka tartunta löytyi mänyntaimien soluista, niin ulkoisesti taimet eivät oireilleet. Käsittelemättömän kontrolliryhmän ja sienellä ympätyn ryhmän välillä havaittiin tilastollinen ero kuivapainoissa (Kuva 22). Inokulointi (sieni ja haavoitus) oli vähentänyt taimien kasvua (kuivapainoa). Tästä johtuen voi olettaa että *O. clavatum* sienen patogeeninen potentiaali on pieni ilman muita stressitekijöitä, kuten kuivuutta.



Kuva 22. Mänyntaimien kuivapainon (g) keskiarvo ja keskivirheet. Käsittelemättömän kontrolliryhmän ja sienellä inokuloitujen ryhmän välillä on tilastollisesti merkittävä ero ($p < 0.05$), eli inokuloitujen taimien kuivapaino on tilastollisesti pienempi kuin käsittelemättömien kontrollitaimien. Infected seedlings dry weight is statistically lower than in the untreated control group.

9.4. Ilmastonmuutoksen vaikutus

Useimmat kaarnakuoriaiset ovat harmittomia metsän asukkeja. Osa kuitenkin kykenee aiheuttamaan merkittäviäkin metsätuhoja suotuisissa olosuhteissa. Okakaarnakuoriaisen esiintymien lisääntyminen viime vuosina voi johtaa suurempiin tuhoihin kuin tähän mennessä. Merkkejä siitä on tällä vuosisadalla ollut nähtävissä sekä Euroopan vuoristoissa (Wermelinger ym. 2008) että Suomen mäntymetsissä (Siitonen 2014). Okakaarnakuoriaisen lisääntyminen saattaa liittyä ilmastonmuutokseen. Euroopan kesälämpötilat ovat nousseet viimeisten 30 vuoden kuluessa ja Suomessa keskilämpötilan ennustetaan nousevan tällä vuosisadalla 2–6 °C (Jylhä ym. 2009). Euroopan mäntymetsää kasvavissa vuoristoissa on mäntyjen elinvoima heikentynyt kuivuuden takia, kun lämpötilat ovat nousseet ja kesät pidentyneet ja muuttuneet helteisemmiksi (Wermelinger ym. 2008). Okakaarnakuoriaiset puolestaan, niin kuin moni muukin kaarnakuoriaislaji, viihtyvät lämpimissä ja kuivissa olosuhteissa. Lämpimämpi ja kuivempi kesä merkitsee sitä, että kaarnakuoriaiset pystyvät tuottamaan useampia sukupolvia yhden kauden aikana (Ohrn 2012, Wermelinger ym. 2008). Kun okakaarnakuoriaisten olosuhteet näin parantuvat, voi olettaa, että niiden sekä kuljettamiensa seuralaissienten, esiintymät tulevat lisääntymään Suomessa tulevina vuosikymmeninä. Toistaiseksi okakaarnakuoriaisten seuralaissienilajisto Suomessa tunnetaan yhä heikosti.

Viitteet

- Bakke, A. 1968. Ecological studies on bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to the influence of temperature. *Meddelelser fra det Norske Skogforsoksvesen* 21: 443–602.
- Colombari, F., Battisti, A., Schroeder, L.M. & Faccoli, M. 2012. Life-history traits promoting outbreaks of the pine bark beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the south–eastern Alps. *European Journal of Forest Research* 131: 553–561.
- Davydenko, K., Vasaitis, R. & Menkis, A. 2017. Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species. *European Journal of Entomology*. 114: 77–85.
- Harrington, T.C, Aghayeva, D.N. & Fraedrich, S.W. 2010. New combinations in *Raffaelea*, *Ambrosiella*, and *Hyalorhinocladia*, and four new species from the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*. *Mycotaxon* (111). s. 337–361.
- Isberg, Th. 2021. The pathogenic potential of the blue stain fungus *Ophiostoma clavatum* in Scots pine seedlings. Agricultural University of Iceland. <http://hdl.handle.net/1946/38859>
- Jylhä, K., Ruostenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A. & Tuomenvirta, H. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten ACCLIM-hankkeen raportti 2009. 2009: 4. Helsinki. Ilmatieteen laitos.
- Kirisits, T. 2004. Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the *Ophiostomatoid* fungi. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*, edited by F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J. C. Grégoire, and H. F. Evans. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Lieutier, F., Yart, A. & Sallé, A. 2009. Stimulation of tree defenses by Ophiostomatoid fungi can explain attack success of bark beetles on conifers. *Annals of Forest Science*. 66: 801.

- Linnakoski, R., Beer, Z. W., Niemelä, P. & Wingfield, M. J. 2012. Associations of conifer-infesting bark beetles and fungi in Fennoscandia. *Insects* 3(1): 200–227.
- Linnakoski, R., Jankowiak, R., Villari, C., Kiristis, T., Solheim, H., Beer, Z. W. & Wingfield, M. J. 2016. The *Ophiostoma clavatum* species complex: a newly defined group in the Ophiostomatales including three novel taxa. *Antonie van Leeuwenhoek* (109): 987–1018.
- Nuorteva, H. & Linnakoski, R. 2022. Okakaarnakuoriainen (*Ips acuminatus*) ja mäntyjen nopea kuolema Maskussa kesällä 2019. Julkaisussa: Nuorteva, H. (toim.), Kytö, M. (toim.). 2022. Metsätuhot vuonna 2019. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 37–46.
- Ohrn, P. 2012. The spruce bark beetle *Ips typographus* in a changing climate. Effects of weather conditions on the spruce bark beetle *Ips typographus* in a changing climate. 18. Uppsala: Swedish university of agricultural sciences.
- Puukko, K. 1981. Okakaarnakuoriaisen, *Ips acuminatus* Gyll. (Coleoptera, Scolytidae) levinneisyyden nykyinen eteläraja Suomessa. *Silva Fennica* 15: 222–227.
- Rebetez, M. & Dobbertin, M. 2004. Climate change may already threaten Scots pine stands in the Swiss Alps. *Theor Appl Climatol* 79, 1–9.
- Siitonen, J. 2014. *Ips acuminatus* kills pines in Southern Finland. *Silva Fennica* 48(4): 1–7.
- Villari, C., Battisti, A., Chakraborty, S., Michelozzi, M., Bonello, P. & Faccoli, M. 2012. Nutritional and pathogenic fungi associated with the pine engraver beetle trigger comparable defenses in Scots pine. *Tree Physiology* 32(7): 867–79.
- Villari, C., Tomlinson, J.A., Battisti, A., Boonham, N., Capretti, P. & Faccoli, M. 2013. Use of loop-mediated isothermal amplification for detection of *Ophiostoma clavatum*, the primary blue stain fungus associated with *Ips acuminatus*. *Applied and Environmental Microbiology* 79(8): 2527–33.
- Wermelinger, B., Rigling, A., Schneider Mathis, D. & Dobbertin, M. 2008. Assessing the role of bark- and wood-boring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. *Ecological Entomology* 33(2): 239–49.
- Wood, S.L. & Bright, D.E. 1992. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: taxonomic index volume A. *Great Basin Naturalist Memoirs* (13): 1–833.

10. Havununnakannat edelleen aiempien vuosien tasolla

Markus Melin¹⁾, Tiina Ylioja²⁾, Leena Aarnio²⁾ ja Pekka Kuitunen³⁾,

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6b, 80101 Joensuu

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

³⁾ Metsäkeskus, Hallituskatu 7 C, 45100 Kouvola

Havununna (*Lymantria monacha*) on yksi Euroopan merkittävimpiä havupuiden neulastuholaisia (Kuva 23). Sen toukille kelpaavat niin männyn, kuusen kuin lehtikuusenkin kaikenikäiset neulaset, ja massaesiintymien aikaan muukin kasvillisuus. Havununnan toukat syövät neulasia touko-kesäkuussa, jonka jälkeen ne koteloituvat. Heinäkuun puolenvälin jälkeen ne alkavat kuoriutua ja aloittavat lisääntymisen. Naaraat lepäilevät puun rungoilla, jonne ne houkuttelevat uroksia feromonin avulla. Onnistuneen lisääntymisen jälkeen naaras laskee munansa puun runkojen alaosiin, kaarnan koloihin. Munissa talvehtivat yksilöt kuoriutuvat touko-kesäkuussa toukkina, kiipeävät puiden latvaan ja aloittavat syöntinsä, ja näin kierto jatkuu. (Melin ym. 2020)



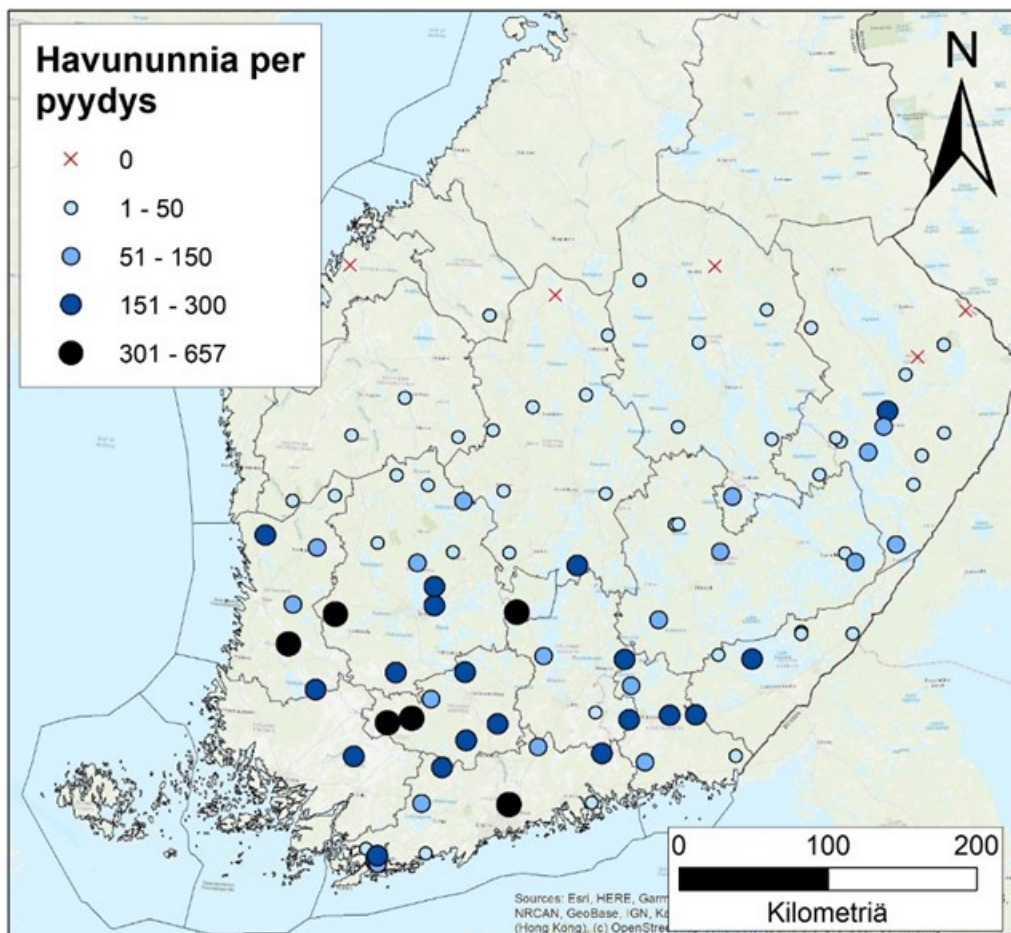
Kuva 23. Vasemmalla havununnan feromonipyydyys ja oikealla saaliiksi saatuja uroshavununnia. Left: the funnel trap used to capture male *Lymantria monacha* (on the right). Kuva/Photo: Markus Melin.

Havununnakantojen runsautta on seurattu eripuolilla Suomea vuodesta 2018 asti feromonipyydyksin (Kuva 23). Vuodesta 2021 alkaen havununnaseuranta on liitetty osaksi Luonnonvarakeskuksen Viranomais- ja Asiantuntijapalveluita (VOAS) ja se toteutetaan osana kirjanpaina-jaseurantaa, jolloin Metsäkeskus ja paikalliset Metsänhoitoyhdistykset osallistuvat seurantapisteiden etsintään ja ylläpitämiseen kirjanpainajakohteiden lähialueilla.

Pyydyksiä pidetään metsässä noin kuusi viikkoa (feromonin toiminta-aika) välillä 15.7.–30.8. Pyydykset asetetaan pääosin varttuneisiin havumetsiin, sekä männiköihin että kuusikoihin. Nämä ovat havununnan kannalta optimaalisimpia elinympäristöjä.

10.1. Vuoden 2021 tilanne

Vuonna 2021 seuranta toteutettiin 92 pisteellä. Tulokset olivat aiempien vuosien mukaisia siten, että runsaimmat kannat saatiin Lounais-Suomessa ja Keski-Suomessa. Mitä pohjoisemmaksi noustiin, sitä pienempiä olivat saalismäärät (Kuva 24).



Kuva 24. Havununnan seurantapisteen ja saalismäärät (havununnia per pyydys). The survey points for nun moth trapping in 2021 symbolized by the number of caught insects per trap. Map/Kartta: Markus Melin.

Tänä vuonna seurannan ajoitus ei ollut optimaalinen siihen nähden, milloin havununnan lento alkoi. Lennon alku on toki lämpötiloista riippuvainen, mutta aiempien vuosien perusteella lento on alkanut välillä 18.–22.7. Tänä vuonna pyydykset asetettiin pääosin 15.–20.7. välillä, mutta lento oli alkanut muutamien tarkemmassa seurannassa olleiden pyydysten perusteella jo 10.7. Tällä on voinut olla laskeva vaikutus saalismääriin, mutta tarkkaa vaikutusta on hankala arvioida.

10.2. Tulevaisuuden tutkimustarpeet

Kun seuranta-aineistoa kertyy vuosien saatossa lisää, on mahdollista tutkia tarkemmin, kuinka havununnakannat vaihtelevat paitsi maantieteellisesti, niin myös eri metsätyyppien välillä: ovatko ne runsaimmat männikoissä vai kuusikoissa, kuivilla vai rehevillä kasvupaikoilla? Nämä ovat tärkeitä kysymyksiä lajin mahdollisia tuhoja ennakoitaessa.

Tarvitsemme myös lisätietoja havununnan toukkavaiheesta, sillä toukat ovat se mahdollisen metsätuhon tekijä: ne syövät havupuiden neulasia. Toukkavaiheen tarkempi seuranta antaisi myös arvokasta lisätietoa siitä mitkä säämuuttajat ovat kriittisimpiä havununnakantojen kasvun kannalta, ja mitkä siis toistaiseksi näyttävät pitävän kannat kurissa. Havununnasta ei pidäkään vielä puhua tuhonaiheuttajana, mutta koska se on ajoittain erittäin merkittävä neulastuholainen eri puolilla Keski- ja Itä-Eurooppaa, on sen kantojen seuranta ja sen tutkimus yleensäkin järkevää nimenomaan tässä vaiheessa, kun ongelmia ei vielä ole.

Havununnaseurantaan on osallistunut lukuisia vapaaehtoisia toimijoita Luonnonvarakeskuksesta, Metsäkeskuksista sekä Metsänhoitoyhdistyksistä, mutta myös muualta. Kiitämme kaikkia seurantaan osallistuneita vapaaehtoisia. Ilman teitä seuranta ei toteutuisi tässä mittakaavassa!

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.
- Elfving, R. 2020. Havununnan (*Lymantria monacha*) levinneisyshistoria ja seuranta Suomessa. Pro gradu- tutkielma, Oulun yliopisto, <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-202006182538>
- Fält-Nardmann, J.J.J. 2018. Lepidopteran forest defoliators in a changing climate: performance in different life-history stages, and range expansion. PhD thesis. Annales Universitatis Turkuensis 347. ISBN 978-951-29-7389-7
- Melin, M., Viiri, H., Tikkanen, O.-P., Elfving, R. & Neuvonen, S. 2020. Havununnan esiintyminen ja runsaus Suomessa – vuonna 2019 toteutettuun feromoniseurantaan perustuen. Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2020 artikkeli id 10311. <https://doi.org/10.14214/ma.10311>
- Uhlikova, H., Nakladal, O., Jakubcova, P. & Turcani, M. 2011. Outbreaks of the Nun Moth (*Lymantria monacha*) and historical risk regions in the Czech Republic. Sumarski List 135(9): 477–486.

11. Kirjanpainajan seuranta vuonna 2021

Tiina Ylioja¹⁾, Pekka Kuitunen²⁾, Leena Aarnio¹⁾ ja Markus Melin³⁾

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

²⁾ Suomen metsäkeskus, Hallituskatu 7 C, 45100 Kouvola, pekka.kuitunen@metsakeskus.fi

³⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu, markus.melin@luke.fi

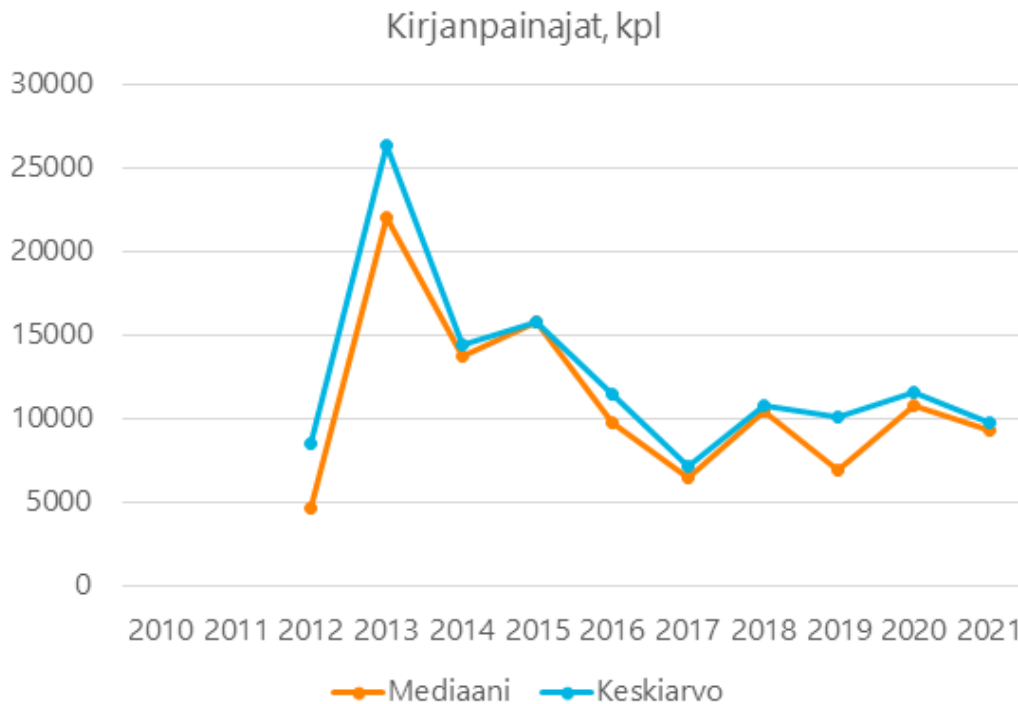
Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on kotimainen varttuneiden kuusien merkittävin tuhohyönteinen, joka hyötyy lämpenevästä ilmastosta lämmön lisäessä lajin kehitysnopeutta samalla kun isäntäpuut altistuvat useammin kuivuudelle ja myrskyille.

Aikuiset kirjanpainajat parveilevat keväällä, kun ilman lämpötila on noussut +18–20 asteeseen ja maaperä on saavuttanut +9–12 asteen lämpötilan (Annala 1969). Pieni osa kirjanpainajista lähtee jo tätä ennen liikkeelle (Annala 1969). Koiraat etsivät lisääntymiseen sopivat heikentyneet kuuset ja koiraiden vapauttamat feromonit ohjaavat lajitovereita samoihin puihin. Parittelun jälkeen naaraat laskevat munansa kuoren alle nilaan, missä toukat kuoriutuvat ja syövät omat käytävänsä nilaan. Nilayhteyksien katketessa toukkakäytävien vuoksi ravinteiden kulku latvasta juuriin heikkenee. Samanaikaisesti kirjanpainajan mukana puihin iskeytyy sinistäjäsieni, joka vaikeuttaa vedenkulkua latvaan ja puu alkaa kuivua. Jalattomat toukat koteloituvat ja alkavat muistuttaa aikuisia kuoriaisia. Aikuistuttuaan ne poistuvat kuoren läpi.

Luonnonvarakeskus, Suomen metsäkeskus ja vapaaehtoiset metsänhoitoyhdistykset (Päijänne, Pohjois-Karjala, Etelä-Savo ja Lakeus) seuraavat kirjanpainajan parveilua feromonipyydyksin vuosittain samaan tapaan kuin naapureissamme Ruotsissa ja Norjassa. Tavoitteena on saada valtakunnallinen arvio kirjanpainajan esiintyvyydestä. Seuranta täydentävät metsäkeskuksen vastaanottamat metsänkäyttöilmoitukset, joissa on merkintä hyönteistuhohakkuusta lisämerkinnällä ”kirjanpainaja”.

Vuonna 2021 Suomen kirjanpainajaseurantaverkkoa laajennettiin hieman pohjoiseen ja luoteeseen ja sitä pyrittiin saamaan myös alueellisesti tasaiseksi seurantaverkoston pohjana käytettävien 40 x 40 km ja 50 x 50 km hilapisteiden avulla. Koska sopivia talven aikaisia kuusen päätehakkuualoja ei välttämättä löydy aivan hilapisteen kohdalta, seurantapistettä haettiin käyttäen niitä vain apuna. Kokonaisuudessaan vuoden 2021 seurannassa oli 46 paikkaa, joista muutama oli hilaverkoston nähden ylimääräisiä lähinnä Uudenmaan alueella. Pyydykset pystytettiin kirjanpainajia houkuttelevien tuoreiden hakkuuaukeiden paahteisten kuusivaltaisten metsänreunojen tuntumaan. Vuonna 2021 haluttiin myös tietoa siitä, kuinka paljon pyydyksiin saadaan kirjanpainajia, jos ne sijoitetaan sulkeutuneeseen kuusimetsään alttiin reunametsän sijaan. Pyydykset pystytettiin yhdeksään eri metsikköön eri puolille Suomea tiedostaen niiden aiheuttaman riskin houkutellessa kirjanpainajia lähipuihin.

Vuoden 2021 kirjanpainajatilanne vaikutti feromonipyyntiin mukaan edellisvuosien kanssa keskimäärin samankaltaiselta (Kuva 25). Koska seurantaverkosto muuttui laajemmaksi, eivät vuotuiset keskiarvot ole aivan suoraan verrannollisia vuoteen 2021.

