

Juurikäpä altistaa kuusia kirjainpainajatuhoille

Werna Wahlman

Tutkimuksessa tarkasteltiin kuusen kahden pahimman tuhonaiheuttajan – juurikäävän ja kirjainpainajan – välistä yhteyttä. Juurikäpä altistaa kuusia kirjainpainajan hyökkäyksille etenkin silloin, kun kaarnakuoriaisten populaatiotiheys on alhainen. Ilmastonmuutoksen myötä juurikäpätartuntojen ja kirjainpainajan aiheuttamat tuhot voivat lisääntyä, sillä lämpötilan kohoaminen ja kasvukauden piteneminen suosivat molempia tuhonaiheuttajia.

Metsäkuusi on taloudellisesti merkittävä puulaji ja sitä on istutettu hyvin laajalti sekä Suomessa, että yleisemmin Pohjois- ja Keski-Euroopassa. Kuusi kasvaa hyvin ja tuottaa laadukasta puutavaraa monenlaisilla kasvupaikoilla, mutta matalan juuristonsa takia se on altis ilmastonmuutoksen mukana tuomille haasteille, kuten kesäaikaiselle kuivuudelle ja lisääntyvien roudattomien ajanjaksojen myrskytuhoille. Lisäksi kuusen tuhonaiheuttajien odotetaan hyötyvän ilmaston lämpenemisestä.

Juurikäpä ja kirjainpainaja – kuusen pahimmat viholliset

Juurikäpä (*Heterobasidion annosum* s.l.) ja kirjainpainaja (*Ips typographus*) ovat kuusen merkittävimmät bioottiset tuhonaiheuttajat. Suomessa esiintyy kaksi juurikäpäalajia: kuusen tyvilahoa aiheuttava kuusenjuurikäpä (*Heterobasidion parviporum*), sekä männyn tyvitervastautia aiheuttava männynjuurikäpä (*Heterobasidion annosum sensu stricto*).



Kuva 1. Kirjainpainajapuu

Kuusenjuurikäpää aiheuttaa tyvilahoa pääasiassa kuusella, mutta männynjuurikäpää lahottaa männyn lisäksi monia muitakin puulajeja, kuten kuusia ja koivuja. Juurikäävän itiöt tartuttavat puut tuoreiden kantopintojen tai vaurioiden kautta ja infektio leviää metsikön sisällä viereisiin puihin juuriyhteyksien välityksellä. Juurikäpää aiheuttaa pääasiassa kasvutappioita ja heikentää puutavaran laatua, mutta toisinaan pitkälle edennyt laho voi myös johtaa puun kuolemaan, erityisesti yhdessä muiden tuhonaiheuttajien kanssa.

Kirjanpainaja (*Ips typographus*) on opportunistinen kaarnakuoriaislaji, joka lisääntyy ensisijaisesti heikentyneissä pystyvuissa tai tuulenkaadoissa (Kuva 1). Kun ympäristöolosuhteet muuttuvat kirjanpainajalle suotuisiksi niiden populaatiotiheys eli määrä kuitenkin kasvaa, jolloin ne voivat joukkovoiman avulla tappaa myös terveitä puita. Kirjanpainajien massaesiintymät liittyvätkin usein muihin häiriöihin, kuten kuivuuteen ja tuulituhoihin. Populaatio voi kasvaa dramaattisesti varsinkin kovien myrskyjen jälkeen, sillä tuulenkaadot ovat hyvää lisääntymismateriaalia kirjanpainajalle.

Tutkimus: Juurikäpää heikentää kuusia ja altistaa kirjanpainajan hyökkäyksille

Epäsuora yhteys juurikäävän ja kirjanpainajan välillä on varsin selvä ja hyvin tunnettu. Juurikäpää lahottaa puun juuristoa tehden siitä alttiimman tuulituholle, ja kirjanpainajat taas iskeytyvät tuulenkaatoihin ja käyttävät niitä lisääntymismateriaalinaan. Kuitenkaan juurikäävän ja kirjanpainajan välistä suoraa



Kuva 2. Kirjanpainajan aiheuttamien oireiden määrä arvioitiin yhdeksältä eri koealalta.

yhteyttä ei ole tutkittu maasto-olosuhteissa ja se oli tutkimuksemme tavoite (Wahlman et al., 2025). Tavoitteena oli erityisesti selvittää, heikentääkö juurikäpää kuusia tehden niistä alttiimpia kirjanpainajatuholle.

Tutkimuksessa mitattiin 442 kuusta yhdeksältä eri kivennäismaan päätehakuuleimikolta Etelä-Suomessa. Ennen päätehakuuta jokaisesta koealan puusta arvioitiin kirjanpainajan aiheuttamat oireet sekä latvuksesta että rungosta (Kuva 2).