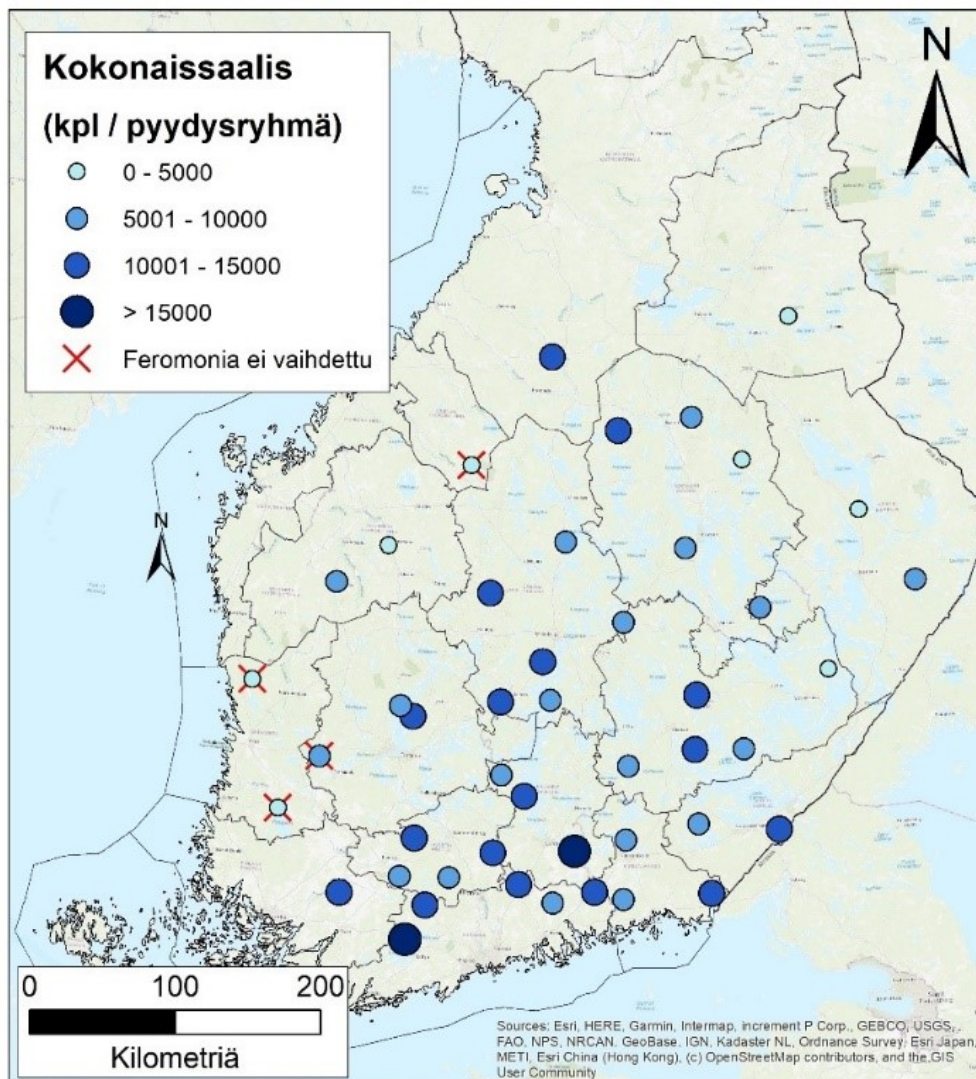


Kuva 25. Kirjanpainajan vuotuiset saalismäärät vuosina 2012–2021 (keskiarvo ja mediaani). Annual trap captures of the spruce bark beetle during years 2012–2021 (mean and median).

11.1. Parveilu kesällä 2021

Vuosi 2021 jää mieliin ennätyslämpimänä hellekesänä. Kirjanpainajan parveilu alkoi monin paikoin helatorstaiviikon lämpiminä päivinä toukokuun 10.–14. päivän tienoilla. Sää tämän jälkeen viileni, mutta kesäkuussa jälleen lämpeni ja Suomen ylle muodostui hellekupoliksikin nimetty pitkä lämmin ajanjakso, joka päättyi heinä-elokuun taitteessa. Maastomittausten perusteella nk. riskiraja (> 15 000 kirjanpainajaa per pyydysryhmä, kts. tietolaatikko lopussa) rikkoutui neljällä etelän pyyntikohteella jo kesäkuun alkupuolella; Uudellamaalla Lohjan Saukkolassa kirjanpainajakannan tiedettiin olevan entuudestaan korkea. Myös Etelä-Karjalassa Lappeenrannan Joutsenossa itärajan tuntumassa ja Päijät-Hämeen Lahden Uusikylässä riskirajat ylittyivät samaan tapaan kuin vuonna 2020. Riskiraja ylittyi myös uudessa seurantapisteessä Etelä-Savossa Juvan kunnassa, Haukivuoren suunnalla. Kuitenkin laboratoriossa tehdyn tarkastuslaskennan perusteella riskiraja ylittyi lopulta vain kahdella seurantapisteellä kesän aikana: Lohjan Saukkolassa ja Lahden Uusikylässä ja näilläkin kirjanpainajamäärät jäivät 16 000:een (Kuva 26).

Parveilu jatkui koko lämpimän kesäkuun ajan ja puihin iskeytyikin jo kesäkuun lopulla kirjanpainajan sisarsukupolvi eli ensimmäistä kertaa toukokuussa parveilleet ja lisääntyneet aikuiset lisääntyivät toisen kerran kesäkuun jälkimmäisellä puoliskolla. Tämä – yhdessä alkukesän säätilanteen kanssa – ennakoii ennätysuuria kantoja, mutta äkillinen sään viileneminen lopetti kirjanpainajan lennon nopeasti elokuussa. Osalla pyyntipaikoista parveilun päätyminen varmistettiin jatkaen pyyntiä syyskuun ajan. Loppukesän tyhjennykset eivät kasvattaneet saaliita enää merkittävästi, eikä riskirajoja ylitetty enää elokuussa uusilla paikkakunnilla keskikesän tilanteeseen nähden.



Kuva 26. Feromonipyydyksin tehtävän kirjanpainajan kannanseurantatulokset vuodelta 2021. Saalismäärältään > 15 000 kirjanpainajaa kertoo nk. riskirajan ylittymisestä (kts. tietolaatikko) Results from the pheromone monitoring of the spruce bark beetle, *Ips typographus* in 2021. Cumulative trap capture of > 15 000 indicates an increased risk for tree mortality due to spruce bark beetle. Map/Kartta: Markus Melin.

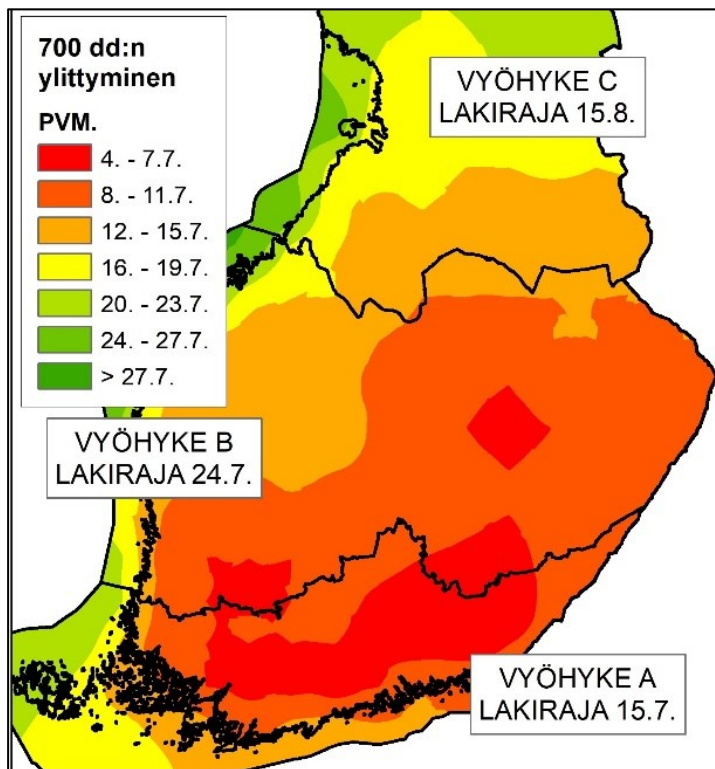
Seurantaverkoston laajennus osoitti, että uusilla aiempaa pohjoisimmilla seurantapisteillä saalismäärät olivat vastaavanlaisia kuin muuallakin Suomessa (Kuva 26). Samoin kuuteen varttu-neeseen kuusikkoon sijoitetuista pyydyksistä saatiin vaihtelevia määriä kirjanpainajia: 1 500 (Siuntio) 1 500 (Nuuksi, Espoo) 2 500 (Jaala, Kouvola), 5 500 (Valkeala, Kouvola), 3 500 (Lapinjärvi), 6 800 (Padasjoki), 3 700 (Pieksämäki), 1 000 (Eno) ja 9 100 (Urpala) kirjanpainajaa. Osa luvuista ovat alempia kuin keskimäärin kirjanpainajille suotuisilta paahteisten metsänreunojen tuntumasta saadaan. Metsään laitetut pyydysryhmät saivat kirjanpainajat paikoitellen yrittämään iskeytymistä naapuripuihin. Tämä erottui kirkkaana pihkavuotona puiden rungoilla. Tämä vahvistaa ohjetta, ettei metsänomistajien pidä laittaa kirjanpainajan feromonipyydyksiä kuusikoihinsa vaan niiden ulkopuolelle, jos haluaa seurata kirjanpainajan määriä omissa metsissä. Heinäkuussa pyydyksiä tyhjennettäessä osa kuoriaisista olivat selvästi vaaleampia väriltään. Tämä varmensi lämpösummatarkastelun perusteella tehdyn havainnon ensimmäisen sukupolven aikuistumisesta.

11.2. Metsätuholain toimivuus

Kirjanpainajaa torjutaan ennaltaehkäisevästi pyrkien pitämään lajin kannat alhaisella tasolla. Tähän tähtää metsätuholaki (1087/2013), joka uudistui vuoden 2022 alusta. Vuonna 2021 voimassa olleen lain ja siihen liittyvän A-B-C-alueet määrittävän asetuksen mukaan talven aikana (1.9.–31.5.) hakattu kuorellinen kuusipuutavara tai vioittuneet puut, joista kirjanpainaja voi levitä, täytyi poistaa metsästä A-alueella 15.7. ja B-alueella 24.7. mennessä. Lisäksi eteläisen Suomen A-alueella kesän aikana (1.6.–31.8.) kaadettu puutavara oli kuljetettava pois metsästä 30 päivän aikana. Tämä velvoite koskee 10 m³/ha ylittävältä osalta tuulenskaatoja, kirjanpainajan iskemiä pystypuita ja muulla tavoin vioittunutta kuusipuuta, joista kirjanpainajat voivat levitä ympäröivään metsään.

Tehoisaa 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 täytyessä. 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.

Vuonna 2021 kirjanpainajan ensimmäinen sukupolvi kuoriutui erittäin aikaisin, lämpösummatarkastelun perusteella osin jo heinäkuun alkupäivinä (Kuva 27). Pahimmillaan metsätuholain pykälät talvella hakatun puun poistamiseksi metsästä kirjanpainajariskin takia olivat lähes 14 vrk myöhässä (Kuva 27). Osittain B-alueella jopa A-alueen tiukempi aikaraja olisi ollut myöhässä. Vuoden 2022 alusta valtioneuvoston asetus puutavaran poiskuljettamista koskevasta aluejaosta (1281/2021) muuttikin kirjanpainajan osalta aluejakoa. A-alue laajeni pohjoisemmaksi ja kattaa nykyisellään seuraavan alueen: Etelä-Karjalan, Etelä-Savon, Kanta-Hämeen, Kymenlaakson, Pirkanmaan, Päijät-Hämeen, Satakunnan, Uudenmaan ja Varsinais-Suomen maakunnat, Keski-Suomen maakunnan alueelta Hankasalmen, Joutsan, Jyväskylän, Jämsän, Keuruun, Konneveden, Laukaan, Luhangan, Multian, Muuramen, Petäjäveden, Toivakan ja Uraisien, Pohjois-Karjalan maakunnan alueelta Heinäveden, Kiteen, Rääkkylän ja Tohmajärven sekä Pohjois-Savon maakunnan alueelta Joroisen, Leppävirran, Rautalammen, Suonenjoen ja Varkauden.



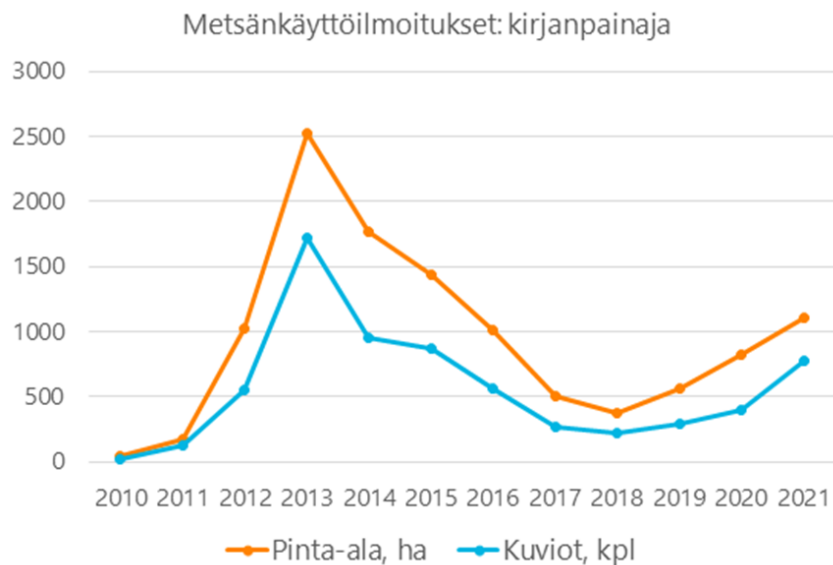
Kuva 27. Metsätuholain (1087/2013) maantieteelliset alueet A, B ja C sekä näillä säädetyt kuorellisen kuusi- ja mäntypuutavaran poiskuljetusten ajoituksen takarajat vuonna 2021 suhteessa 700 astevuorokauden tehoisan lämpösumman täyttymiseen, mikä kertoo kirjanpainajan ensimmäisen sukupolven aikuistumisesta. A, B and C zones as they were defined in 2021 in the Forest Damages Prevention Act (1087/2013) and corresponding dates for removal of pine and spruce timber in relation to accumulation thermal sum of 700-day degrees. Map/Kartta: Markus Melin.

11.3. Hyönteistuhohakkuut kirjanpainajan vuoksi

Metsäkeskukseen saapuneiden metsänkayttöilmoitusten perusteella kirjanpainajasta aiheutuneet hakkuut ovat runsastuneet tasaisesti viime vuosina (Kuva 28). Kirjanpainajahakkuuilmoituksia tehtiin vuonna 2021 yli 1 110 hehtaarilta (Kuva 29). Määrä nousi ensimmäisen kerran yli 1000 hehtaarin sitten vuosien 2013–2015 huipun jälkeen. Lähes 90 % ilmoitetuista hakkuualueista oli uudistushakkuita. Tuhoilmoitukset painottuivat edelleen Etelä- ja Kaakkois-Suomeen, mutta tuhoja esiintyi jo melko runsaasti myös keskisessä Suomessa (Kuva 29).

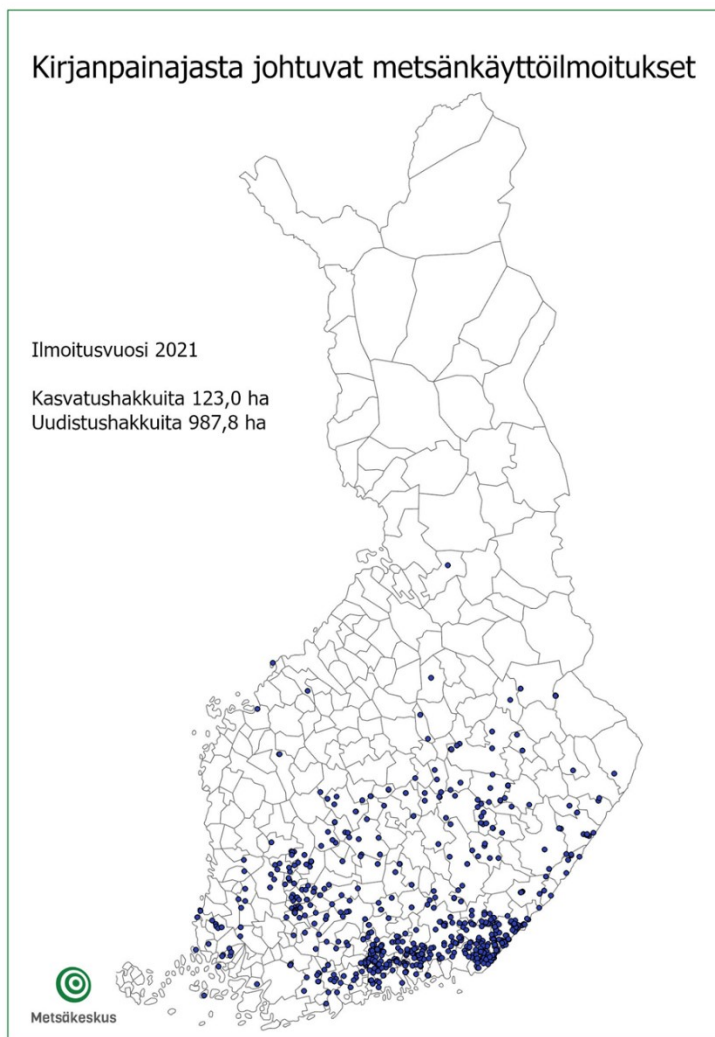
Metsänkayttöilmoitukset kirjanpainajan vuoksi näyttävät selkeän nousevan tason (Kuva 28), mutta tätä ei nähdä kirjanpainajan feromonipyydysaineistossa (vrt. kuva 25). Aineistot ovat toisiaan täydentäviä ja mittaavat hieman eri asioita. Metsänkayttöilmoitukset eivät välttämättä koske vain vuoden 2021 tuoreita kirjanpainajakuvioita. Myös kuvio, jossa havaitaan jo vanhempi kirjanpainajan esiintymä hakkuusuunnitelmaa laadittaessa, ilmoitetaan todennäköisesti tuhohakkuuna, vaikka esiintymä ei enää olisi aktiivinen.

Huomattava on, että kirjanpainajan aiheuttaman puustotuhon todellinen pinta-ala on aina pienempi kuin metsänkayttöilmoituksen. Todennäköisesti taloudellisin perustein ja tuhon leviämistä syntyvän huolen vuoksi kokonainen kuvio korjataan, vaikka kirjanpainajan tappamia puita olisi vain vähäinen määrä. Niistä ei ole olemassa todellista tilastoa.



Kuva 28. Suomen metsäkeskuksen vastaanottamien metsänkätöilmoitusten vuotuiset (2010–2021) määrät, kun kyseessä on ollut hyönteistuhohakkuu ja erityisenä syykoodina on kirjattu ”kirjanpainaja”. Annual data (2010–2021) collected by Finnish Forest Center on informing timber harvesting due to insect damage that were especially marked with “spruce bark beetle”. Lähde/Source: Suomen metsäkeskus/Finnish Forest Center.

Valtakunnallinen kirjanpainajan feromonipyydysverkko on suhteellisen harva eikä siihen voi ai-noastaan tukeutua arvioitaessa paikallista riskiä kirjanpainajan aiheuttamille puustotuhoille. Metsänkätöilmoitukset ovat avoimesti saatavaa paikkatietoa, jota voi hyödyntää oman met-sänsä tuhoriskiä arvioidessa. Yleisesti tunnettuja riskiä lisääviä tekijöitä ovat korjaamattomat tuulituhot, kuusivaltaisuus sekä kuuset, joiden kasvu on hiipunut ja ne ovat heikentyneitä esi-merkiksi juurikäävän, valoshokin tai kuivuuden vuoksi. Kaikista riskialtteimpia ovat paahteiset lämpimät paikat. Tuoreiden uudistushakkuiden reunametsissä on runsaasti altistavia tekijöitä.



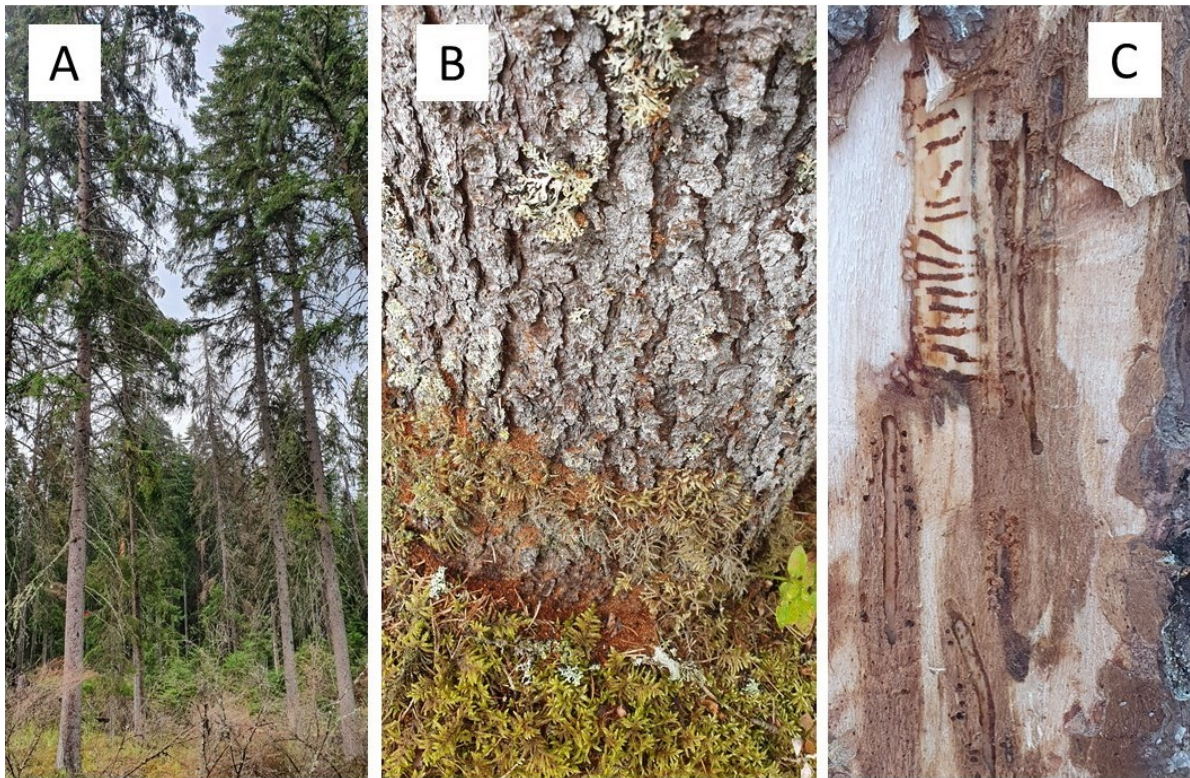
Kuva 29. Suomen metsäkeskukselle vuonna 2021 tehdyt metsänkayttöilmoitukset, joiden syynä on hyönteistuhohakkuu ja erityisenä syykoodina on kirjattu "kirjanpainaja". Data collected by Finnish Forest Center on informing timber harvesting due to insect damage that were especially marked with "spruce bark beetle". Lähde/Source: Suomen metsäkeskus/Finnish Forest Center.

11.4. Sisar- ja toisen sukupolven esiintyminen vuonna 2020

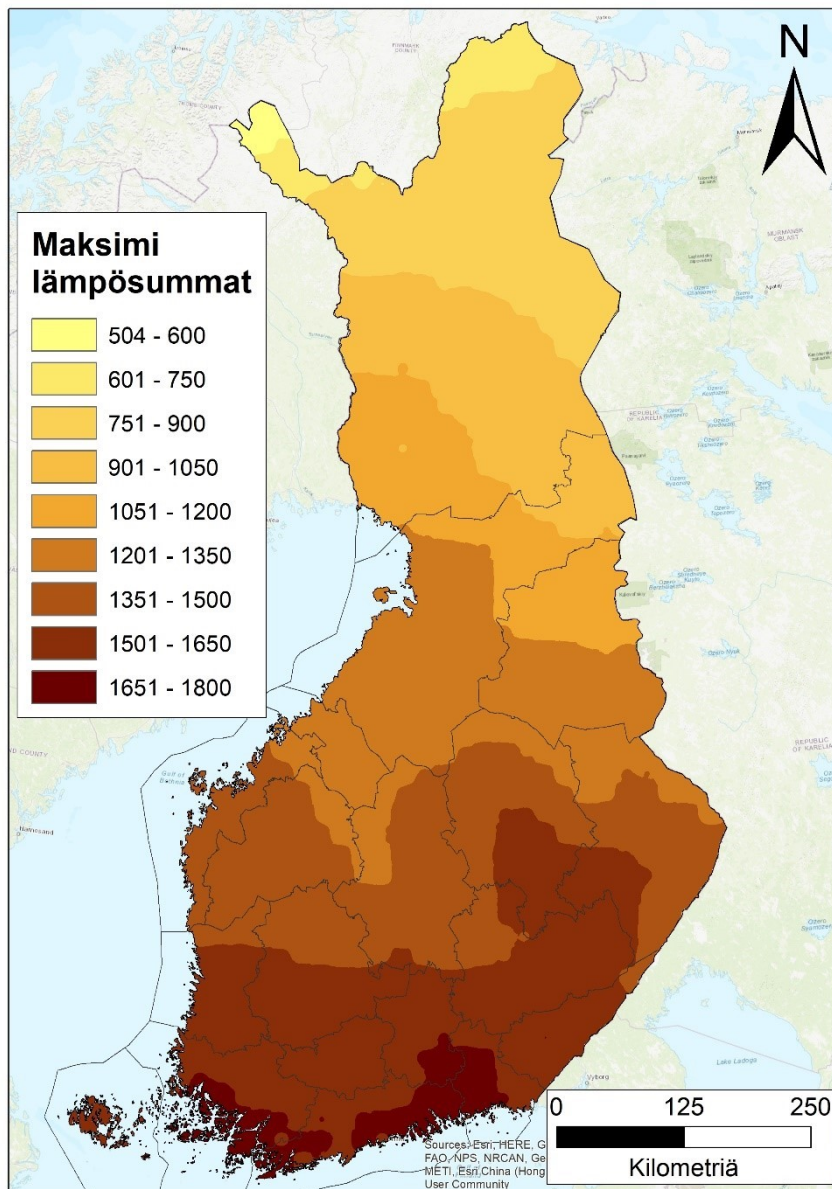
Lämpimänä kesänä heinäkuussa syntyneet ja nopeasti aikuistuneet ensimmäisen sukupolven kirjanpainajat voivat ryhtyä parveilemaan loppukesällä ja munia toisen sukupolven (Annala ja Pouttu 2010). Kirjanpainajan käyttäytymiseen syyskesällä vaikuttavat sekä päivän pituus ja lämpöolot (Jönsson ym. 2011). Jos toinen sukupolvi ehtisi aikuistumaan ennen talvea ja suojaan talven pakkasilta turvalliseen talvehtimispaikkaan puiden tyvelle, kirjanpainajien vuotuinen kannankasvu lisääntyisi ja kirjanpainajaesiintymät ehtisivät aiempaa laaja-alaisemmiksi kasvukauden aikana.

Heinäkuussa feromonipyydyksiin kertyi vaaleita, vastakuoriutuneita ensimmäisen sukupolven aikuisia osoittaen, että niillä oli halua yrittää laittaa toinen sukupolvi alulle. Heinäkuun lopulla tavattiin myös vihreitä kuusia, joiden tyvillä oli iskeytymisen merkiksi ruskeaa purua (Kuva 28B),

eli ensimmäisen sukupolven kirjanpainajat selvästi yrittivät lisääntyä, mutta kylmä elokuu lienee hidastanut toisen sukupolven kehittymistä merkittävästi.



Kuva 30. Vihreät kuuset (A) Elimäellä heinäkuun 30. päivä kirjanpainajan valtaamina, josta osoituksena tuore puru tyvellä (B) ja emo- sekä niistä lähtevät toukkakäytävät (C). Kyseessä on joko aikainen toisen sukupolven iskeytyminen tai myöhäinen sisarsukupolven iskeytyminen. Ilmatieteen laitoksen hila-aineistosta laskettu tehoisa lämpösummakertymä oli tuolloin 1113 astevuorokautta. Spruce trees infested by *Ips typographus* on July 30th: canopies are still green (A) but the dust at the stem base (B) and maternal and larval galleries (C) indicate infestation. The infestation is either due to early second generation or late sister generation. At the time the estimated thermal sum was 1113 dd from temperature data provided by the Finnish Meteorological Institute. Kuvat/Photos: Tiina Ylioja.



Kuva 31. Vuoden 2021 maksimilämpösummat eri puolilta Suomea. Lämpösummia kuvaava kartta on interpoloitu Ilmatieteen laitoksen säähavaintojen pohjalta. Annual maximum thermal sums interpolated based on temperature data provided by the Finnish Meteorological Institute. Map/Kartta: Markus Melin.

Syksyn lämpötiloista riippuu, ehtiikö toinen sukupolvi kuitenkin aikuistumaan ja talvehtimaan kuoren alla tai karikkeessa. Jotta toinen sukupolvi kehittyisi aikuisiksi, vaaditaan vähintään 1 500 astevuorokauden tehollisen lämpösumman täyttyminen. Tämä täyttyi vuonna 2021 monin paikoin (Kuva 31) ja ylipäättänsä on havaittu jo selkeä trendi kasvukauden pitenemisessä (Aalto ym. 2021). Talvea vasten toisen sukupolven toukat, kotelot tai 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 menehtyä: kirjanpainajan alijäähtymispisteeksi, jolloin ruumiinnesteet jäätyvät, on mitattu -28 °C (Annala 1969). Toistaiseksi toisen sukupolven menestystä ei seurata systemaattisesti, mutta toisen sukupolven yleistymiseen Etelä-Suomessa on varauduttava.

TIETOLAATIKKO
Kirjanpainajan feromonipyyynnissä käytetty riskirajan käsite
Kun kolmen putkipyydyksen yhteenlaskettu saalismäärä kesän aikana ylittää 15 000 kirjanpainajaa, sanotaan, että riskiraja ylittyy
Käsite on kytköksissä perinteiseen menetelmään, jota käytetään kannan havainnoinnissa.
Seuranta tehdään kirjanpainajille otollisilla paikoilla eli paahteisten tuoreiden uudistamisalojen kuusivaltaisten reunametsien tuntumassa, mutta 20 metrin päässä reunasta
Jos kirjanpainajia on alle 15 000, vain <10 puuta per km altista metsänreunaa kuolee kirjanpainajan vuoksi. Mutta jos se ylittyy > 10 puuta per km altista metsänreunaa saattaa kuolla (Linde-löw & Schroeder 2001).
Mitä suurempi määrä kirjanpainajia pyydetään, sen todennäköisemmin alueella havaitaan puustotuhoja.

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, Pohjois-Karjala, Etelä-Savo ja Lakeus, jotka seurasivat Luonnonvarakeskuksen ja Suomen metsäkeskuksen ohjeistamana osaa pyydyksistä alueillaan sekä XAMK:in opiskelijan Noora Häkkisen kiinnostusta ja sitoutumista kirjanpainajan seurantaan.

Viitteet

- Aalto, J., Pirinen, P., Kauppi, P.E., Rantanen, M., Lussana, C., Lyytikäinen-Saarenmaa, P. & Gregow, H. 2021. High-resolution analysis of observed thermal growing season variability over northern Europe. *Climate Dynamics* <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05970-y>
- Annala, E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zooloci Fennici* 6: 161–207.
- Lindelöw, Å. & Schroeder, M. 2001. Spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.), in Sweden: monitoring and risk assessment. *Journal of Forest Science* 47: 40–42.
- Jönsson, A. M., Harding, S., Krokene, P., Lange, H., Lindelöw, Å., Økland, B., Ravn, H.P. & Schroeder, L.M. 2011. Modelling the potential impact of global warming on *Ips typographus* voltinism and reproductive diapause. *Climate Change* 109: 695
- Pouttu, A. & Annala, E. 2010. Kirjanpainajalla kaksi sukupolvea kesällä 2010. *Metsätieteen aikakauskirja* 4: 521–523.

12. Yyterin tähtikudospistiäistilanne vuonna 2021

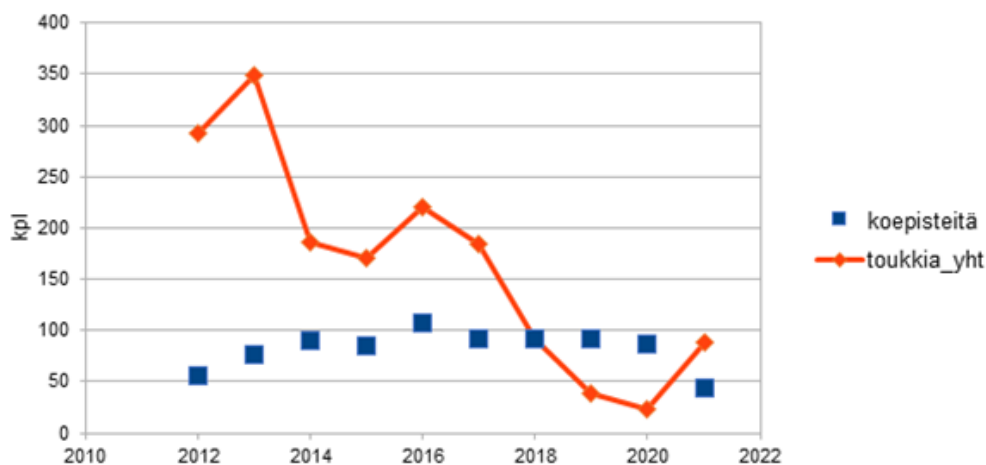
Antti Pouttu, Timo Silver ja Ilkka Laurila

Metsäkeskus, Itsenäisyydenkatu 35 A, 28130 Pori

Yyterin alueen tähtikudospistiäisten (Kuva 32) kanta oli suurimmillaan 2010-luvun taitteessa, jolloin sitä torjuttiin maastoon levitettyjen sukkulamatojen avulla. Sen jälkeen pistiäiskanta on taantunut aina syksyyn 2020 asti (Kuva 33).



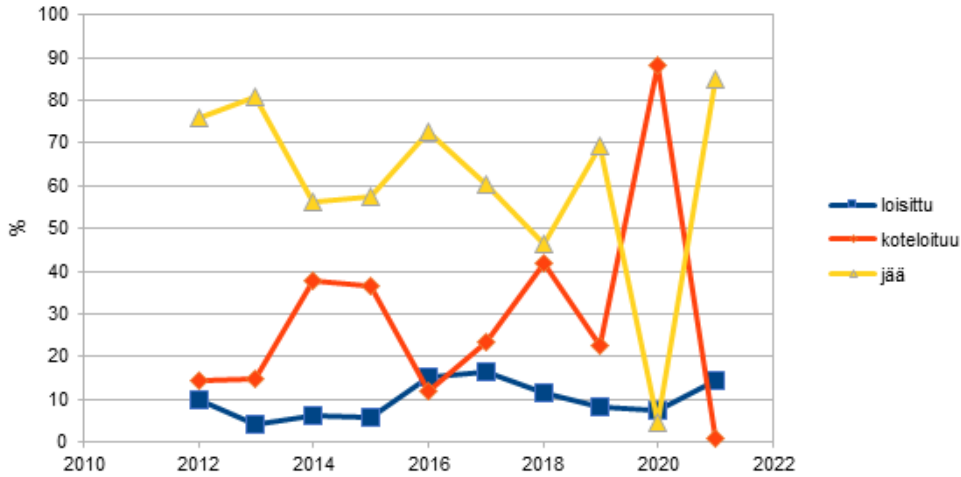
Kuva 32. Vasemmalla ylhäällä tähtikudospistiäisnaaras munimassa, vasemmalla alhaalla lajin toukka ja oikealla ylhäällä voimakasta syöntiä männyllä Yyterissä. Top-left: a female *Acantholyda posticalis* laying eggs, bottom-left: the larvae, right: heavy defoliation. Kuvat/Photos: Antti Pouttu.



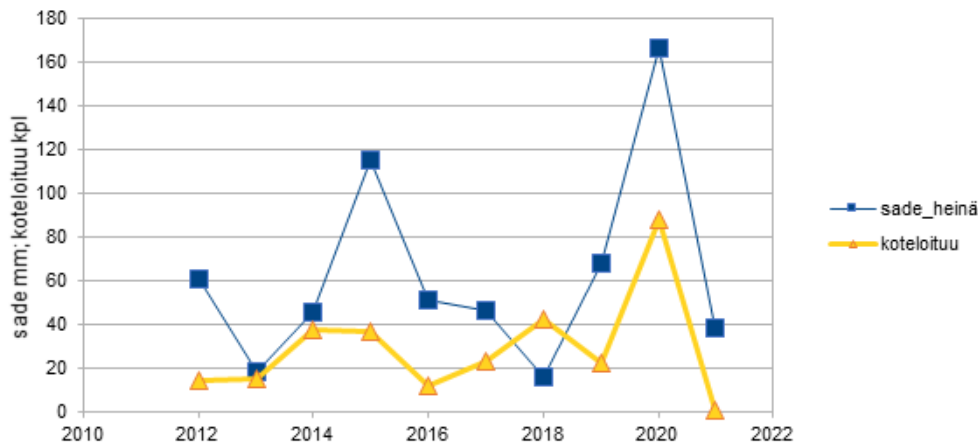
Kuva 33. Syksyisten koepisteiden määrä vuosittain 2012–2021 ja maassa olevien tähtikudospistiäistoukkien keskimäärä neliometriä kohti. Number of sample plots in different years (blue) and the number of *Acantholyda posticalis* larvae found from the plots (red).

12.1. Kuuma kesä ja kannan kasvu

Syksyllä 2020 tehdyn kannanarvion mukaan Yyterin tähtikudospistiäiskanta oli veitsen terällä. Aiempien syksyjen näytteissä on seuraavana kesänä koteloitumaan valmistautuvien toukkien osuus vaihdellut 14 prosentin ja 42 prosentin välillä. Syksyllä 2020 osuus oli noussut 88 prosenttiin (Kuva 34) ja maahan jäisi juromaan enää kolme prosenttia koko kannasta. Heinäkuun 2020 suuri sademäärä on saattanut olla koteloitumisen laukaiseva tekijä (Kuva 35).



Kuva 34. Maasta löytyneiden tähtikudospistiäistoukkien suhteellinen jakautuminen loisittuihin, koteloituviin ja maahan jääviin toukkiin vuosina 2012–2021. Relative proportions of *Acantholyda posticalis* larvae that were left to ground (yellow), hit by parasites (blue) and in cocoons (red).



Kuva 35. Heinäkuun sademäärä ja koteloitumaan valmistautuvien tähtikudospistiäisten määrä vuosina 2012–2021. Blue: amount of rain (mm) in July and the number of *Acantholyda posticalis* larvae preparing for cocoon-stage (yellow).

Lämmin kesä suosi tähtikudospistiäistä. Suurin osa pestiäisistä on nyt tuoreita tänä kesänä syntyneitä toukkia, jotka jäävät maahan kolmeksi vuodeksi. Maahan jäävien ja kesällä 2024 aikuis-tuvien tähtikudospistiäisten määrä on 75 toukkaa neliömetrillä, mikä on lähes kolminkertainen määrä edellisvuoden koko kantaan verrattuna, mutta edelleen paljon pienempi kuin huippu-vuosina.

12.2. Kantaa kurissa pitävät loiset

Loiset munivat vain puissa oleviin tähtikudospistiäistoukkiin, joten maahan ennen loisintaa ehtineet toukat ovat turvassa. Ensi kesänä (2022) aikuistuu vain alle yksi tähtikudospistiäinen neliömetriltä, ja kun tähtikudospistiäisiä hävittäviä loisia aikuistuu 13 neliömetriltä, jäänee kesällä 2022 kehittyvien tähtikudospistiäisten määrä mitättömäksi suuren loisinnan takia. Koska loisten elinkierto on yksivuotinen, saattaa vuodesta 2023 tulla niille kohtalokas. Silloin ennusteen mukaan olisi hyvin vähän tähtikudospistiäistoukkia puissa loisille hyödynnettäväksi ja loiskanta hupenee ruoan puutteessa. Vuonna 2024 loiskanta olisi hyvin pieni ja nyt syntyneen tähtikudospistiäissukupolven jälkeläiset saisivat syödä mäntyjen neulasia ilman loisten aiheuttamaa uhkaa. Tällöin otollisissa oloissa tähtikudospistiäiskanta saattaisi kasvaa niin suureksi, että mäntytuho alkaisi uudelleen.

12.3. Tähtikudospistiäis- ja loiskantojen seuranta kannattaa tulevaisuudessa

Loiskannan selviytymistä väli vuosista tulee seurata ja myös tähtikudospistiäisen munaloisten merkitystä pitäisi tutkia ja niiden kannanvaihteluita seurata tarkemmin. Ennuste vuodelle 2024 antaa hyvää aikaa ennakoita tähtikudospistiäiskannan kasvunopeutta. Lopulta kesän 2024 lämpöolot määräävät alkaako metsätuho uudelleen Yyterissä. Mahdollisten tuhojen hallintakeinojen kartoitus ja valinta pitää tehdä ajoissa.

Ilmastonmuutoksen mukana äärevät sääolot lisääntyvät ja kesän 2021 kaltaisia tähtikudospistiäiselle otollisia kesiä tulee yhä useammin. Tähtikudospistiäiselle sopivia mäntyä kasvavia lajituneita hiekkakankaita on Yyterin lähialueilla ja muuallakin Suomessa paljon. Yyterin tuhosta tulee ottaa irti kaikki kokemus ja hyöty, jotta tulevien tuhojen hallinta olisi tuloksellista.

13. Aitokeräkärsäkkäät vioittaneet kuusentaimia

Tiina Ylioja¹⁾ ja Jaana Luoranen²⁾

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

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Juntintie 154, 77600 Suonenjoki, jaana.luoranen@luke.fi

Vuonna 2021 havaittiin aitokeräkärsäkkään aiheuttamaa neulastensyöntiä uudistusalojen kuusentaimissa. Kaksi ensimmäistä ilmoitusta saatiin keväällä Liedosta ja Salosta. Lisäksi kaksi muuta kohdetta havaittiin syksyllä Pertunmaalta. Aiemmin aitokeräkärsäkkäistä on raportoitu vuosina 2007 ja 2017 (Poteri & Pouttu 2007, Ylioja & Pouttu 2018).

Aitokeräkärsäkäs, *Strophosoma capitatum* Förster (Coleoptera: Curculionidae) on neljän millimetrin pituinen kovakuoriainen (Kuva 36). Aikuiset syövät eri puulajien lehtiä, myös havupuiden neulasia. Suomessa laji on yleinen, mutta se ei yleensä esiinny runsaina tihentyminä eikä sitä voida sen vuoksi pitää kovin vahingollisena tuhonaiheuttajana. Kuoriainen on lentokyvytön ja leviää pääasiassa veden avulla, puroja ja jokia hyödyntäen (Nielsen ym. 2004).

Tanskassa selvitetyn elinkierron (Nielsen ym. 2004) mukaisesti Liedossa ja Salossa kyseessä olivat edellisenä syksynä kuoriutuneet nuoret aikuiset, jotka syövät neulasia saavuttaakseen sukukypsyyden. Pariteltuaan naaraat munivat puhjenneisiin kuusen silmuihin. Kuoriutuvista munista toukat pudottautuvat vahinkoa aiheuttamatta maahan syömään kasvien juuria ja talvehtivat toukkina maassa. Vasta seuraavana syksynä ne aikuistuvat ja kiipeävät syömään kuusen neulasia. Ne talvehtivat toisen kerran kuoriaisina. Ennen parittelua ne syövät vielä neulasia keväällä.



Kuva 36. Vasen: kuusentaimi syksyllä istutusvuotenaan 2020. Aitokeräkärsäkäs on syönyt osan neulasista. Oikea: Kuva taimelta löytyneestä aitokeräkärsäkkästä. Left: Norway spruce seedling in the autumn of 2020. Part of the needles were consumed by the weevil *Strophosoma capitatum*. Right: The weevil *Strophosoma capitatum* found from the spruce seedling. Kuvat/Photos: Elsa Rantanen.

Liedossa ja Salossa aitokeräkärsäkkäät jäivät kiinni itse teosta ruokailtuaan edellisenä vuonna istutettujen kuusen taimien edellisvuotisilla neulasilla. Vuoden 2021 kasvaimet olivat juuri puhjenneet eivätkä kuoriaiset olleet koskeneet niihin. Metsänomistajalta ja metsäalan toimijalta saatujen tietojen mukaan Liedon kohde oli kuusen mätästetty uudistusala, ja taimia oli syöty runsaasti n. alle hehtaarin alueella. Taimia oli kuollut n. 400 kpl, mutta kuivuus oli osasyynä. Uudistusala oli hakattu syksyllä 2019, jonka jälkeen se oli mätästetty ja istutettu keväällä 2020. Kasvupaikaltaan ala oli tuoretta kangasta ja maalaji hiekkamoreenia. Taimikko oli kaakon suuntaan laskevassa rinteessä pellon reunassa. Taimissa näkyi keväällä jo edellisenä syksyllä alkannutta syöntiä. Todennäköisesti kuoriaiset jatkavat neulasten syöntiä keväällä 2022 ennen parittelua.

Toiset kohteet, joilla aitokeräkärsäkkäitä havaittiin, sijaitsivat Pertunmaalla Luonnonvarakeskuksen inventointitutkimuksen aloilla, joissa tutkittiin kesän 2021 kuivuuden vaikutusta kuusentaimien kasvuun ja menestymiseen. Kahdella kuviolla inventoiduista kuusen taimista havaittiin sekä aitokeräkärsäkkäitä ja niiden syömiä neulasia (Kuva 36). Toisella kuviolla syöntiä oli 45 %:ssa ja toisella 8 %:ssa inventoiduista taimista. Vioitukset havaittiin lokakuun alussa taimien inventoinnin yhteydessä. Myös kuoriainen havaittiin tuolloin taimelta (Kuva 36). Maan rae-koolta keskikarkeat, normaalikiviset tuoreen kankaan uudistusalat olivat keväällä 2021 laikkumätästettyjä kuvioita, jotka oli hakattu syksyllä 2020 ja talvella 2021. Toinen kuvio oli istutettu 2-vuotiailla kuusen paakkutaimilla toukokuussa, toinen kesäkuussa.