Kaikkiaan mitatuista kuusista 47 % oli eriasteisesti kirjanpainajan vaurioituneita ja 53 % terveitä, eli sellaisia, joista ei löytynyt merkkejä kaarnakuoriaisista. Päätehakuun jälkeen suunnistimme uudelleen koealoille, ja samojen puiden kannoista arvioitiin puiden lahotilanne



Kuva 3. Hakuun jälkeen kannoista arvioitiin lahotilanne.

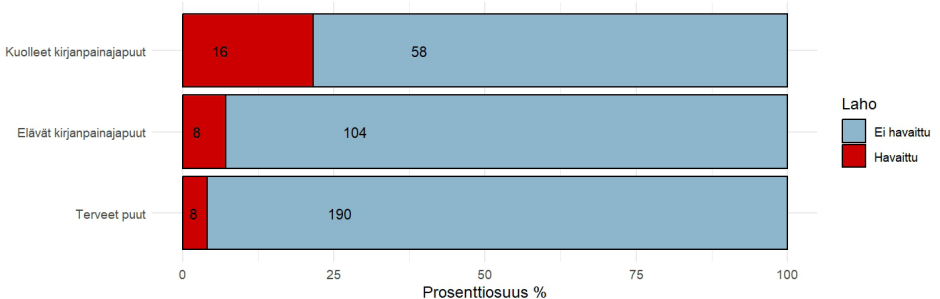
(Kuva 3). Lahoa löytyi kahdeksasta prosentista mitatuista kannoista.

Tutkimuksen merkittävin tulos lienee se, että peräti 75 % juurikäävän lahottamista puista oli myös kirjanpainajan vaivaamia. Tämä viittaa siihen, että juurikäpä heikentää puun vastustuskykyä ja lahon vaivaamat puut ovat todennäköisesti sopivampia isäntiä kirjanpai-

najalle verrattuna elinvoimaisiin puihin.

Tutkimuksessa hyödynnettiin tilastollista mallinnusta ja mallien mukaan parhaat ennustajat kuusen kirjanpainajatuhon esiintymiselle olivat niin ikään laho, sekä vähemmissä määrin suurempi rinnankorkeusläpimitta. Lisäksi huomattavaa on se, että juurikäävän osuus oli merkittävästi suurempi vakavasti oireisissa kirjanpainajapuissa, verrattuna lievästi oireisiin kirjanpainajapuihin. Vakavasti oireisissa puissa kirjanpainajatuhot olivat pitkälle edenneitä: puut olivat harsuuntuneita, kaarna oli irronnut, ja useimmat puut olivat kuolleet. Lievästi oireisissa puissa puolestaan havaittiin vain muutamia iskeymiä, lievää pihkavuotoa ja alkavaa harsuuntumista.

Kun kirjanpainajan vaivaamat puut luokiteltiin edelleen eläviin ja kuolleisiin, havaittiin, että juurikäävän osuus oli kaksinkertainen kuolleiden puiden joukossa verrattuna eläviin puihin (Kuva 4). Nämä havainnot viittaavat siihen, että juurikäävän merkitys kirjanpainajatuhojen altistavana tekijänä korostuu



Kuva 4. Kirjanpainajan vaivaamat puut luokiteltuna eläviin ja kuolleisiin sekä juurikäävän aiheuttaman lahon määrä.

erityisesti silloin, kun kirjanpainajien populaatiotiheys on alhainen. Myöhemmin, kun populaatiotiheys kasvaa riittävästi, kirjanpainajat voivat iskeytyä myös elinvoimaisiin puihin.

Kuinka ehkäistä tuhoja?

Juurikäätä vaikuttaa olevan siis yksi puita heikentävä tekijä, joka altistaa kuusia kirjanpainajatuholle. Tämän takia puiden suojaaminen juurikäävältä voi auttaa välillisesti myös suojaamaan puita kirjanpainajalta. Talviaikaiset hakkuut ovat varmin tapa suojata metsikkö juurikäävältä, mutta kantokäsittely on erittäin tehokas tapa estää juurikäätartunta silloin, kun puut kaadetaan lämpimänä vuodenaikana. Huomioitavaa on kuitenkin se, että kantokäsittely suojaa ainoastaan juurikäävän ensitartunnalta, mutta ei estä lahon leviämistä metsikön sisällä silloin, kun metsikkö on jo saanut aiemmin tartunnan.

Lisäksi, kuten tässäkin tutkimuksessa havaittiin, juurikäätä ei ole ainoa kirjanpainajatuhoja selittävä tekijä, vaan myös muut tekijät vaikuttavat kirjanpainajatuhojen esiintymiseen. Yleisesti korkeampaan kirjanpainatuhoriskiin on liitetty ainakin puiden suurempi rinnankorkeusläpimitta, korkeampi kuusen pohjapinta-ala, suurempi puusottiheys (kilpailu), kasvun heikkeneminen, kuivuusstressi ja etäisyys hakkuuaukon reunasta (Jakuš et al., 2011; Korolyova et al., 2022). Juurikäävän torjunta ei siis yksin riitä suojaamaan metsiä kirjanpainajalta, vaan myös muita metsänhoitotoimenpiteitä tarvitaan.