Viitteet

- Nielsen, C., Eilenberg, J., Harding, S. & Vestergaard, S. 2004. Biological Control of Weevils (*Strophosoma melanogrammum* and *S. capitatum*) in Greenery Plantations in Denmark. Pesticides Research No. 91. 84 s.
- Poteri, M. & Pouttu, A. 2007. Aitokeräkärsäkkäs – uusi syyllinen kuusen neulastuhoihin. Taimiuutiset 3/2007. <http://www.metla.fi/taimiuutiset/2007/taimi-3-07.pdf>
- Ylioja, T. & Pouttu, A. 2018. Aitokeräkärsäkkäät söivät neulaset kuusen taimista syksyllä. Julkaisussa: Nevalainen, S., Nuorteva, H. & Pouttu, A. (toim.). 2018. Metsätuhot vuonna 2017. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 44/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. s. 43–44.

14. Kuusen käpytuhot siemenviljelyksillä ja metsiköissä

Leena Aarnio¹⁾, Tiina Ylioja¹⁾, Pekka Helenius²⁾ ja Juha Kaitera³⁾

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

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Juntintie 154, 77600 Suonenjoki, pekka.helenius@luke.fi

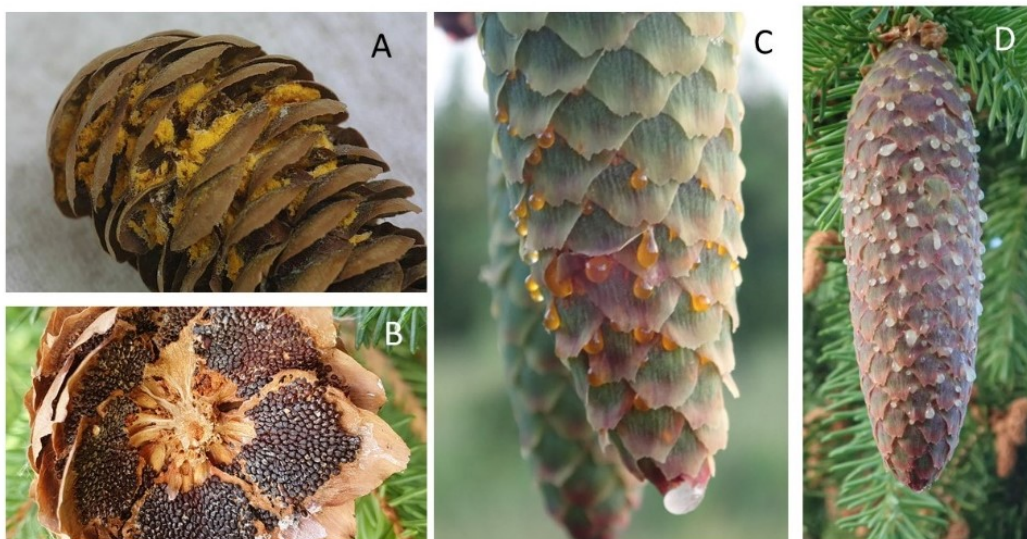
³⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksentie 3, 90570 Oulu, juha.kaitera@luke.fi

Kuusen käpytuhoja ei seurata systemaattisesti kuusen siemenviljelyksillä eikä talousmetsissä. Metsäpuiden siementuotannon kehittämiseen tähtäävässä SITKE-projektissa tuhojen torjuntakokeiden yhteydessä kertyi kuitenkin tietoa vuoden 2021 tärkeimmistä käpytuhojen aiheuttajista kolmelta siemenviljelykseltä.

Talousmetsissä kuusen kukintaa ennustetaan silmuanalyysien perusteella Luken viranomaisprojektissa "Metsäpuiden kukinta- ja siemensatoennusteet, MEKUSE". Silmunäyteoksat kerätään päätehakatusta talousmetsistä talvella vuosittain eri puolilta Suomea. Näyteoksista löytyvät kävyt paljastavat tuhonaiheuttajien runsauden ja antavat ennusteen tulevan vuoden käpysadosta ja siten epäsuorasti siemensadon laadusta.

14.1. Yleisimmät tuhonaiheuttajat

Kuusen siemenviljelyksillä sienitaudit, erityisesti kuusentuomiruoste (*Thekopsora areolata*) sekä toisinaan kuusentalvikkiruoste (*Chrysomyxa pirolata*) voivat alentaa siemensatoja merkittävästi (Kuva 37). Näiden käpyruosteiden valtaamista kävyistä ei saada itävää siementä. Kävyissä voi lisääntyä myös kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*), mutta se ei aiheuta siementuhoja. Kuusen kävyissä elää myös hyönteisiä, joiden toukat syövät siemeniä tai käpyjen osia tai molempia niistä. Näistä erityisesti (männyn)käpykoisa (*Dioryctria abietella*) ja kuusenkäpykääriäinen (*Cydia strobilella*) ovat merkittäviä tuhonaiheuttajia (Kuva 38 A–B). Paikoitellen ja ajoittain kuusenkäpykärpänen (*Strobilomyia anthracina*) tuottaa myös ongelmia (Kuva 38C). Kuusenkäpykääriäisen toukka syö siemeniä ja pihkoittaa kävyn. Käpykoisan toukat syövät käpyjen solukkoa ja aiheuttavat siten ongelmia siementen kehitykselle ja laadulle.



Kuva 37. A) Kuusentalvikkiruosteen keltaista itiöitä suomujen välissä (Kuva: Erkki Oksanen) B) Kuusentuomiruosteen helmi-itiöpesäkkeet käpysuomuilla (Kuva: Tiina Ylioja) C) Kuusentalvikkiruosteen ja D) kuusentuomiruosteen pikkukuromavaihe 21.6.2021. A) Yellow aeciospores are released from aecia of inland spruce cone rust (*Chrysomyxa pirolata*) between the cone scales (Photo: Erkki Oksanen) B) Aecia of cherry spruce cone rust (*Thekopsora areolate*) on the cone scales. Spermatium stages of C) inland spruce cone rust and D) cherry spruce rust on June 21, 2021.



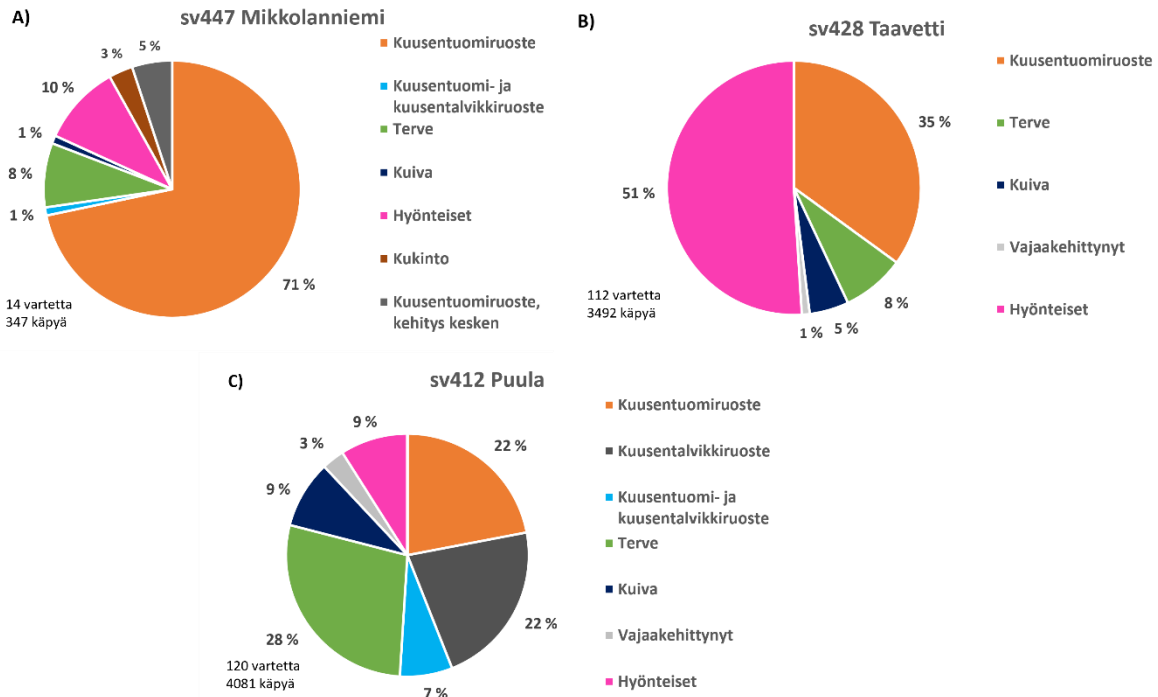
Kuva 38. Yleisimmät kuusen käpyjä ja siemeniä vioittavat hyönteiset. A) Kuusenkäpykäriäisen toukat syövät siemeniä ja kovertavat kävyn ytimen ontoksi (Kuva: Eeva Vaahtera) B) Käpykoisan toukat syövät kävyn rakenteita ja tuottavat runsaasti ulostepurua (Kuva: Tiina Ylioja) C) Kuusenkäpykärpäsen toukka pihkoittaa käpyä siemeniä syödessään ja tuottaa pihkapallon kävyn kylkeen (Kuva: Tiina Ylioja). Insects that most commonly damage cones and/or seeds A) Larvae of spruce seed moth (*Cydia strobilella*) consume the seeds and tunnel in the cone axis (Photo: Eeva Vaahtera) B) Larvae of spruce cone worm (*Dioryctria abietella*) feed on cone tissue and cones become covered by frass (Photo: Tiina Ylioja) C) Larva of spruce cone maggot (*Strobilomyia anthracina*) feeds on the seeds and typically causes a resin ball outside the cone (Photo: Tiina Ylioja).

14.2. Käpyjen voitukset kuusen siemenviljelyksillä

Kuusen siemenviljelyksillä vuonna 2021 toteutetuissa SITKE-projektin torjuntakokeissa ja niiden yhteydessä tehdyissä käpytuhojen inventoinneissa oli mukana kolme siemenviljelystä: sv447 Mikkolanniemi (Parikkala) ja sv428 Taavetti (Luumäki) Etelä-Karjalasta ja sv412 Puula (Kangasniemi) Etelä-Savosta. Kunkin viljelyksen vartteista kerättiin satunnaisesti näytekäpyerä, joka tutkittiin heti keruun jälkeen maastossa määrittelemällä kävyistä ulkoisesti ruostesienten ja hyönteisten esiintyminen. Kuusenkäpykääriäisen esiintymistä ei selvitetty, sillä sen toteaminen vaatii aina kävyn halkaisemisen.

Käpyruostetuhoja esiintyi runsaasti jokaisella viljelyksellä (Kuva 39A–C), ja Mikkolanniemen ja Puulan viljelyksillä ne olivat merkittävin käpytuhojen aiheuttaja vuonna 2021. Mikkolanniemen näytekävyistä jopa 71 % oli kuusentuomiruosteen saastuttamia ja 5 % kävyistä oli saanut kuusentuomiruostetartunnan, jonka kehitys oli jäänyt kesken mm. kuusien vedenpuutteen tai itiöpesäkkeiden vajaan hedelmöittymisen vuoksi. Vain 1 %:ssa kävyistä havaittiin kuusentalvikkiruoste. Ruosteisista kävyistä puolet oli lisäksi käpykoisan vioittamia. Taavetissa 35 % kävyistä oli kuusentuomiruosteisia, joista 67 % oli lisäksi käpykoisan valtaamia. Kuusentalvikkiruostetta esiintyi Taavetissa vain muutamassa kävyssä. Puulan viljelyksellä 22 % näytekävyistä oli kuusentuomiruosteisia, 22 % kuusentalvikkiruosteisia ja 8 % sisälsi molemmat ruosteet. Ruosteisista kävyistä käpykoisa oli suosinut enemmän kuusentalvikkiruosteisia käpyjä, joista 40 % oli sen vaurioittamia, kun taas kuusentuomiruosteisista kävyistä 25 % sisälsi koisavioituksen. Hyönteisten vioittamia ruosteettomia käpyjä oli Mikkolanniemen viljelyksellä 10 %, Taavetissa 51 %, ja Puulassa 9 % kaikista näytekävyistä (Kuva 39 A–C). Hyönteistuhon aiheutti Mikkolanniemessä käpykoisa samoin kuin Taavetissa, jossa se aiheutti mittavaa tuhoa ja oli suurin käpytuhojen aiheuttaja vuonna 2021. Vain muutamassa Mikkolanniemen ja Taavetin kävyssä havaittiin käpykärpänen. Puulan viljelyksellä puolestaan havaittiin käpykoisan lisäksi käpykärpästä, jonka osuus hyönteisten vaurioittamista kävyistä oli 9 %. Loput 91 % oli käpykoisan vioittamia käpyjä.

Ulkoisesti terveiksi luokiteltiin sekä Mikkolanniemessä että Taavetissa 8 % näytekävyistä, mutta Puulan viljelyksellä tilanne oli selvästi parempi, sillä terveiden käpyjen osuus oli siellä 28 % (Kuva 39 A–C). Ulkoisesti terveeltä näyttävä käpy saattaa kuitenkin sisältää kuusenkäpykääriäisen, jonka esiintymistä ei tässä tapauksessa tiedetty. Jos kävyt olisi halkaistu ja kääriäiset todettu, hyönteisten vioittamien käpyjen osuus olisi todennäköisesti ollut suurempi terveiden käpyjen kustannuksella. Kokonaan tai osittain kuivuneiksi tai vajaakehittyneiksi luokiteltiin Mikkolanniemessä yhteensä 1 %, Taavetissa 6 % ja Puulassa 12 % kävyistä. Mikkolanniemessä 3 % näytekävyistä oli jäänyt kukintoasteelle.



Kuva 39. Vuonna 2021 inventoidut kuusen käpytuhot prosentuaalisina osuuksina näytekävyyistä kolmella kuusen siemenviljelyksellä: A) sv447 Mikkolanniemi Parikkala, B) sv428 Taavetti Luumäki ja C) sv412 Puula Kangasniemi. Kukinto tarkoittaa, että kävyn kehitys on keskeytynyt kukintoasteelle. Percentage of different damage agents on spruce cones from the 2021 inventory data in three sites.

14.3. Käpyjen voitukset talousmetsissä

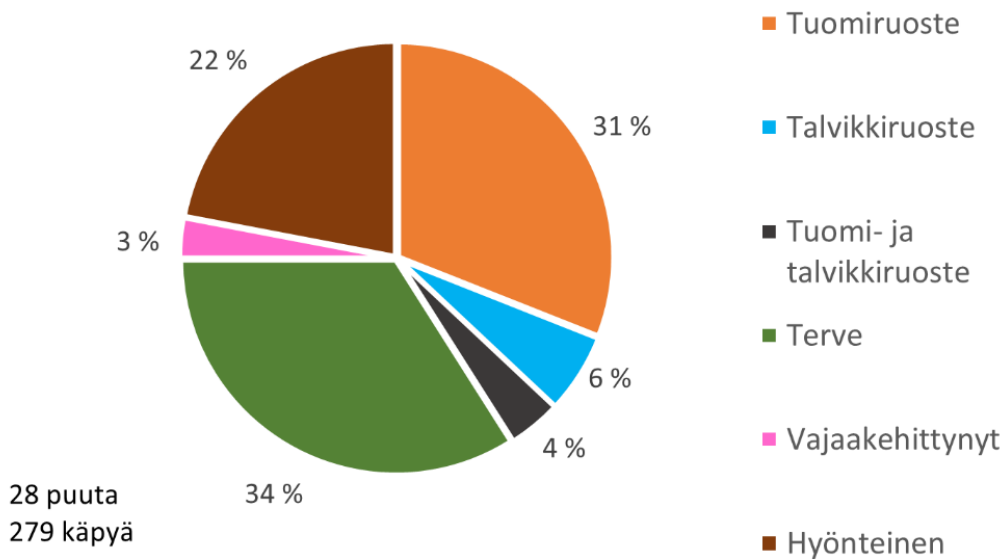
Vuosina 2018–2021 kerättiin silmunäytteiden oton yhteydessä päätehakkuualoilta näytekävyt, jotka tutkittiin laboratoriossa. Tarkastelussa käytetty vuoden 2021 aineisto on kerätty 14 paikakunnalta, mutta runsaan käpyvuoden vuoksi näytteitä mahdollisesti saadaan vielä lisää kevättalven 2022 mittaan.

Jokaisesta näytekävystä määritettiin näkyvät ruostesienten ja hyönteisten aiheuttamat oireet ensin kävyn ulkopuolelta, minkä jälkeen käpy halkaistiin kahtia käpykääriäisen toteamiseksi.

Vuoden 2018 mittauksissa oli mukana 18, vuoden 2019 mittauksissa 7 ja vuoden 2020 mittauksissa 7 talousmetsikköä. Kaikissa metsiköissä, joista silmukeräysoksia on kerätty, ei välttämättä ole ollut lainkaan käpyjä. Vuonna 2018 aineisto sisälsi 88 puuta ja 152 käpyä, joista 24 % oli kuusentuomiruosteisia, kun taas 1 % kävyistä sisälsi kuusensuopursuruosteen itiöemiä. Hyönteisten vioittamista kävyistä 27 % sisälsi käpykoisan, 29 % kuusenkäpykääriäisen ja 3 % kuusenkäpykärpäsen. Vuonna 2019 tutkittiin 198 käpyä 45 puusta, joista 4 % oli kuusentuomiruosteisia ja 2 % sisälsi kuusensuopursuruosteen pesäkkeitä. Vuosina 2019 ja 2020 merkittävin tuhoni aiheuttaja kävyissä oli hyönteisten aiheuttama vioitus, joka oli useimmiten kuusenkäpykääriäisen aiheuttama. Käpykoisan aiheuttamat tuhot keskittyivät vuonna 2019 yhteen metsikköön, jossa vajaa 60 % näytekävyyistä oli koisan vahingoittamia. Myös kuusentuomiruoste erotui selkeästi yhden metsikön näytekävyyistä, joista reilut 60 % 12 tutkitusta kävystä oli kuusentuomiruosteen valtaamia. Osa metsikön kävyistä oli kuitenkin edellisvuoden käpyjä. Kyseessä oli eri metsikkö kuin käpykoisatuhon tapauksessa. Kuusenkäpykärpästä havaittiin vuonna 2019 ainoastaan kolmen metsikön näytekävyyissä satunnaisesti.

Vuoden 2020 aineisto sisälsi 178 käpyä 44 puusta. Vuonna 2020 käpykoisan toukkien aiheuttama vioitus oli kävyissä erittäin vähäistä, ja kuusentuomiruosteen esiintyvyys oli 0,6 % eli lähes olematon. Kävyistä myös 0,6 % oli kuusensuopursuruosteisia. Myös käpykärpäsen osuus oli häviävän pieni. Kuusenkäpysääski (*Kaltenbachiola strobii*) havaittiin vuonna 2020 kahden metsikön näytekävyissä, joista noin 30 % sisälsi sääsken harsopusseja. Molemmat metsiköt sijaitsivat Varsinais-Suomessa. Kuusentalvikkiruostetta ei tavattu lainkaan tutkituissa kävyissä vuosina 2018–2020.

Vuonna 2021 tehtiin Suonenjoen siemensadon tarkkailumetsässä tarkempi silmunäytekeräys, jonka yhteydessä kerättiin yhteensä 279 käpynäytettä 28 puusta. 31 % näytekävyistä oli kuusentuomiruosteen valtaamia (Kuva 40), ja näistä ruostekävyistä 8 % sisälsi lisäksi käpykoisan vioituksen. Kävyissä esiintyi myös kuusentalvikkiruostetta sekä molemmat ruosteet samassa kävyssä, mutta kuusentuomiruoste oli selvästi merkittävin tuhonaiheuttaja kyseisessä metsikössä. Hyönteisvioituksista kärsi 22 % ruosteettomista näytekävyistä. Näistä vioituksista 50 % oli käpykoisan ja 32 % kuusenkäpykääriäisen aiheuttamaa. Loput hyönteisvioitukset olivat käpykärpäsen tai usean eri hyönteisen samanaikaisesti käpyihin tekemiä tuhoja. Suonenjoen metsikkökävyistä 34 % oli täysin terveitä. Vain pieni osa kävyistä oli vajaakehittyneitä.



Kuva 40. Vuonna 2021 tutkitut kuusen käpytuhot prosentuaalisina osuuksina näytekävyistä Suonenjoen siemensadon tarkkailumetsikössä. Percentage of different damage agents on spruce cones from the 2021 inventory in Suonenjoki research forest site.

Vuoden 2021 keräyksessä oli lisäksi mukana yhteensä 13 metsikköä, jotka sijaitsivat Kemijärvellä, Rovaniemellä, Muhoksella, Oulussa, Suomussalmella, Puolangalla, Kankaanpäässä, Mänttä-Vilppulassa, Mynämäellä ja Salossa (4 kpl). Eniten käpytuhoja näissä metsiköissä aiheuttivat hyönteiset, joiden vioittamien näytekäpyjen osuus oli keskimäärin 43 %. Hyönteisten vioittamista kävyistä keskimäärin 40 %:ssa oli kuusenkäpykääriäinen ja 27 %:ssa käpykoisa. Kuusenkäpykääriäistä tavattiin 80 %:ssa ja käpykoisaa 67 %:ssa mukana olleista metsiköistä. Tutkituista näytekävyistä keskimäärin 9 % oli käpykärpäsen ja 17 % käpysääsken vioittamia, ja 7 % sisälsi usean hyönteisen samanaikaisesti tekemän vahingon. Kyseisten hyönteistuhojen osalta hajonta oli kuitenkin erittäin suurta metsiköiden välillä ja joissakin metsiköissä hyönteisten vioittamien käpyjen osuus oli häviävän pieni. Käpykärpäsen ja käpysääsken esiintyminen

oli paikallista ja keskittyi vain muutamaa metsikköön. Toisin kuin Suonenjoen metsikössä ruosteisia käpyjä esiintyi muissa metsiköissä erittäin vähän. Vain viiden metsikön näytekävyistä löytyi kuusentuomiruostetta, ja niissäkin vioitus koski ainoastaan muutamia käpyjä.

14.4. Yhteenveto vuoden 2021 tuhoista

Vuonna 2021 siementuottajat Tapio Palvelut Oy ja Siemen Forelia Oy ennakoivat ennätysellistä käpysatoa kuuselle runsaan kukinnan perusteella. Etenkin Etelä-Karjalassa laaja tuomiruoste-epidemia pilasi satoa laajalti. Kesän kuivuus kuritti myös kuusen siemenviljelmää eivätkä kävyt kaikkialla kehittyneet odotetusti. Paikoitellen etenkin käpykoisa esiintyi runsaana verottaen satoa entisestään. Hyönteisiä on mahdollista yrittää torjua kasvinsuojelun keinoin, mutta laajaa ruoste-epidemiaa ei pystytä torjumaan.

15. Okakaarnakuoriaiset olivat osasyllisiä mäntyjen kuolemiseen

Tiina Ylioja¹⁾, Jarkko Hantula¹⁾, Heikki Nuorteva¹⁾, Pekka Kuitunen²⁾, Juha Siitonen¹⁾ ja Eeva Terhonen¹⁾

¹⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, tiina.ylioja@luke.fi, jarkko.hantula@luke.fi, heikki.nuorteva@luke.fi, juha.siitonen@luke.fi, eeva.terhonen@luke.fi

²⁾ Metsäkeskus, Hallituskatu 7 C, 45100 Kouvola, pekka.kuitunen@metsakeskus.fi

Kesällä 2021 uutisoitiin kookkaiden mäntyjen punertumisesta ja kuolemista lounaisrannikolla. Jo kesällä 2019 havaittiin Maskussa okakaarnakuoriaisen esiintymä (Nuorteva & Linna-koski 2022). Myös kesällä 2021 puiden latvoissa oli kuoressa havaittu pieniä reikiä, joiden alta oli tunnistettu okakaarnakuoriaisten (*Ips acuminatus*) syöntijälkiä. Uutisoinnin jälkeen metsäammattilaiset, mukaan lukien Suomen metsäkeskus ja Luonnonvarakeskus saivat runsaasti huolestuneita yhteydenottoja maanomistajilta, joiden yksittäiset männyt olivat joko heikentyneet tai kuolleet. Pääasiassa yhteydenotot koskivat rantatonttien puita kallioisilla paikoilla, mutta vain muutamia talousmetsiä.

Luonnonvarakeskuksen ja Suomen metsäkeskuksen metsätuhoasiantuntijat tutustuivat tuho-kohteisiin metsänhoitoyhdistys Lounametsän opastuksella Uudenkaupungin ja Taivassalon alueella. Viisi tarkastettua kohdetta poikkesivat kasvupaikaltaan tai puustoltaan toistaan. Pahimmin vaurioituneissa metsiköissä oli kuollut jopa 20–30 mäntyä (Kuva 41a), mutta useimmat Luken ja metsäkeskuksen vastaanottamista ilmoituksista koskivat yksittäisiä mäntyjä tai pieniä puuryhmiä. Yhdistävä tekijä kaikille kasvupaikoille löytyi kuolleiden puiden juurenniskoja paljastamalla: jokaiselta kohteelta löydettiin juurikäävän itiöemiä (Kuva 41b). Männynjuurikäävän aiheuttaman tyvitervastaudin valtaamissa metsiköissä on tyypillisesti ryhminä pystyyn kuolleita mäntyjä, joiden ympärillä on latvastaan harsuuntuneita puita. Myös näitä havaittiin osalla tutkituista paikoista. Yksi metsikkö oli jo hakattu ja puut pinottu.



Kuva 41. A) Lounaisrannikolla loppu kesästä 2021 kuoli usealla kohteella mäntyjä; B) Jokaiselta kohteelta löydettiin juurikäävän itiöemä. A) Scots pine trees were noted to die during the late summer 2021 in southwest coast; B) From every site also *Heterobasidium annosum* were found. Kuvat/Photos: Tiina Ylioja.

Kaikilla kohteilla havaittiin myös edellisenä kesänä kuolleita puita, joissa oli runsaasti okakaarnakuoriaisten iskeymiä, mukaan lukien kohde, jossa oli äskettäin tehty hakkuu. Vaikutti siltä, että okakaarnakuoriainen oli iskeytynyt erityisesti puihin, joiden juuristo oli männynjuurikäävän tai kuivuuden heikentämä. Lisäksi yhdeltä kohteelta löydettiin puista tässäkin raportissa esitellyä havuparikas-sientä (*Sphaeropsis sapinea*), joka aiheuttaa etelänversosurma-tautia. Tämä tauti puhkeaa stressaantuneissa puissa. Näiden seikkojen perusteella voitiin päätellä, että todennäköisesti männynjuurikääpä oli heikentänyt puiden vedenottokykyä ja alentanut puiden pihkaan perustuvaa puolustautumiskykyä kaarnakuoriaisia vastaan. Tilannetta olivat edesauttaneet myös edellisten vuosien lämpimät kesät: vuoden 2018 kesä oli keskimääräistä lämpimämpi ja lisäksi vuosien 2020 ja 2021 kesäkuun keskilämpötilat olivat alueella neljä astetta pitkäaikaista keskiarvoa korkeampia. Myös vuoden 2019 kesäkuu oli tavanomaista pari astetta lämpimämpi. Kuumat ja kuivat kesät, joiden vaikutusta juuriston krooninen juurikäätartunta vielä ankaroittaa, heikentävät puita, jolloin ne ovat alttiimpia sekä havuparikkaalle että kaarnakuoriaisten lisääntymiselle ja kehitykselle.

Okakaarnakuoriainen on männyllä elävä kaarnakuoriainen, joka iskeytyy heikentyneiden mättyjen latvaosissa oksiin ja hilsekaarnaaseen runkoon. Se tuo mukanaan voimakkaasti puuta sisältävän sienen (Kuva 42), jota lajin toukat käyttävät nilakerroksessa ravinnokseen. Nilayhteyden katkeaminen estää ravinteiden kulun latvasta juuriin ja sinistäjäsieni tukkii vedenkulkua puuaineessa (Kuva 20, 42). Okakaarnakuoriaisen valtaamat puut kuolevat yleensä nopeasti. Okakaarnakuoriaisen luontainen esiintymisalue kattaa lähes koko Suomen. Laji parveilee alkukesällä, kun päivälämpötilat nousevat +18 asteeseen (Lekander ym. 1977). Tuolloin okakaarnakuoriaiset etsivät vahingoittuneita tai heikentyneitä puita lisääntymismateriaaliksi.

Okakaarnakuoriaisella on usein päällekkäisiä sukupolvia kesän aikana, mutta nykytietämyksen mukaan vain osa okakaarnakuoriaisista jää talvehtimaan kuoren alle puiden latvoissa (Bakke 1968, Gehrken 1984, Colombari ym. 2012). Kesän 2021 aikana kokonaan kuolleet männyt eivät enää sisältäneet eläviä aikuisia syksyllä 2021 tehdyissä tarkastuksissa. Myös sellaisia okakaarnakuoriaisen valtaamia puita havaittiin, joissa vasta latva oli kuollut, mutta alaoksissa neulaset olivat vielä vihreitä. Tällaisista puista tavattiin okakaarnakuoriaisten aikuisia, toukkia ja koteloita.



Kuva 42. Yhdellä kohteella kaadettiin kuoleva mänty, joka oli kauttaaltaan sinistynyt. Scots pine wood was heavily bluestained. Kuva/Photo: Tiina Ylioja.

Kaikki punertuneet ja kuolleet männyt saaristossa ja rannikolla eivät ole okakaarnakuoriaisen valtaamia. Puuston kuoleminen on luonnollista, sillä yksittäisiä puita kuolee jatkuvasti. Jo

kuolleiden puiden kaatamisen sijaan ne voi jättää keloutumaan ja rikastuttamaan metsäluontoa. Vedenpuutteesta kärsivän männyn kuolemaa voivat jouduttaa monet muutkin lajit kuin okakaarnakuoriainen. Tällaisia ovat mm. neli- ja parihammaskirjaajat (*Pityogenes quadridens* ja *P. bidentatus*), jotka okakaarnakuoriaisen tapaan asuttavat heikentyneiden puiden latvuksia. Myös pysty- ja vaakanävertäjät (*Tomicus piniperda* ja *T. minor*) iskeytyvät toisinaan lisääntymään heikentyneiden mäntyjen runkoihin ja levittävät mukanaan sinistäjäsieniä.

Mahdolliset torjuntatoimet okakaarnakuoriaisen leviämisen estämiseksi kannattaa kohdistaa ensi kesänä kesä-heinäkuussa puihin, jotka okakaarnakuoriaiset ovat juuri vallanneet. Tällaiset puut kannattaa kuljettaa pois mäntyjen läheisyydestä, ja pilkkoa vaikka polttopuiksi. Mikä tahansa toimenpide, joka kuivattaa nilan hilsekaarnan alta nopeasti, estää okakaarnakuoriaisten toukkien aikuistumisen. Puiden poistokaan ei kuitenkaan välttämättä takaa, että esiintymät häviäisivät, sillä laji löytää tehokkaasti männyn, joiden puolustuskyky on alentunut.

Viitteet

- Bakke, A. 1968. Ecological studies on bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to the influence of temperature. Meddelelser fra det Norske Skogforsöksvesen 21: 443–602.
- Colombari, F., Battisti, A., Schroeder, L.M. & Faccoli, M. 2012. Life-history traits promoting outbreaks of the pine bark beetle *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the south–eastern Alps. European Journal of Forest Research 131: 553–561
- Gehrken, U. 1984. Winter survival of an adult bark beetle *Ips acuminatus* Gyll. Journal of Insect Physiology 30(5): 421–429
- Lekander, B., Bejer-Petersen, B., Kangas, E. & Bakke, A. 1977. The distribution of bark beetles in the Nordic countries. Acta Entomologica Fennica 32: 1–37.
- Nuorteva, H. & Linnakoski, R. 2022. Okakaarnakuoriainen (*Ips acuminatus*) ja mäntyjen nopea kuolema Maskussa kesällä 2019. Julkaisussa: Nuorteva, H. (toim.), Kytö, M. (toim.), ym. 2022. Metsätuhot vuonna 2019. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 10–26.

16. Hirvieläintuhot 2021

Juho Matala

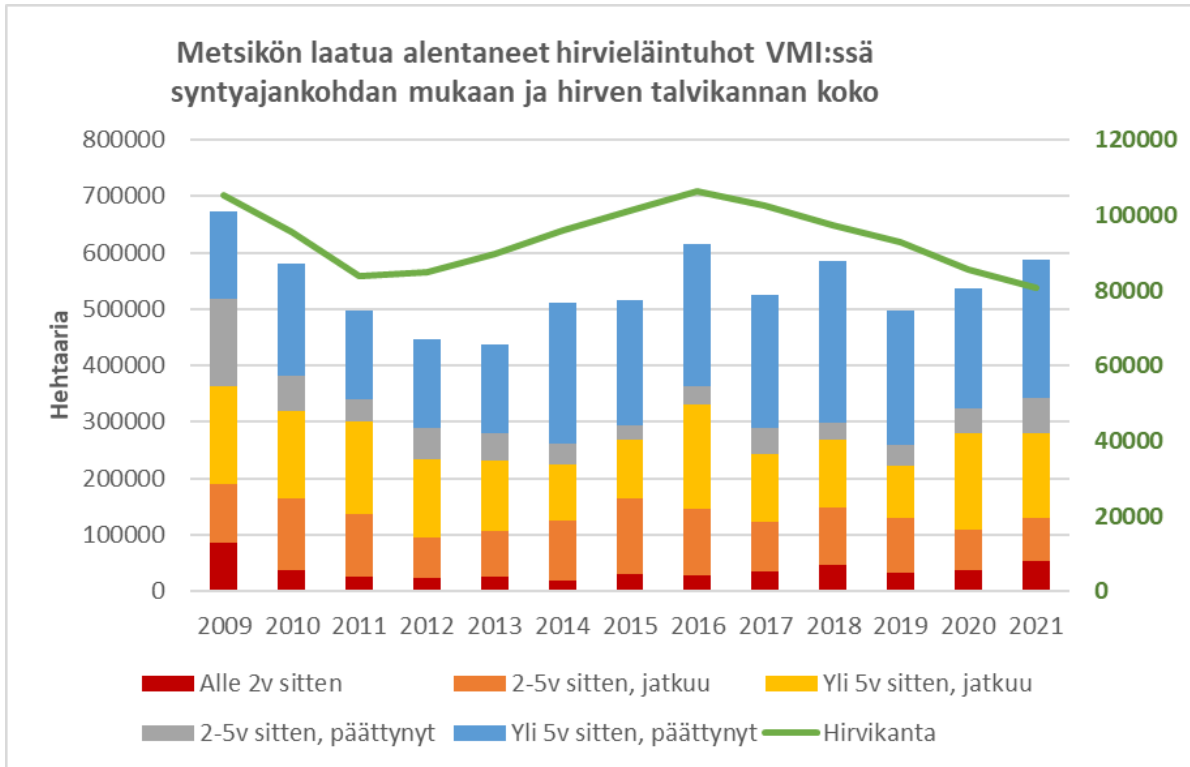
Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6b, 80101 Joensuu, juho.matala@luke.fi

16.1. Hirvieläintuhot VMI:ssä ja hirvikannan kehitys

Kattavan kuvan Suomen hirvieläintuhotilanteesta saa valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) aineistoista (Tomppo & Joensuu 2003, Nevalainen ym. 2016). Hirvieläinten aiheuttamia tuhoja käsitetään VMI:ssä yleensä kaikkien hirvieläinten aiheuttamina, koska tuhon ilmiönsä perusteella tuhon aiheuttajan varma tunnistaminen lajilleen on yleensä epävarmaa. Varttuneiden taimikoiden ja sitä isompien puustojen osalta aiheuttajana on todennäköisesti hirvi, mutta pienten taimikoiden osalta myös muut hirvieläimet, todennäköisimmin valkohäntä- ja metsäkauris, ovat mahdollisia. Taimikoiden hirvieläintuhot ovat sinänsä suhteellisen helposti tunnistettavissa kuitenkin jonkun hirvieläimen aiheuttamaksi, eikä metsikön laatua alentaneita taimikoiden hirvieläintuhoja siten merkittävästi jää VMI:ssä tunnistamatta (Tomppo & Joensuu 2009).

VMI:ssä viimeisten kolmentoista vuoden aikana vuosittain inventoitujen koealojen mukaan metsikön laatua alentaneiden hirvieläintuhojen pinta-ala on vaihdellut noin 420 000–680 000 hehtaarin välillä (Kuva 43). Tuhojen pinta-ala laski tasaisesti vuodesta 2009 aina vuoteen 2013 asti, minkä jälkeen se alkoi nousta vuoteen 2016 asti, jonka jälkeen pinta-ala on ollut vuosittain vaihdellen laskusuunnassa. Samaan aikaan hirvikanta on vaihdellut 80 800 ja 106 000 välillä (Kuva 43). Koko maan tasolla tarkastellen VMI:n hirvituhotilanne seuraa hirvikannan muutoksia. VMI:n inventointivuonna 2021 tuhoja oli noin 587 000 hehtaarilla (Kuva 43).

Kuvassa 43 esitetään hirvieläintuhojen ikä havaintohetkellä, minkä tarkastelu edelleen selkeyttää tulkintaa hirvikannan koon vaikutuksesta tuhoihin. Ns. jatkuvien eli mittausvuonna tuoretta syöntiä sisältävien tuhojen (syntyaikaluokat i-iii, kuvassa punakeltaiset värit, kuva 1) osuuden laskiessa myös hirvikanta on ollut laskussa. Tällainen tilanne oli esimerkiksi 2009–2014, jolloin jatkuvien tuhojen osuus pieneni 54:stä 44 %:iin kaikista laatua alentaneista tuhoista, kun hirvikanta laski noin 105 000:sta vajaaseen 90 000:een. Tämän jälkeen hirvikannan kasvaessa jatkuvien tuhojen osuus nousi uudelleen 54 %:iin vuoteen 2016. Vuonna 2021 jatkuvien tuhojen osuus oli vuosien 2017–2019 lievän laskun jälkeen uudelleen noussut 48 %:iin kaikista tuhoista. Pinta-aloina vuoden 2021 hirvieläintuhot jakautuivat syntyaikaluokkiin seuraavasti: alle 2 vuotta sitten alkaneet -53 100 ha; alkanut 2–5 vuotta sitten, jatkuu edelleen -77 200 ha; alkanut yli 5 vuotta sitten, jatkuu edelleen -150 700 ha; alkanut 2–5 vuotta sitten, päättynyt -62 000 ha; ja alkanut yli 5 vuotta sitten, päättynyt -244 000 ha.



Kuva 43. Tuhot esitetty VMI:n mukaan hehtaareina koko maassa pois lukien Ylä-Lappi ja Ahvenanmaa. Kuvan osoittama hehtaarimäärä tarkoittaa kaikkien hirvieläinten aiheuttamien tuhojen määrä kyseisenä vuonna mitattujen koelajojen mukaan koko maahan yleistettynä. Tuhot on jaoteltu VMI:n luokittelun mukaan tuhon syntyajankohdalta perusteella seuraavasti: i-alkanut alle 2 vuotta sitten; ii-alkanut 2–5 vuotta sitten ja jatkuu edelleen; iii-alkanut yli 5 vuotta sitten ja jatkuu edelleen; iv-alkanut 2–5 vuotta sitten, mutta päättynyt; ja v-alkanut yli 5 vuotta sitten, mutta päättynyt. Luokissa i–iii on siis ollut inventointihetkellä tuoretta syöntiä. Damage caused by *Alces alces* in hectares (vertical bars) according to National Forest Inventory data and the population levels of *A.alces* (green line). The colouring of the vertical bars are: red=damage has occurred within two years, orange, damage has occurred within 2–5 years and continues, yellow=damage is more than five years old and continues, grey=damage is 2–5 years old and has ended, blue=damage more than five years old and has ended.

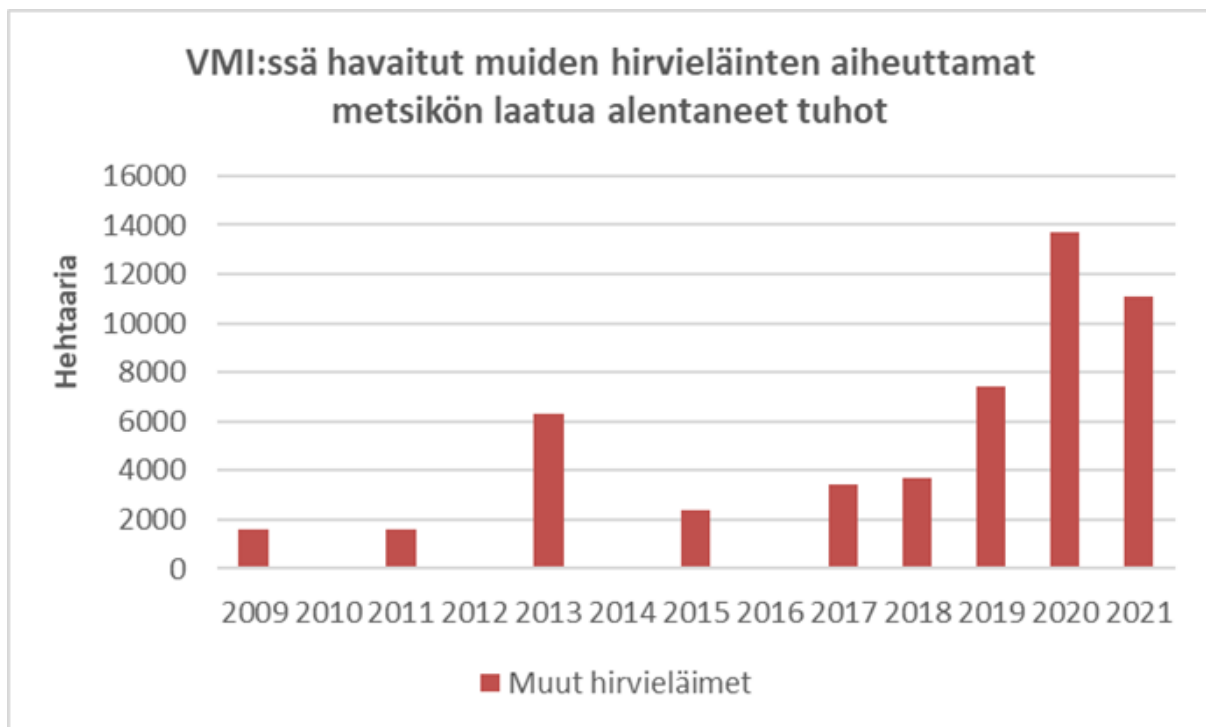
Pääosa (noin 75 %) hirvieläintuhoista on mäntyvaltaisissa taimikoissa, jotka ovat hirvien pääasiallinen talviravintokohde ja joiden määrä on jatkuvasti vähentynyt viime vuosikymmeninä (Matala ym. 2021). Tämä tarkoittaa vähemmän talviravintoresurssia hirveä kohden, mutta lisääntynyttä tuhoriskiä vähenevien mäntymetsien kannalta (Nikula ym. 2021). Tästä on pääteltävissä, että mikäli haluttaisiin nykytasoa vähemmän hirvituhoja, olisi nykyinen metsänrakenne – eli mäntytaimikoiden väheneminen – huomioiden hirvikantaa laskettava nykyistä alemmas. Myös männyn uudistusalan lisääminen pienentäisi vastaavasti tuhoriskiä, mutta sen muutokset vaikuttavat huomattavasti pidemmällä viiveellä kuin hirvikannan säätely.

16.2. Pienten hirvieläinten kannan kehitys ja sen näkyminen VMI:n metsätuhoissa

Pienemmistä hirvieläimistä erityisesti valkohäntäkauriin (metsästyslaissa valkohäntäpeura) kannan kasvu on viime vuosina ollut eksponentiaalista. Tuoreimman kanta-arvion mukaan niiden

määrä talvella 2021 oli noin 125 000 yksilöä (Luonnonvarakeskus 2021). Metsäkauriista ei tehdä kanta-arviota, mutta myös sen kanta on voimakkaassa kasvussa sekä metsästäjien ampuman saalismäärän (Riistakeskus, 2022) että kolarimäärien perusteella arvioituna (Matala ym. 2021).

Molempien kaurislajien metsätuhot kohdistuvat yleensä enemmän varhaisvaiheen taimikoihin kuin hirvellä ja ovat yleensä lievempiä. Runsaina esiintyessään molemmilla lajeilla on kuitenkin potentiaalia aiheuttaa vakavaakin haittaa. VMI:n tuloksia esitellään yleensä ”hirvieläintuhoina”, jotka sisältävät pääosin hirven, mutta mahdollisesti myös muiden hirvieläinten aiheuttamia tuhoja. Tämän lisäksi arvioidaan muiden kuin hirven aiheuttamia tuhoja, mikäli ne ovat koealalta arvioitavissa. VMI:ssä on kuluneen vuosikymmenen aikana tehty lisääntyvässä määrin havainnot näiden muiden hirvieläinten kuin hirven aiheuttamista laatu alentaneista tuhoista (Kuva 44). Niiden määrä on noussut yli 10 000 hehtaarin tasolle vuosittain (Kuva 44). Alueellisesti tarkastellen nämä havainnot ovat tulleet Lounais- ja Etelä-Suomesta sekä Keski-Suomesta ja Pohjois-Pohjanmaalta, mikä viittaa hirvieläinlajien tiheimmät esiintymisalueet huomioiden siihen, että aiheuttajat ovat sekä valkohäntä- että metsäkauriita. Lisäksi tulee huomioida, että myös edellä esitellyssä hirvieläintuhoissa (Kuva 43) voi osa olla muiden kuin hirven aiheuttamia tuhoja (ks. lisää hirvieläintuhojen lajilleen tunnistamisen ongelmasta esim. Heikkilä ym. 2003 ja Matala ym. 2021).



Kuva 44. Metsikön laatua alentaneiden muiden hirvieläinten (metsäkauris, valkohäntäkauris, metsäpeura ja poro) kuin hirven aiheuttamien tuhojen pinta-ala vuosina 2009–2021 VMI:n mukaan koko maassa pois lukien Ylä-Lappi ja Ahvenanmaa. Damage caused by other ungulates than *A. alces* (*Capreolus capreolus*, *Odocoileus virginianus*, *Rangifer tarandus fennicus* and *Rangifer tarandus tarandus*) between 2009 and 2021 according to National Forest Inventory data.

Pienten hirvieläinten määrän kasvu ja sen näkyminen myös VMI:n hirvieläintuhoissa tarkoittaa, että hirven lisäksi meillä on kaksi muutakin hirvieläinlajia, jotka voivat aiheuttaa merkittäviä metsätuhoja. Pienten hirvieläinten ja hirven yhteisvaikutus voi suurina tiheyksinä vaikeuttaa havu- ja lehtipuiden taimikoiden kehitystä perustamisvaiheesta lähtien (Heikkilä ym. 2003).

Olisi entistä tärkeämpää saada arvioitua kaikkien hirvieläinten määrää ja niiden vaikutuksia metsätuhojen syntymisen kannalta.

Viitteet

Heikkilä, R., Annala, M.-L. & Härkönen, S. 2003. Metsäkauris taimikoiden vahinkoeläimenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 906. 20 s. ISBN 951-40-1900-8, ISSN 0358-4283

Luonnonvarakeskus, 2022. 8.3.2022 Päivitetty hirvikannan arvio. <https://riistahavainnot.fi/sorkkaelaimet/ajankohtaista>

Luonnonvarakeskus, 2021. 19.3.2021 Valkohäntäpeurakannan kasvu jatkui. <https://riistahavainnot.fi/sorkkaelaimet/ajankohtaista>

Matala, J., Nikula, A., Pellikka, J., Aikio, S., Forsman, J., Henttonen, H., Holmala, K., Huitu, O., Jauni, M., Kojola, I., Melin, M., Paasivaara, A. & Pusenius, J. 2021. Hirvieläinten vaikutuksia yhteiskuntaan, elinkeinoihin ja ekosysteemiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 142 s <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-217-9>

Nevalainen, S., Matala, J., Korhonen, K.T., Ihalainen, A. & Nikula, A. 2016. Moose damage in National Forest Inventories (1986–2008) in Finland. *Silva Fennica* 50(2) article ID 1410. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1410>.

Nikula, A., Matala, J., Hallikainen, V., Ihalainen, A., Pusenius, J., Kukko, T. & Korhonen, K.T. 2021. Modelling the effect of moose *Alces alces* population density and regional forest structure on the amount of damage in forest seedling stands. *Pest Management Science* 77: 620–627. <https://doi.org/10.1002/ps.6081>

Riistakeskus, 2022. Valkohäntäpeuran ja metsäkauriin saalismäärässä jälleen kasvua. <https://riista.fi/valkohantapeuran-ja-metsakauriin-saalismaarassa-jalleen-kasvua/>

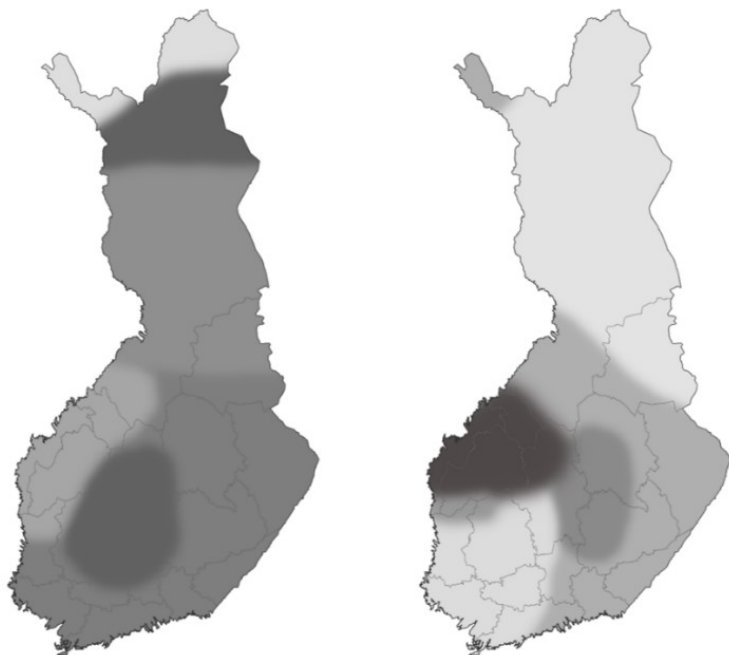
Tomppo, E. & Joensuu, J. 2003. Hirvieläinten aiheuttamat metsätuhot Etelä-Suomessa Valtakunnan metsien 8. ja 9. inventoinnin mukaan. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2003: 507–535.

17. Myyrätilanne ja -tuhot 2021

Otso Huitu, Jukka Niemimaa ja Heikki Henttonen

Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, otso.huitu@luke.fi, ext.heikki.henttonen@luke.fi

Myyrät ovat merkittäviä tuholaisia nuorissa taimikoissa kannanvaihteluiden huippuvaiheissa. Etenkin peltomyyrät, vähäisemmissä määrin metsämyyrät, aiheuttavat pahimmillaan miljoonien eurojen arvoiset vuotuiset vahingot taimikoissa (Huitu ym. 2009, 2013). Myyräkantojen suuruus vaihtelee pohjoisilla leveysasteilla tyypillisesti 3–4 vuoden välein, noudattaen säännöllistä aaltomaista liikettä eli sykliä (Hansson & Henttonen 1985). Pahimmat taimituhot aiheutuvat tuon syklin huippuvaiheissa, joka ajoittuu lumiseen aikaan syksyyn tai talveen. Tällöin varsinkin peltomyyrät kansoittavat heinittyneet taimikot ja turvautuvat taimien syömiseen sen jälkeen, kun niiden suosima heinäkasvillisuus on kulutettu loppuun. Talven myyrätuhot paljastuvat taimikoissa keväällä, lumien sulettua. Myyräkannat romahtavat huippupalven tai sitä seuraavan kevään aikana ja ne pysyvät alhaisina pari seuraavaa vuotta. Myyrien kannanvaihtelut ovat usein samanaikaisia hyvin laajoilla alueilla, jopa usean sadan kilometrin säteellä (Sundell ym. 2004). Alueellinen samanaikaisuus on yleensä sitä laajempi, mitä korkeammat myyrätiheydet huippuvaiheessa ovat. Myyrien kannanvaihtelun voimakkuus ja samalla alueellinen samanaikaisuus vaihtelee voimakkaasti vuosikymmenten välillä (Korpela ym. 2013, Cornulier ym. 2013). Suurimmassa osassa Suomea edelliset laajat korkean tiheyden ja merkittävien tuhojen myyrävuodet ajoittuvat vuosille 2005/06 ja 2008/09 (Huitu ym. 2013). Sen jälkeen myyräkantojen vaihtelu, ja samalla tuhot, ovat olleet vaimeampia ja paikallisempia. Myyrien kannanvaihtelut ovat edelleen alueellisesti eriaikaisia ja eri puolille maata eri vuosina osuneet tiheyshuiput ovat olleet pääasiassa vain kohtalaisen suuria. Myyrätuhoja paljastui vuonna 2021 vain hyvin satunnaisesti. Yhtenäisin tuhoalue sijoittui Pirkanmaalle, jossa koettiin myyrien tiheyshuippu syksyllä 2021.



Kuva 45. Myyrien runsauden alueelliset erot syksyllä 2020 (vasen kartta) ja syksyllä 2021 (oikea kartta). Mitä tummempi harmaan sävy, sitä runsaammat myyräkannat. Differences in relative vole abundance in autumns of 2020 (left) and 2021 (right). Darker shade indicates more abundant vole populations.

17.1. Myyräkannan alueelliset vaihtelut 2021

Myyrien määrät ovat vaihdelleet viime vuosien aikana eriaikaisesti Suomen eri osissa (Kuva 45). Koskaan koko Suomi ei ole vaihdellut yhtäaikaan, mutta nyt eritahtisia alueita on runsaammin. Myyrähuippuja on todettu vuoden 2020 lopussa pohjoisimmassa Metsä-Lapissa ja Keski-Suomi – Pirkanmaa -alueella ja syksyllä 2021 Pohjanmaan maakuntien alueella. Muualla Suomessa kannat ovat vaihdelleet epäsäännöllisemmin ja tiheydet ovat olleet korkeintaan keskinkertaiset.

Suomen eteläinen puolisko

Pohjanmaan maakunnissa, Pohjois-Pohjanmaa pois lukien, sekä Keski-Suomen läntisimmissä osissa pelto- ja metsämyyrien kannat kasvoivat koko vuoden 2021, saavuttaen huippunsa loppuvuonna 2021. On odotettavissa, että myyrämäärät romahtavat talven 2021–2022 aikana. Syklisesti vaihtelevien lajien kannat jatkavat pienenemistään yleensä huippuvaihetta seuraavaan syksyyn eli syksyyn 2022 asti.

Lounais-Suomessa ja osissa Pirkanmaata ja Keski-Suomea koettiin vuonna 2020 kohtalainen, alueellisesti hyvin vaihtelevan suuruinen myyrähuippu. Myyräkannat pienenevät merkittävästi näillä alueilla kautta vuoden 2021. On odotettavissa, että kannat kasvavat näillä alueilla jonkin verran kesän 2022 lisääntymiskauden aikana. Pirkanmaan ja Satakunnan pohjoisosissa myyriä tavattiin syksyllä 2021 kohtalaisesti, mikä ennakoii pienialaista huippua syksyille 2022.

Oulun seudulta Pohjois-Karjalaan ja itärajaa pitkin Kaakkois-Suomeen ulottuvalla vyöhykkeellä myyräkannat kasvoivat kohtalaiseen tiheyksiin vuoden 2021 syksyyn mennessä. Kasvun odotetaan jatkuvan tällä alueella syksyyn 2022 asti, jolloin koittaisi uusi huippu.

Osissa Pohjois- ja Etelä-Savoa myyrämäärät olivat 2021 kohtalaisen suuria, mutta kannansuuruuden vaihtelu on ollut hyvin epämääräistä. On vaikea arvioida kasvavatko myyrämäärät näillä alueilla edelleen vuonna 2022, vai taantuvatko kannat.

Pohjois-Suomi

Metsä-Lapin etelä- ja keskiosissa talvella 2019/20 ennen aikojaan tapahtuneen romahduksen jäljiltä myyräkannat olivat pääosin alamaissa vuoden 2020, eivätkä kasvaneet vuoden 2021 aikana. Pahimpien taimituholaisten, pelto- ja lapinmyyrien, kannat olivat niukat syksyllä 2021. Metsämyyriä oli paikoin välttävästi, usein vähän.

Ylempänä Muonio-Saariselkä-linjalla syksyllä 2020 ollut vaatimaton huippu romahti talvella 2020/21. Syksyllä 2021 tällä vyöhykkeellä kaikki jyräjät olivat harvalukuisia. Metsämyyriä tavattiin paikoin hieman, paikoin niukalti.

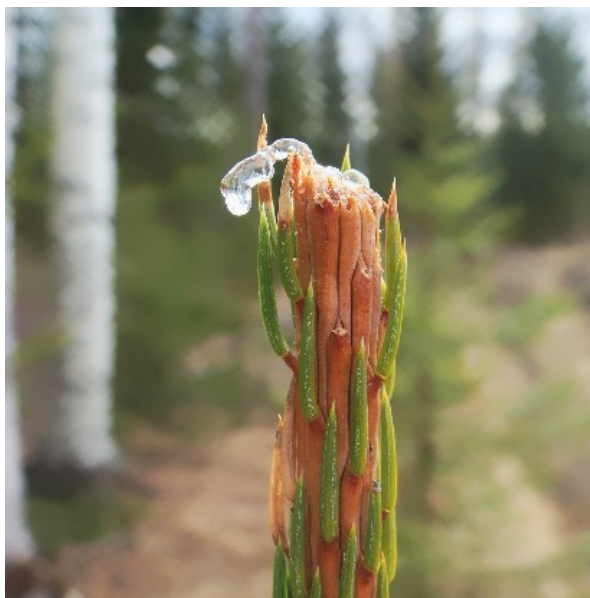
Toisin kuin Metsä-Lapissa, Käsivarren Tunturi-Lapissa kannanvaihteluiden vaihe näyttää selkeältä. Myyräkanta romahti talvella 2019/20, ja sen jälkeen myyriä oli odotetusti niukasti vielä vuoden 2021 alkukesällä. Romahdusvaihe koski koko pohjoista Fennoskandiaa, ja huhujen mukaan ei yksikään piekanapari pesinyt alueella viime keväänä. Mutta toipuminen alkoi selvästi syksyä kohti. Ennuste on, että nousuvaihe jatkuu kesän 2022, jolloin huippuvaihe saavutettaneen 2023.

17.2. Myyrätuhonäkymät vuodelle 2022

Suomessa tavattiin myyriä syksyllä 2021 runsaahkosti vain rajatulla alueella läntisessä Suomessa. Alueella tavattiin merkittävästi sekä pelto- että metsämyyriä. Peltomyyrä on myyristämme pahin taimituholainen, joten Pohjanmaalla voidaan odottaa taimituhoja paljastuvaksi keväällä 2022. Tuhot voivat kuitenkin olla alueellisesti hyvin vaihtelevan suuruisia, sillä myyrätiheydet eivät olleet syksyllä 2021 poikkeuksellisen korkeat, aiempiin myyrähuippuvuosiin verrattuna. Metsänomistajien suositellaan tästä huolimatta tarkastavan viimeisten kolmen vuoden aikana istutetut taimikkonsa keväällä 2022. Jos myyrätuhoja on tapahtunut, täydennys- ja uudistamisistutusta on syytä odottaa ainakin kesäkuun loppuun. Varsinkin pienet havupuun taimet toipuvat myyrien syönnistä hyvin, eli liian varhainen täydennys voi olla tarpeetonta.

Keväisin on syytä myös tarkastaa havupuiden taimien latvat, koska metsämyyrät kiipeävät latvaan ja syövät kärkisilmut. Männyllä aina ja kuusella usein tämä johtaa monilatvaisuuteen. Latvoja voi hoitaa myöhemmin kesällä napsimalla kilpailevien sivuoksien kärjistä palan pois ja jättämällä yhden oksan kasvamaan ehjänä. Muutamassa vuodessa sivuoksa on ottanut pääangan aseman (Henttonen 2005, 2007, Henttonen ja Huitu 2013.) Joskus metsämyyrien aiheuttamat latvatuhot sekoitetaan hirvien aiheuttamiin tuhoihin. Metsämyyrä syö vain latvan ja mahdollisesti ylimmän oksakiehkuran kärjet ja saattaa kaluta ylimmän vuosikasvaimen kuorta (Kuva 46). Hirvi sen sijaan rouhaisee liki koko vuosikasvaimen irti.

Myyräkantojen odotetaan kasvavan huippuunsa syksyllä 2023 laajalti itäisessä Suomessa ja suppeammin Länsi-Suomessa. Luonnonvarakeskus tekee koko Suomessa valtakunnalliset myyräseurannat keväisin ja syksyisin. Nuorten taimikoiden omistajien on suositeltavaa seurata Luken myyräseurantojen tuloksia ja varautua kohonneeseen taimituhorisktiin talvella 2022/23. Lisätietoja: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/metsa/metsatuhot/myyratuhot/>.



Kuva 46. Myyrien aiheuttamia tuhoja taimilla. Vasemmalla: metsämyyrä syönyt latvan. Oikealla: Myyrät syövät vuosikasvaimen kuoret, jolloin taimi kuolee. Vole damage on spruce seedlings. Left: top shoot of the stem eaten by *Myodes glareolus*, right: de-barking by voles that leads to death of the seedling. Kuva/Photo: Heikki Henttonen.

Viitteet

- Cornulier, T., Yoccoz, N.G., Bretagnolle, V., Brommer, J.E., Butet, A., Ecke, F., Elston, D.A., Framstad, E., Henttonen, H., Hörnfeldt, B., Huitu, O., Imholt, C., Ims, R.A., Jacob, J., Jędrzejewska, B., Millon, A., Petty, S.J., Pietiäinen, H., Tkadlec, E., Zub, K. & Lambin, X. 2013. Europe-wide dampening of population cycles in keystone herbivores. *Science* 340: 63–66.
- Hansson, L. & Henttonen, H. 1985. Gradients in density variations of small rodents: the importance of latitude and snow cover. *Oecologia* 67: 394–402.
- Henttonen, H. 2005. Metsämyyrä kiipeää ja syö taimien kärkisilmuja. *Metsälehti* 23: 18.
- Henttonen, H. 2007. Hoida metsämyyrän vioittamia kuusenlatvoja. *Metsälehti* 2: 2.
- Henttonen, H. & Huitu, O. 2013. Metsämyyrän jälkiä voi korjata. *Metsälehti* 12: 14–15.
- Huitu, O., Kiljunen, N., Korpimäki, E., Koskela, E., Mappes, T., Pietiäinen, H., Pöysä, H. & Henttonen, H. 2009. Density-dependent vole damage in silviculture and associated economic losses at a nationwide scale. *Forest Ecology and Management* 258: 1219–1224.
- Huitu, O., Rousi, M. & Henttonen, H. 2013. Integration of vole management to boreal silvicultural practices. *Pest Management Science* 69: 355–361.
- Marttinen, M. & Koljonen, L. 1989. Uudenmaan meritaimenkantojen inventointi ja geneettinen tutkimus. Uudenmaan kalastuspiirin kalastustoimisto. Tiedotus nro 4. 141 s.
- Korpela, K., Delgado, M., Henttonen, H., Korpimäki, E., Koskela, E., Ovaskainen, O., Pietiäinen, H., Sundell, J., Yoccoz, N.G. & Huitu, O. 2013. Nonlinear effects of climate on boreal rodent dynamics: mild winters do not negate high-amplitude cycles. *Global Change Biology* 19: 697–710.
- Sundell, J., Huitu, O., Henttonen, H., Kaikusalo, A., Korpimäki, E., Pietiäinen, H., Saurola, P. & Hanski, I. 2004. Large-scale spatial dynamics of vole populations in Finland revealed by the breeding success of vole-eating avian predators. *Journal of Animal Ecology* 73: 167–178.

18. Metsäpalot Fennoskandiassa – taustaa ja vuoden 2021 tilanne Suomessa

Henrik Lindberg¹⁾ ja Ilkka Vanha-Majamaa²⁾

¹⁾ Hämeen Ammattikorkeakoulu (HAMK), Visamäentie 35 B, 13100 Hämeenlinna, henrik.lindberg@hamk.fi

²⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, ilkka.vanha-majamaa@luke.fi

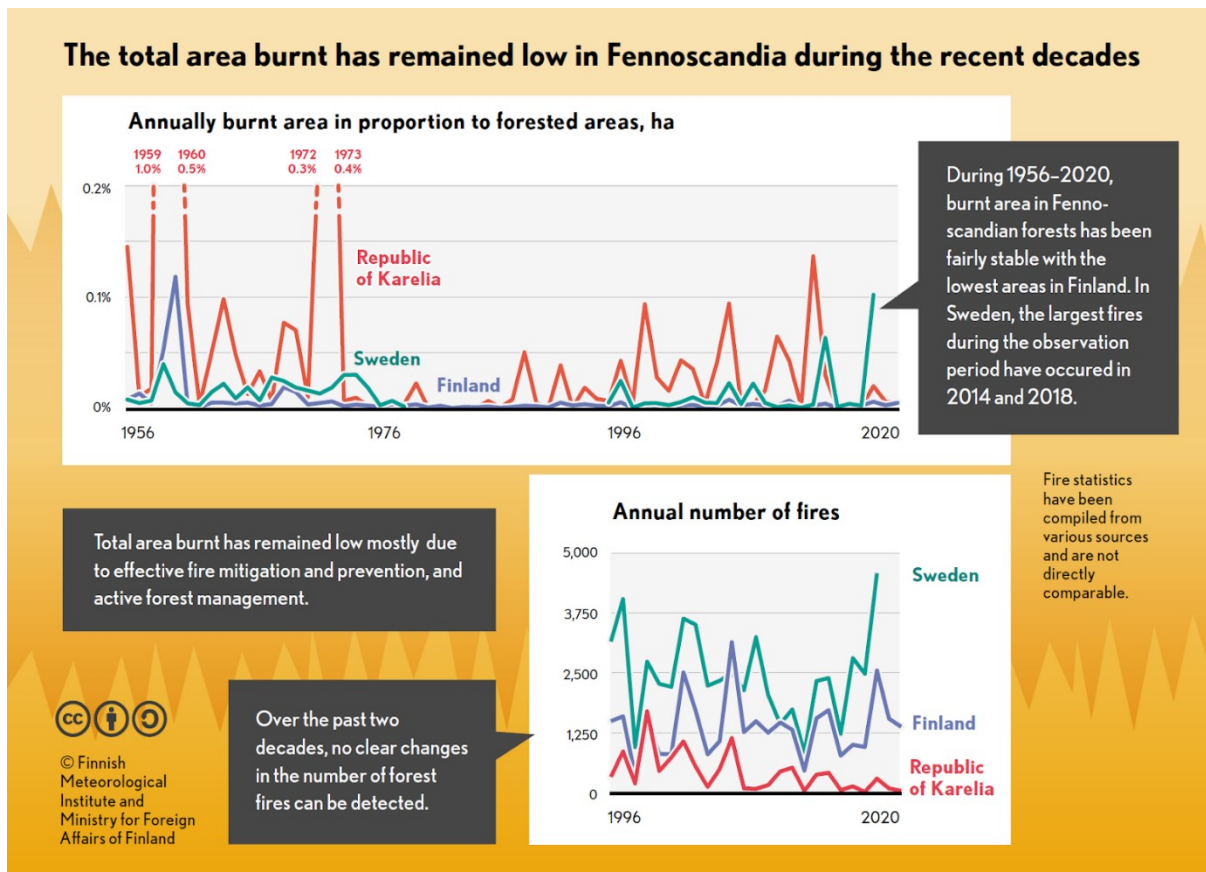
Tässä luvussa tarkastellaan Fennoskandian viimeaikaisia metsäpalotilastoja ja tarkemmin Suomen metsäpalotilannetta vuonna 2021. Ruotsin isot metsäpalot vuosina 2014 ja 2018 herättivät huolen laajempien metsäpalojen mahdollisuudesta myös Suomessa ja johtivat metsäpalotilanteen kartoitukseen koko Fennoskandiassa. Ennakoidun ilmaston lämpenemisen arvioidaan lisäävän myös Suomessa metsäpalariskiä, ja sen myötä myös metsäpalojen määrän kasvua, sekä joidenkin palojen suotuisissa olosuhteissa mahdollista leviämistä laaja-alaisiksi.

18.1. Taustaa metsäpalotilanteesta Suomessa

Suomen lähialueiden viimeaikaisten laajojen metsäpalojen sekä ilmastonmuutoksen aiheuttaman lisääntyneen metsäpalariskin vuoksi Suomessa toteutettiin v. 2019–2021 Ulkoministeriön rahoituksella laaja ”Metsäpalot Fennoskandian alueella ilmaston ja metsien rakenteen muuttuessa” (IBA-*ForestFires*) -hanke Ilmatieteen laitoksen johdolla, ja hankkeen englanninkielinen loppuraportti julkaistiin Ilmatieteen laitoksen Raportteja -sarjassa toukokuussa 2021 (Aalto ja Venäläinen 2021) ja se on myös vapaasti ladattavissa osoitteessa <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/330898>. Raportissa käsiteltiin muun muassa kattavasti Suomen, Ruotsin ja Venäjän Fennoskandiaan kuuluvan osan metsäpalotilastoja viimeisen 150 vuoden ja etenkin viime vuosikymmenten ajalta (Lindberg ym. 2021). Raportissa selvitettiin myös metsäpalojen merkitystä kasvihuonekaasujen ja mustan hiilen lähteenä, mikä ilmakehässä kiihdyttää ilmastonmuutoksen etenemistä.

Fennoskandiassa sään luontainen suuri vaihtelu heijastuu metsäpalariskiin, ja vuosien väliset vaihtelut ovat suuria. Suurin osa metsäpaloista on ihmisen aiheuttamia, johtuen esim. tulen huolimattomasta käsittelystä sekä metsäkoneiden aiheuttamista kipinöistä (Sjöström ym. 2019). Kuitenkin esimerkiksi vuoden 2018 Ruotsin suurista metsäpaloista suurin osa oli salaman sytyttämiä (Granström 2020). Sään ja ilmaston lisäksi myös metsien rakennepiirteet vaikuttavat palojen syttymiseen, voimakkuuteen ja leviämiseen (Vanha-Majamaa ym. 2021). Niin ikään käytävissä oleva kalusto, infrastruktuuri sekä sosio-ekonomiset syyt vaikuttavat palojen sammuttamisen tehokkuuteen. Esim. Karjalan Tasavallassa yksittäisen metsäpaloalan koko on monta kertaa suurempi kuin esim. Suomessa (Lindberg ym. 2021).

Palotilastot Fennoskandiasta osoittavat, että viimeisten 150 vuoden aikana vuotuiset paloalat ovat vähentyneet selvästi Fennoskandiassa (Lindberg ym. 2021, Kuva 47). Pois lukien Ruotsin suuret metsäpalot v. 2014 ja 2018 ja muutamat Karjalan tasavallan isot metsäpalovuodet, viimeisten 25 vuoden aikana paloalat ovat Fennoskandiassa pysyneet melko alhaisina, lähinnä tehokkaan palontorjunnan ja metsänhoidon ansiosta.



Kuva 47. Suomen, Ruotsin ja Karjalan tasavallan vuotuiset metsäpaloalat (1956–2020) ja metsäpalamäärät (1996–2020). Fire statistics from Fennoscandia 1956–2020. Source/Lähde: Lindberg ym. 2021.

Simulointimallit ilmastonmuutoksen ja metsänhoidon vaikutuksista metsäpaloihin tulevaisuudessa osoittavat, että metsäpaloariski tulee kasvamaan tulevina vuosikymmeninä (Backman ym. 2021). Fennoskandian metsäpalojen vaikutukset kasvihuonekaasujen ja mustan hiilen päästöjen osalta ovat kuitenkin pieniä ja keskittyvät erityisesti kesäkaudelle (Partanen 2021). Sen sijaan mahdollisesti lisääntyvät palot aiheuttavat kasvavia yhteiskunnallisia haasteita ja asettavat uusia tavoitteita metsäpalojen torjunnalle.

Suomessa vuosittain palanut metsäpinta-ala on vähentynyt selvästi viimeisten vuosikymmenten aikana. Valtion mailla vuosina 1870–1899 (pinta-ala tuolloin noin 50 % koko kasvullista metsämaata vastaavasta alasta) paloi vuosittain keskimäärin 8 915 hehtaaria, ja vuosina 1900–1939 5 851 hehtaaria (Lehmusluoto 1956). Yhden paloalan keskimääräinen koko puolittui vuosien 1871–1900 70 hehtaarista 33 hehtaariin vuosina 1901–1920 (Saari 1923).

Jyrkkä lasku vuosittaisissa metsäpalopinta-aloissa koettiin 1960-luvulla, jolloin vuosittaiset keskimääräiset palopinta-alat laskivat edellisen vuosikymmenen lähes 6 000 hehtaarista lähelle tuhatta hehtaaria ja vakiintuivat 1970-luvulla alle tuhanteen hehtaariin (Lindberg ym. 2021). Viime vuosikymmeninä vuosittainen palopinta-ala on vaihdellut useimmiten 200 ja 800 hehtaarin välillä, ja vain harvoina vuosina ylittänyt tuhat hehtaaria (Lindberg ym. 2021). Yksittäisen paloalan koko on samalla laskenut nykyiseen noin puoleen hehtaariin. Viimeinen useiden tuhansien hehtaarien metsäpalo oli vuoden 1960 Tuntsan palo Itä-Lapissa, jossa Suomen puolella paloi 20 000 hehtaaria. Viimeisin yli tuhannen hehtaarin palo oli Kalajoen palo vuonna 1970. Tämän jälkeen on tapahtunut kolme yli 200 hehtaarin paloa: Tammelan palo 1997, Muhoksen

palo 2020 ja Kalajoen Raution palo 2021. Sekä Suomen vuotuiset metsäpaloalat että suurpalojen määrä ovat olleet selvästi alempia naapurialueisiimme verrattuna (Kuva 47).

Syyt metsäpalojen määrän vähenemiseen ja yksittäisten metsäpaloalojen pienenemiseen johduttavat pitkälti tehostuneesta metsäpalontorjunnasta sekä metsätaloudessa tapahtuneista muutoksista. Laaja ja kattava metsäpalojen tähytysjärjestelmä organisoitiin 1950- ja 1960-luvulla, joka ensiksi perustui valvontatorneihin ja 1960–70-luvuilla korvautui edelleenkin käytössä olevalla lentovalvonnalla. Metsänhoito Suomessa muuttui merkittävästi ja laajassa mittakaavassa 1950-luvulla. Tämä johti tasarakenteiseen kuviometsätalouteen säännöllisine harvennuksineen, mikä yhdistettynä tiheään metsäautotieverkostoon ja tehokkaaseen metsäpalojen havainnointiin ja sammutukseen, on johtanut palopinta-alan pienenemiseen (Lindberg ym. 2021). Siten esimerkiksi monet Pohjois-Amerikassa metsien hoidossa esitetyt metsäpaloriskiä alentavat toimenpiteet ovat Suomessa toteutuneet muista syistä harjoitetun metsänhoidon eräänlaisena sivutuotteenä.

On todennäköistä, että Suomen suhteellisen alhaiset metsäpalojen määrät ja paloalojen keskimääräisen alhaiset koot verrattuna naapurimaihimme, joissa sää- ja kasvupaikkaolosuhteet ovat varsin samankaltaiset, selittynevät intensiivisemmästä metsänhoidosta, pienemmästä kuviokoosta, vesistöjen ja soiden suuremmasta pinta-alaosuudesta (ja siten laajoja metsäpaloja rajoittavista luontaisista esteistä), metsätieverkoston tiheydestä ja metsäpalojen sammuttamiseen hyvin soveltuvasta sopimuspalokuntajärjestelmästä.

18.2. Metsäpalot Suomessa 2021

Kesä 2021 oli poikkeuksellisen lämmin sisältäen pitkän, lähes yhtäjaksoisen hellejakson, joka monin paikoin kesti käytännössä melkein koko kesä- ja heinäkuun. Hellepäiviä oli 56, kuudenneksi eniten viimeisen viidenkymmenen vuoden aikana, ja kesä-heinäkuussa 49, joka on kaksi kertaa enemmän kuin keskimääräisenä kesänä. Kouvolassa rekisteröitiin viimeisten 50 vuoden pisin yhtäjaksoinen helleputki, 31 päivää (Ilmatieteen laitos 2022). Lämpimät säät näkyivät myös otollisina olosuhteina metsäpalojen syttymiselle, mitä kuvastaa tavallista selvästi suurempi määrä päiviä, jolloin metsäpalovaroitus oli voimassa. Vuonna 2021 tällaisia päiviä rekisteröitiin eri alueilta yhteensä 1 529, mikä on neljänneksi eniten viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana ja lähes kaksi kertaa enemmän kuin keskimäärin (kyse on laskennallisesta luvusta, johon on summattu yhteen koko kesän kaikkien sääennusteissa- ja palveluissa käytettävien Suomen eri alueiden metsäpalovaroituspäivät). Eniten tällaisia päiviä oli vuonna 2006, yhteensä 2 268 ja myös vuosina 2018 ja 2002 enemmän kuin viime kesänä (Tuomala 2022).

Vuonna 2021 rekisteröitiin Pelastusopiston ylläpitämään Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTOon yhteensä 1 232 metsäpaloa ensisijaisen onnettomuustyyppin mukaan (Taulukko 1). Metsäpaloista vajaa 250 oli hakkuualueiden paloja (Pelastusopisto 2022). Metsäpalojen yhteenlaskettu pinta-ala oli 1 012 hehtaaria, joista laajin, 227 hehtaarin suuruinen Kalajoen metsäpalo muodosti vajaan neljänneksen. Pääosin Kalajoen palon vuoksi laskennallisen yksittäisen metsäpalon pinta-ala oli 0,8 hehtaaria, joka on hieman korkeampi kuin viime vuosikymmenien noin puoli hehtaaria. Metsäpalojen ajoittumisessa näkyy selvästi helteisten kesä- ja heinäkuuiden vaikutus, koska palojen lukumäärästä noin 70 % keskittyi näille kuukausille ja palaneesta alasta peräti yli 90 % (Taulukko 1).

Taulukko 1. Vuonna 2021 kuukausittain tilastoidut metsäpalot, metsäpalopinta-alat ja keskimääräiset yksittäisen metsäpalon pinta-alat (ensisijaisen onnettomuustyyppin mukaan). Lähde: Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO (Pelastusopisto 2022).

Kuukausi	Metsäpalojen lukumäärä	Metsäpalojen pinta-ala, hehtaaria	Keskimääräinen metsäpaloala, hehtaaria
Tammikuu	1	0	0
Helmikuu	0	0	0
Maaliskuu	2	0	0
Huhtikuu	55	10	0,18
Toukokuu	108	36	0,34
Kesäkuu	308	158	0,51
Heinäkuu	557	787	1,41
Elokuu	91	8	0,09
Syyskuu	62	13	0,21
Lokakuu	34	0	0,01
Marraskuu	13	0	0
Joulukuu	1	0	0
Yhteensä	1 232	1 012	0,82

Kesää 2021 voidaan pitää melko normaalina poikkeuksellisten lämpimien sääolosuhteiden metsäpalokesänä, jolloin metsäpalojen yhteispinta-alat ovat olleet keskimääräistä, runsaan 600 hehtaarin vuotuista paloalaa, jonkin verran korkeampia, mutteivat kuitenkaan varsinaisesti eri tasolla. Viimeisen 25 vuoden aikana samankaltaisia, yli tuhannen hehtaarin palokesiä on ollut muutamia, kuten vuodet 1997, 2006, 2018 ja 2020. Yllättävänä voidaan kuitenkin pitää sitä, että raportoitujen palojen lukumäärä oli hieman alhaisempi kuin keskimäärin, päinvastoin kuin voisi olettaa ja kuin on ollut aiempina hellekesinä. Erityisesti huomioitavaa vuoden 2021 metsäpalotilanteessa oli Suomen oloissa poikkeuksellisen laaja Kalajoen metsäpalo, jossa 26–29.7 kesä-heinäkuun pitkän hellejakson lopulla paloi yhteensä 227 hehtaaria kangas- ja turvemaiden metsiä Kalajoen Rautiossa, kahdessa tavallaan erillisessä palossa. Näistä jälkimmäinen ja laajempi (127 hehtaaria) 28–29.7 tapahtunut palo aiheutui 26.7 jo hallintaan saadun pienemmän palon (60 hehtaaria) uudelleen syttymisestä. Kalajoen metsäpalo osoittautui vaikeaksi sammuttaa, kuormitti merkittävästi sammutushenkilöstöä ja sai runsaasti mediajulkisuutta. Kalajoen palon sääolosuhteita, leviämistä ja sammutustoimintaa on selvitetty aktiivisesti ja palosta on vastikään valmistunut julkinen Pelastusopiston toimittama kattava raportti (Puustinen 2022).

Suomessa on kahtena peräkkäisenä vuonna tapahtunut kaksi epätavallisen suurta ja vaikeasti sammutettavaa metsäpaloa, Kalajoen palo sekä Muhoksen noin 240 hehtaarin palo kesällä 2020. Edellinen saman mittakaavan palo oli noin 250 hehtaarin Tammelan palo vuonna 1997. Koska isojen palojen esiintyminen on Suomessa viime vuosikymmeninä ollut luonteeltaan satunnaista, on toistaiseksi mahdoton sanoa ovatko vuosien 2020 ja 2021 suuret palot sattumaa vai osoitus suurpalojen todennäköisyyden lisääntymisestä. Viime vuosien Suomen oloissa suuret palot yhdistettynä Ruotsin poikkeuksellisiin metsäpalovuosiin vuosina 2014 ja 2018 ovat kuitenkin pakottaneet arviomaan Suomenkin metsäpalariskiä uudestaan, mikä näkyy esimerkiksi lisääntyneenä tutkimus-, kehittämis- ja varautumistoimintana.

Kiitämme Ilmatieteen laitosta ja Pelastusopistoa, jotka toimittivat käyttöömmme sää- ja metsäpalotilastoja.

Viitteet

- Aalto, J. & Venäläinen, A. (toim.). 2021. Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Finnish Meteorological Institute Reports 2021: 3.
- Backman, I., Aalto, T., Lehtonen, I., Thölix, L., Vanha-Majamaa, I. & Venäläinen, A. 2021. Climate change increases the risk of forest fires. Teoksessa: Aalto, J. & Venäläinen, A.(toim.): Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Finnish Meteorological Institute Reports 2021: 3.
- Granström, A. 2020. Brandsommaren 2018: Vad hände, och varför? (MSB1496), Sverige. Karlstad: Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.
- Ilmatieteen laitos 2022. Helletilastot [Verkkosivu, viitattu 23.2.2022] <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/helletilastot>
- Lehmusluoto, P. 1956. Kulot, kulontorjunta ja metsäpalovakuutus. Teoksessa: Jalava M, Lihtonen V, Heiskanen V, Sippola H (toim.): Metsäkäsikirja 1. Kustannusosakeyhtiö Kivi, Helsinki, s. 717–742.
- Lindberg, H., Granström, A., Gromtsev, A., Levina, M., Shorohova, E. & Vanha-Majamaa, I. 2021. The annually burnt forest area is relatively low in Fennoscandia. Teoksessa: Aalto, J. & Venäläinen, A. (toim). Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Reports 2021:3. Finnish Meteorological Institute.
- Partanen, T. 2021. Wildfires are a significant source of black carbon. Teoksessa: Aalto, J. & Venäläinen, A. (toim.). Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Reports 2021: 3. Finnish Meteorological Institute.
- Pelastusopisto 2022. Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilasto PRONTO:n metsäpalotilastointi vuodelta 2021. Vastaanotettu 17.3.2022.
- Puustinen, A. (toim.). 2022. Kalajoen Raution metsäpalo 2021. Kokemuksia ja oppeja metsäpalo-osaamisen kehittämiseen. Koontiraportti, 76 sivua. Pelastusopiston julkaisuja, D-sarja 3/2022. http://info.smedu.fi/kirjasto/Sarja_D/D3_2022.pdf
- Saari, E. 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. Acta Forestalia Fennica 26: 1–155.
- Sjöström, J., Plathner, F.V. & Granström, A. 2019. Wildfire ignition from forestry machines in boreal Sweden. International Journal of Wildland Fire 28: 666–677.
- Tuomala, J. 2022. Ilmatieteen laitoksen tilastointiin perustuvat metsäpalovaroituspäivät vuosina 1998–2021. Henkilökohtainen tiedonanto 2.3.2022.
- Vanha-Majamaa, I., Lehtonen, I., Lindberg, H., Shorohova, E., Venäläinen, A. & Aalto, J. 2021. The occurrence of forest fires depends on characteristics of forest fuels, weather, and human activities. Teoksessa: Aalto, J. & Venäläinen, A. (toim). Climate change and forest management affect forest fire risk in Fennoscandia. Finnish Meteorological Institute Reports 2021: 3.

19. Metsätuhot vuonna 2021 VMI13:ssa

Heikki Nuorteva¹⁾, Mikko Härkönen²⁾, 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 6b, 80100 Joensuu, mikko.harkonen@luke.fi, kari.t.korhonen@luke.fi, markus.melin@luke.fi

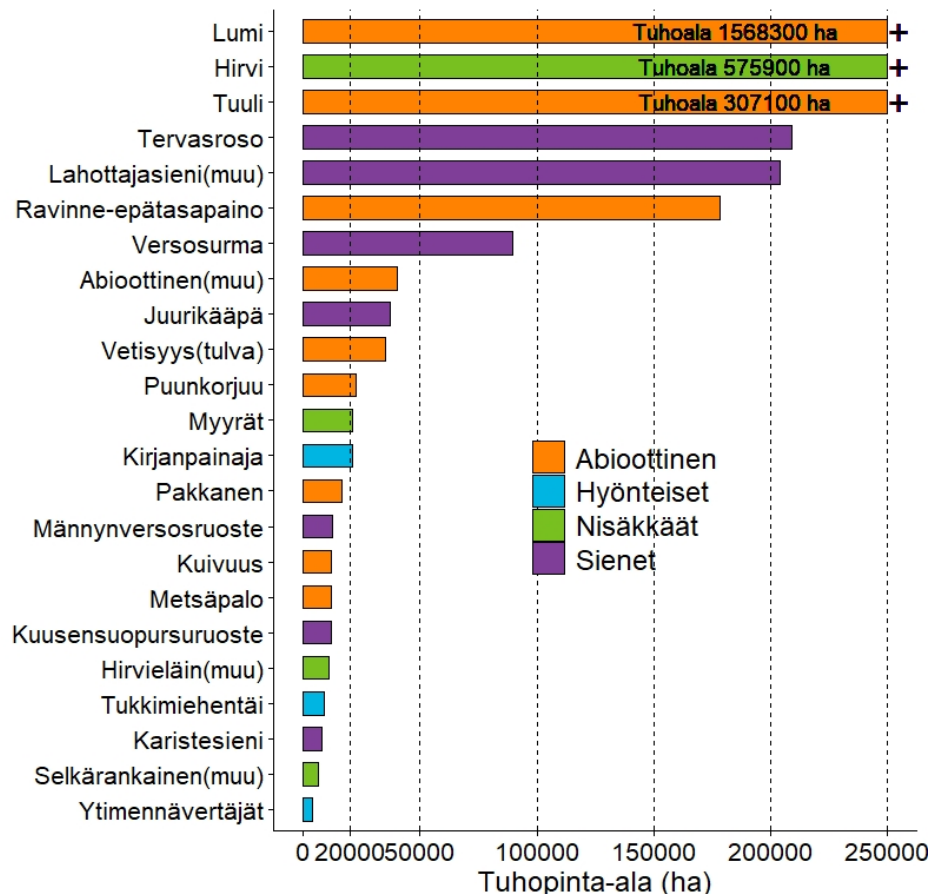
19.1. Metsätuhoarviointi ja VMI

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 ryväsoittoa. Yksi ryvä 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 ryväistä 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 – pätee jokaiseen kuvaan ja taulukkoon. 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 lasketuista tuhoaloista lievät tuhot on jätetty pois. Koska koealaverkko on melko harva, on vuosittaisissa tuloksissa paljon otannasta johtuvaa vaihtelua. Lisätietoa VMI:sta ja tuhonaiheuttajien määritys- ja mittauskriteereistä ks. Luonnonvarakeskus (2021) ja VMI13 Maastotyön ohjeet (2021).

19.2. Eri tuhonaiheuttajat VMI:ssä vuonna 2021

Vuonna 2021 metsiköiden laatua alentavia tuhoja esiintyi yhteensä 5,1 miljoonalla hehtaarilla, mikä osuutena oli 26 prosenttia puuntuotannon metsämaan pinta-alasta. Koko Suomen tasolla laatua alentavien tuhojen osuus oli yksi prosenttiyksikkö ja 193 000 hehtaaria pienempi kuin vuonna 2020. Abioottiset tuhot vähenivät 195 000 hehtaarilla, taudit lisääntyivät 21 000 hehtaarilla ja eläintuhot lisääntyivät hieman yli 30 000 hehtaarilla (Taulukko 1). Metsiköiden laatua alentavat tuhot ovat kokonaisuudessaan pysyneet Suomessa melko samalla tasolla yli 10 vuoden ajan (Nuorteva, Kytö, Aarnio ym. 2022ab). Vuonna 2021 tuhoista erityisesti hirvi-, tuuli- ja versosurmatuhot lisääntyivät ja lumi- ja tervasrosotuhot pysyivät suurin piirtein edellisvuoden tasolla. Koko maan tasolla lumi-, hirvi- ja tuulituhot ovat ylivoimaisesti yleisimpiä metsikön laatua alentavista tunnistetuista tuhoista, kuten ovat myös tervasroso, muut lahottajasienet ja versosurma (Kuva 48, Taulukko 2).



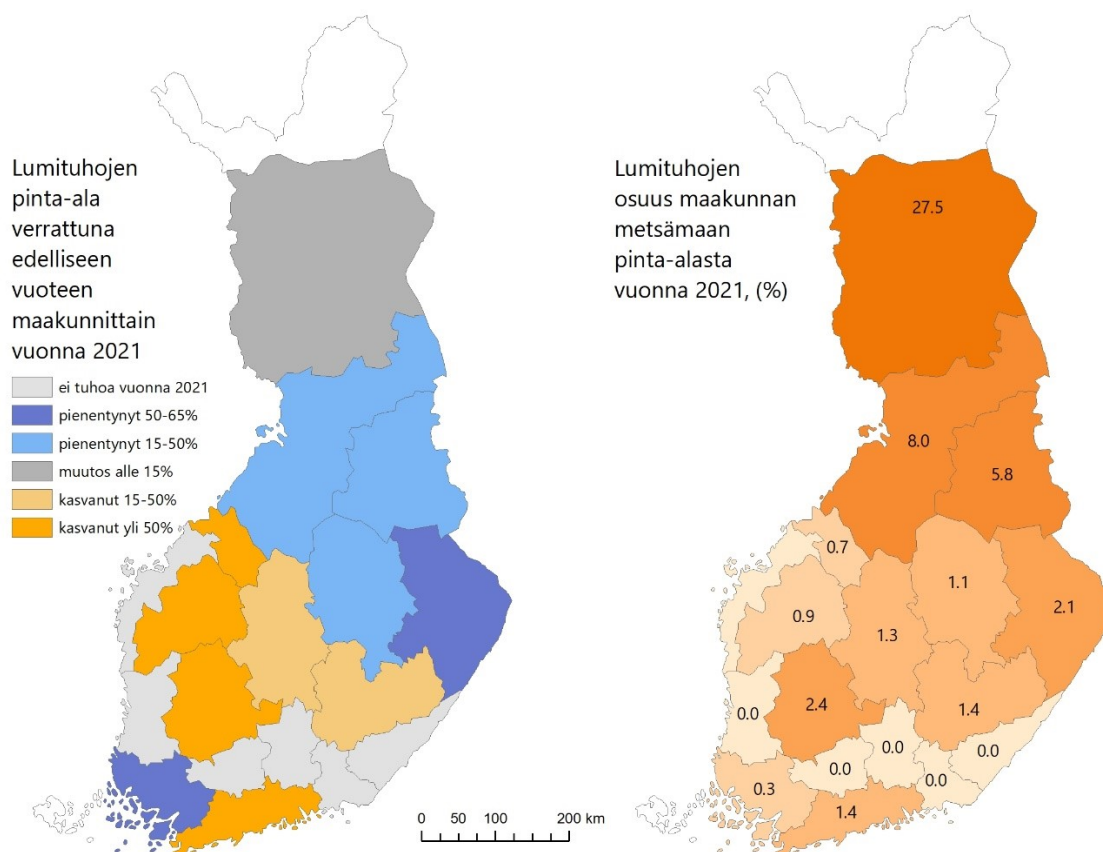
Kuva 48. Yleisimmät laatua-alentavat metsätuhojen aiheuttajat puuntuotannon metsämaalla pinta-alalla mitattuna VML:n mukaan. Tuhonaiheuttaja on ollut myös kuvion päätuho. The most common damage agents in Finland when measured in terms of 'area affected by' according to NFI data.

Maakunnittain tarkasteltuna lumituhot olivat suhteellisesti yleisimpiä Lapissa, jossa lumituhojen osuus oli vajaat 28 % maakunnan metsämaan pinta-alasta. Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa lumituhojen vastaavat osuudet olivat 8 ja 6 prosenttia. Muualla Suomessa lumituhot jäivät maakuntatasolla alle kolmen prosentin metsämaan pinta-alasta. Verrattuna edellisvuoteen 2020, lumituhot olivat kasvaneet suhteellisesti eniten Uudellamaalla, Pirkanmaalla sekä Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla. Vastaavasti lumituhot olivat Pohjois-Karjalassa ja Varsinais-Suomessa pienentyneet yli puolella (Kuva 49).

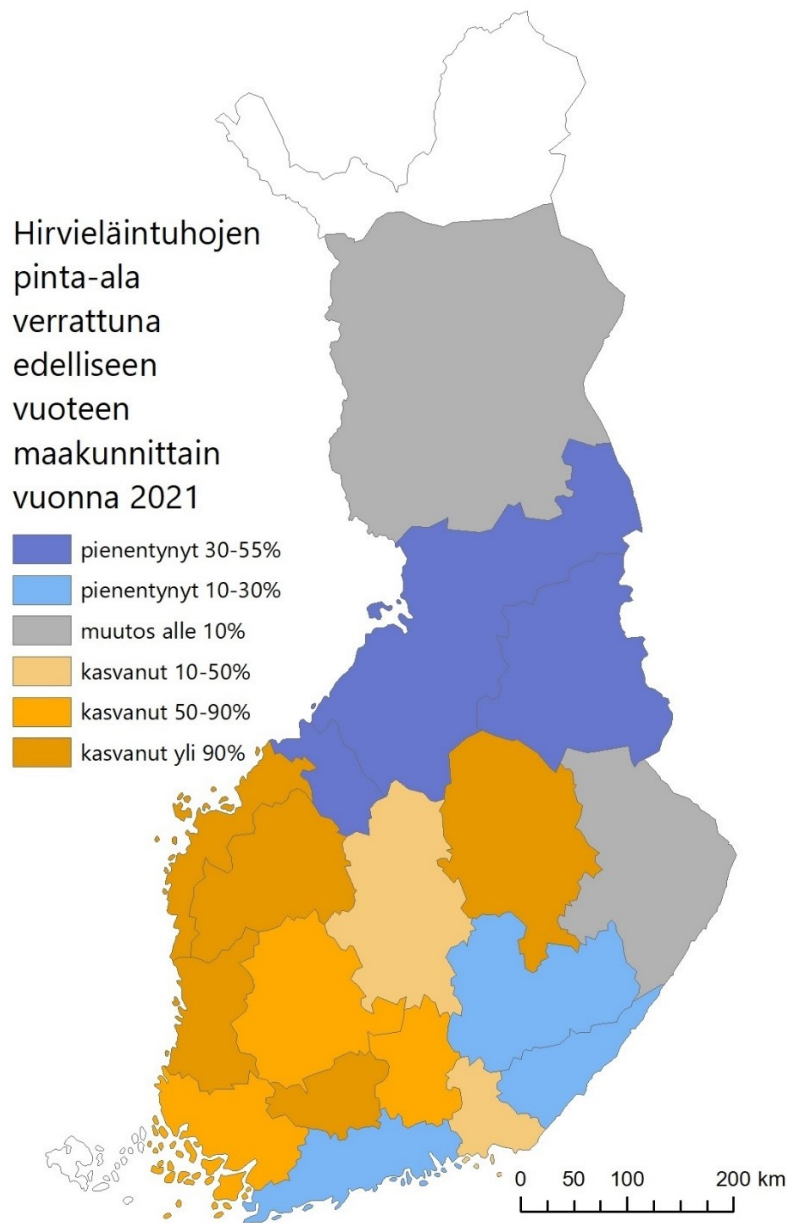
Verrattuna edellisvuoteen 2020, hirvieläinten aiheuttamat tuhot olivat maakuntatasolla kasvaneet suhteellisesti eniten Keski- ja Lounais-Suomessa. Varsinais-Suomessa hirvieläimet aiheuttivat tuhoa yli 85 prosentilla ja Pirkanmaalla ja Satakunnassa yli 60 prosentilla mäntyvaltaisten taimikoiden pinta-alasta (Kuvat 50 ja 51) Tuulituhot lisääntyivät lähes viidenneksellä edellisvuoteen verrattuna (Taulukko 2, Kuva 52) Tervasrosoa esiintyi koko maan tasolla edelleen yli prosentin osuudella metsämaan pinta-alasta ja maakunnittain eniten Lapissa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Satakunnassa (Taulukko 2, Kuva 52). Muista sienituhoista versosurma ja männynversoruoste lisääntyivät koko maan tasolla, kun sen sijaan juurikäätä- ja muut sienituhot vähenivät hieman tai pysyivät enimmäkseen edellisvuoden tasolla (Taulukko 2, Kuva 52). Kirjanpainaja ja useimmat muut tuhot pysyivät suhteellisen maltillisella tasolla ilman suuria muutoksia. Mäntypistiäistuoja ei esiintynyt vuoden 2021 koealoilla, sen sijaan tukkimiehentäi aiheutti tuhoa erityisesti Keski-Suomessa ja Pohjois-Pohjanmaalla.

Taulukko 2. Metsikön metsänhoidollista laatua alentavien tuhojen osuudet ja pinta-ala-arviot puuntuotannon metsämaalla v. 2021 (VMI13) sekä muutos verrattuna v. 2020 inventointitietoihin. Vain kuvion tärkein tuho huomioitu.

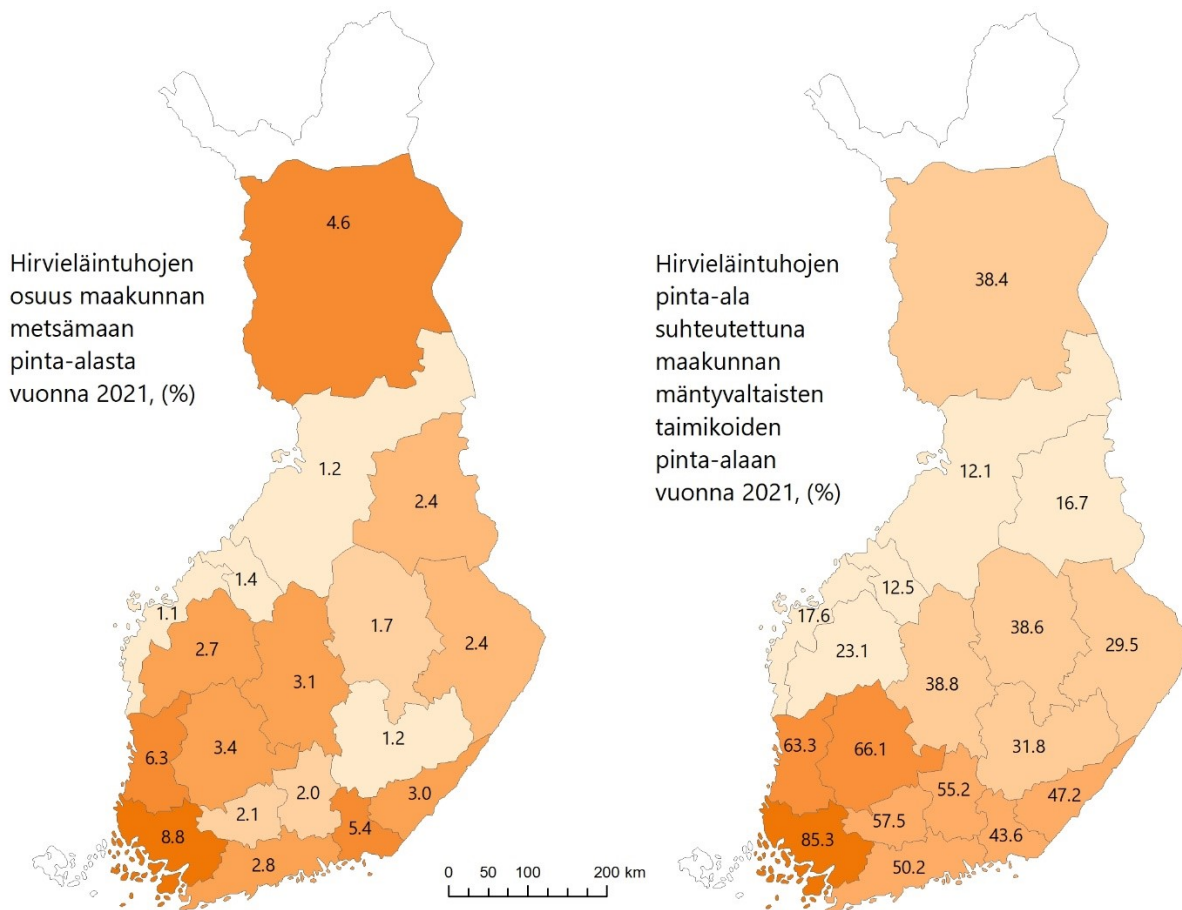
Aiheuttaja	v. 2020, % metsä- maasta	v. 2021, % metsä- maasta	v. 2021, ha	Muutos vuodesta 2020→2021 ha	Suhteellinen muutos vuo- desta 2020→2021 %
Lumi	8,48	7,98	1 568 300	-76 500	-5
Tuuli	1,33	1,56	307 100	+48 900	+19
Ravinteiden epätasapaino	1,02	0,91	178 400	-20 300	-10
Muu abiottinen, ihminen, metsäpalot	0,77	0,26	52 100	-96 800	-65
Muu maaperätekijä	0,34	0,21	40 900	-25 200	-38
Vetisyys, tulva	0,20	0,18	35 100	-3 200	-8
Puun korjuu	0,15	0,12	22 600	-6 100	-21
Pakkanen (ml. halla)	0,15	0,08	16 300	-12 400	-43
Kuivuus	0,07	0,06	12 000	-2 300	-16
Muut sää- ja ilmastotekijät	0,05	0,05	9 100	-1 300	-13
Abioottiset tuhot yhteensä	12,56	11,41	2 241 900	-195 200	-8
Hirvi	2,69	2,93	575 900	+53 200	+10
Kirjanpainaja	0,11	0,11	20 800	-600	-3
Myyrät	0,11	0,11	21 000	+600	+3
Muu hirvieläin	0,07	0,06	11 100	-2 600	-19
Tunnistamaton hyönteinen	0,05	0,06	12 200	+1 700	+16
Tukkimiehentäi	0,01	0,05	8 900	+6 600	+288
Muu selkärankainen	0,06	0,03	6 200	-4 500	-42
Ytimennävertäjät	0,05	0,02	3 900	-6 400	-62
Muu tunnistettu hyönteinen	0,04	0,01	1 700	-7 000	-81
Ruskomäntypistiäinen	0,05	0	0	-9 500	-100
Selkärankaisten ja hyönteisten yhteensä	3,24	3,38	661 700	+31 500	+5
Muu lahottajasieni	1,12	1,04	204 100	-13 900	-6
Tervasroso	1,12	1,06	209 200	-8 000	-4
Versosurma	0,31	0,46	89 700	+28 600	47
Juurikäätäjä	0,22	0,19	37 400	-5 600	-13
Muu tunnistettu sienitauti	0,22	0,15	30 200	-11 700	-28
Karistesienet	0,17	0,04	7 900	-24 500	-76
Kuusensuopursuruoste	0,04	0,06	11 900	+3 800	+47
Ei tunnistettu sieni	0,04	0,03	5 900	-1 400	-19
Männynversoruoste	0,02	0,06	12 400	+7 800	+169
Muu ruostesieni	0	0,02	4 000	+4 000	+
Taudit yhteensä	3,26	3,11	612 700	+20 900	-3
Kilpailu	0,76	1,20	235 700	87 300	+59
Tuhon syytä ei tunneta	7,57	6,98	1 372 400	-95 900	-7
Kaikki tuhot yhteensä	27,39	26,06	5 124 500	-193 100	-4
Ei tuhoja	72,61	72,61	14 539 700	+453 400	+3
Metsämaata puuntuotannossa			19 662 400	+260 300	



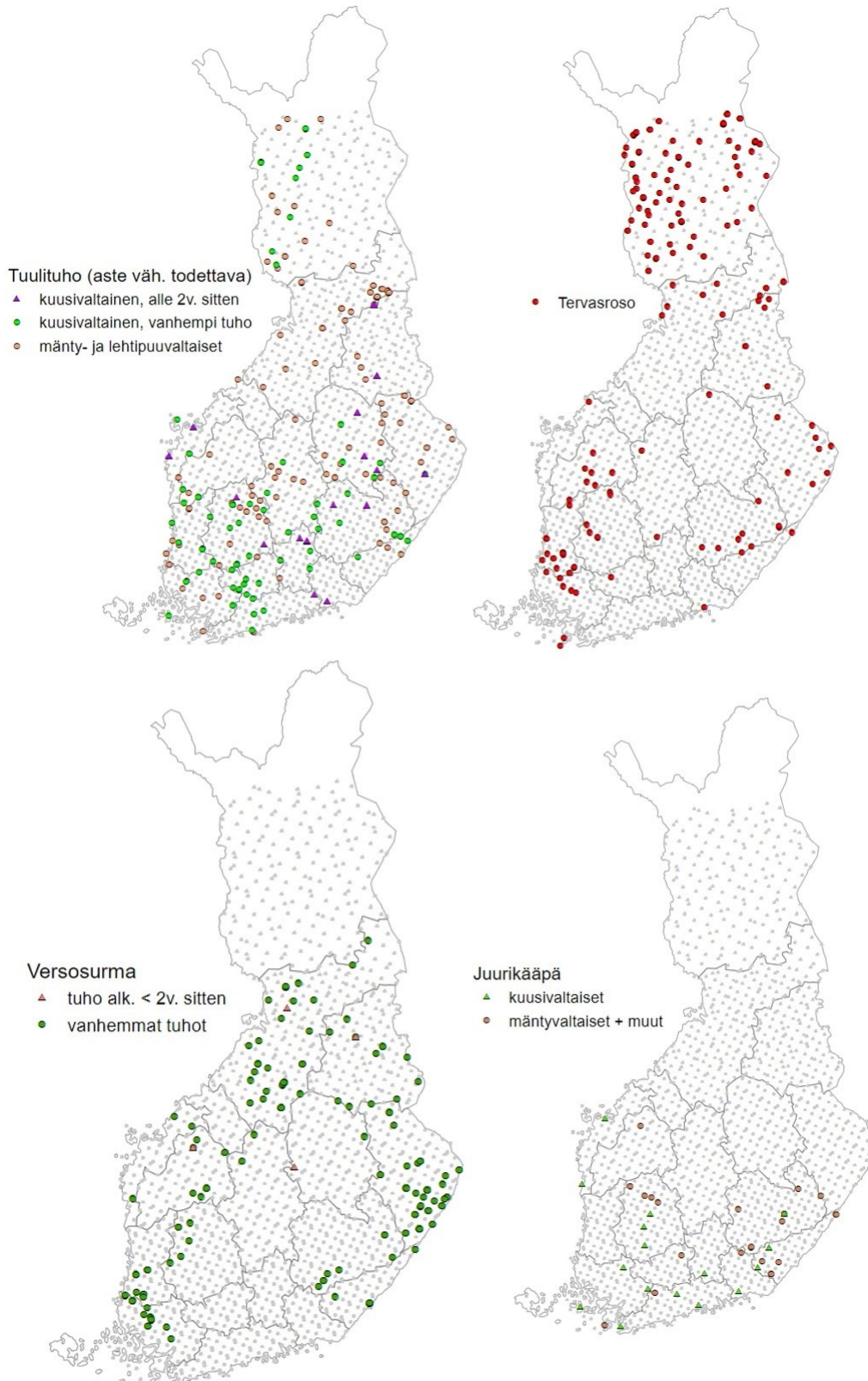
Kuva 49. Lumituhojen pinta-ala (VMI13) verrattuna edelliseen vuoteen maakunnittain vuonna 2021 (vasen kartta) ja lumituhojen osuus maakunnan metsämaan pinta-alasta vuonna 2021, (%), (oikea kartta). Left: area of snow damages in different districts when compared to previous year (blue shades indicate decline, orange shades growth, grey indicates only minor change). Right: proportion of snow damages in the forest area of each district. Map/Kartta: Mikko Härkönen.



Kuva 50. Hirvieläintuhojen pinta-ala (VMI13) verrattuna edelliseen vuoteen maakunnittain vuonna 2021. Area of moose browsing damages in different districts compared to previous years (blue shades indicate decline, orange shades growth, grey indicates only minor change). Kartta/Map: Mikko Härkönen.



Kuva 51. Hirvieläintuhojen osuus (VMI13) maakunnan metsämaan pinta-alasta vuonna 2021, (%), (vasen kartta) ja hirvieläintuhojen pinta-ala suhteutettuna maakunnan mäntyvaltaisten taimikoiden pinta-alaan vuonna 2021, (%), (oikea kartta). Proportion of ungulate browsing damage in relation to the forest area of each district (left) and in relation to the area of pine-dominated seedling stands (right). Map/Kartta: Mikko Härkönen.



Kuva 52. Tuuli-, tervasrosko-, versosurma- ja juurikäpätuhojen esiintyminen VMI13:ssa vuonna 2021. Mukana kaikki metsä- ja kitumaan keskipistekuviot, jonka jollakin ositteella esiintyy tuhoa. Kuviin on merkitty myös mitatut koalat, joissa ko. tuhoa ei havaittu. Wind (top-left), *Cronartium flaccidum* / *Peridermium pini* (top-right), *Gremmeniella abietina* (bottom-left) and *Heterobasidion*- damages in NFI13. Map/Kartta: Mikael Strandström.

19.3. Yhteenveto metsätuhoista 2021 (VMI)

Osa tuhotekijöistä vaikuttaa ja/tai näkyy puustossa myös useamman vuoden ajan, kuten esimerkiksi mäntyjä vaivaava tervasroso, kuusenjuurikäävän (*Heterobasidion parviporum*) aiheuttama runkolaho ja monet neulastuhot. Tämän vuoksi niitä myös havaitaan VMI:ssä enemmän kuin esimerkiksi tiettyjä ruostetauteja, joita ei voida havaita kuin tiettyyn aikaan vuodesta, kun neulaset ovat värivian kourissa. VMI kierros alkaa huhti-toukokuussa ja kestää loka–marraskuuhun, jolloin kaikkien tuhonaiheuttajien tuhot eivät ole nähtävissä koko kierroksen ajan – kun taas esim. hirven syömä taimi on.

Osa tuhonaiheuttajista, kuten kuusensuopursuruoste (*Chrysomyxa ledi*) tai ytimennävertäjät (*Tomiscus 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 massaiskeyty-millään yhdessä levittämiensä sinistäjäsiemiosakkaiden kanssa ruskettaa tai pahimmillaan tappaa 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 pystytä reaaliaikaisesti tunnistamaan lajikohtaisesti, jos tuhonaiheuttajasta ei juuri koealan mittaushetkellä ole näkyvästi havaittavia tunnistettavissa olevia merkkejä. Esimerkiksi puun kuoren alla, rungon sisäosissa tai juuristossa vaikuttavien tuhonaiheuttajien osalta, lajikohtainen tunnistus voi tietyissä tapauksissa olla haasteellista ilman laboratoriomäärityksiä tai koepuun kaatoa – mikä taas ei VMI-tuhomäärityksissä lähtökohtaisesti tule maastomittauksissa kyseeseen koepuita vahingoittamatta. VMI:n tuhotulosten tulkinnasta lisätietoa ks. Nevalainen ym. (2019).

Edellä mainituista määrätyistä mittausteknisistä haasteista huolimatta, Suomen valtakunnan metsien inventointi (VMI) nykymuodossaan antaa varsin ainutlaatuisen ja merkittävän maakoh- taisen pitkäaikaisseurantasarjan eri tuhonaiheuttajien esiintymisestä.

Viitteet

- Luonnonvarakeskus 2021. Valtakunnan metsien inventointia (VMI) 100 vuotta. <https://www.luke.fi/kampanja/valtakunnan-metsien-inventointia-vmi-100-vuotta/> (Viitattu 11.3.2022)
- 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.
- Nuorteva, H. (toim.), Kytö, M. (toim.), Aarnio, L., Ahola, A., Balázs, A., Elfving, R., Haapanen, M., Hantula, J., Henttonen, H., Huitu, O., Ihalainen, A., Kaitera, J., Kuitunen, P., Kashif, M., Korhonen, K.T., Lindberg, H., Linnakoski, R., Matala, J., Melin, M., Neuvonen, S., Niemimaa, J., Pietilä, V., Piri, T., Poteri, M., Pusenius, J., Silver, T., Strandström, M., Tikkanen, O.-

P., Uimari, A., Vanha-Majamaa, I., Viiri, H., Vuorinen, M. & Ylioja, T. 2022a. Metsätuhot vuonna 2019. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 1/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 87 s.

Nuorteva, H. (toim.), Kytö, M. (toim.), Aarnio, L., Hamberg, L., Hantula, J., Henttonen, H., Huitu, O., Kaitera, J., Koivula, M., Korhonen, K. T., Kuitunen, P., Lehti, P., Luoranen, J., Melin, M., Niemimaa, J., Piri, T., Poimala, A., Poteri, M., Strandström, M., Terhonen, E., Tikkanen, O.-P., Uimari, A., Vainio, E., Valtonen, A., Velmala, S., Vuorinen, M., Ylioja, T. 2022b. Metsätuhot vuonna 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2/2022: 72 s.

VMI13 Maastotyön ohjeet 2021. Kari T. Korhonen, Luonnonvarakeskus. Helsinki. 164 s.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000