Sekametsät ovat yleensä vähemmän alttiita laajamittaiselle kirjanpainajatuholle, koska niissä isäntäpuulajit eli kuuset ovat hajautuneet ja keskimäärin kauempana toisistaan, mikä rajoittaa kirjanpainajan leviämismahdollisuuksia ja estää populaation nopean kasvun (Fet-



tig & Hilszczański, 2015). Yhtä lailla muiden kuin isäntäpuiden läsnäolo hidastaa myös juurikäävän leviämistä metsikön sisällä. Myös oikea-aikaiset hoitotoimenpiteet ovat tärkeitä. Esimerkiksi harvennus voi parantaa veden saatavuutta ja vähentää puidenvälistä kilpailua metsikön sisällä, mikä puolestaan voi lisätä puiden vastustuskykyä tuhonaiheuttajia vastaan. Toisaalta harvennukset saattavat altistaa jäljelle jääviä puita juurikäätartunnoille - kompromisseja siis tarvitaan.

Ilmastonmuutos vaikuttaa tuhoriskeihin

Sekä juurikäpä, että kirjanpainaja hyötyvät ilmaston lämpenemisestä ja kasvukauden piteneemisestä. Lämpeneminen nopeuttaa kirjanpainajan elinkiertoa ja pidentynyt kasvukausi mahdollistaa kaksi lisääntymiskertaa kesän aikana.

Samalla kasvukauden piteneen ennustetaan lisäävän myös juurikäätartuntoja, kun hakkuita tehdään yhä useammin lämpimänä vuodenaikana, jolloin juurikäpä tuottaa itiöitä. Lämpeneminen myös lisää juurikäävän leviämisen ja lahottamisaktiivisuutta (Müller et al., 2014).

Helle- ja kuivuusjaksot voivat siis lisätä paitsi kuusen kokemaa kuivuusstressiä, myös juurikäävän aiheuttamia vaurioita, jolloin puut ovat entistä alttiimpia kirjanpainajan hyökkäyksille. Näin ollen juurikäävän ja kirjanpainajan välinen vuorovaikutus voi korostua tulevaisuudessa, kun ilmasto lämpenee ja kuivuusjaksot lisääntyvät. Tämän takia metsänhoidon tulee olla adaptiivista ja ottaa huomioon muuttuvat olosuhteet.

Sekapuustoisuuden ja rakenteellisen monimuotoisuuden lisääminen, oikea-aikaiset hoitotoimenpiteet ja

kantokäsittely ovat kaikki keinoja, joilla voimme ylläpitää metsiemme terveyttä ja tuottavuutta tulevaisuudessa. Vaikka ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ovat kasvussa, oikeilla toimenpiteillä voimme vahvistaa metsiemme resilienssiä.

Kirjoittaja työskentelee väitöskirjatutkijana Luonnonvarakeskuksessa.

Lisätietoa:

Wahlman, W., Kasanen, R., Lappalainen, L., & Honkaniemi, J. (2025). Root rot increases the vulnerability of Norway spruce trees to *Ips typographus* infestation. *Forest Ecology and Management*, 577, 122409. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122409>

F

ettig, C. J., & Hilszczański, J. (2015). Management Strategies for Bark Beetles in Conifer Forests. In *Bark Beetles* (pp. 555–584). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00014-9>

Jakuš, R., Edwards-Jonášová, M., Cudlín, P., Blaženec, M., Ježík, M., Havlíček, F., & Moravec, I. (2011). Characteristics of Norway spruce trees (*Picea abies*) surviving a spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) outbreak. *Trees*, 25(6), 965–973. <https://doi.org/10.1007/s00468-011-0571-9>

Korolyova, N., Buechling, A., Ďuračiová, R., Zabihi, K., Turčáni, M., Svoboda, M., Bláha, J., Swarts, K., Poláček, M., Hradecký, J., Červenka, J., Němčák, P., Schlyter, F., & Jakuš, R. (2022). The Last Trees Standing: Climate modulates tree survival factors during a prolonged bark beetle outbreak in Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 322, 109025. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109025>

Müller, M. M., Sievänen, R., Beuker, E., Meesenburg, H., Kuuskeri, J., Hamberg, L., & Korhonen, K. (2014). Predicting the activity of *Heterobasidion parviporum* on Norway spruce in warming climate from its respiration rate at different temperatures. *Forest Pathology*, 44(4), 325–336. <https://doi.org/10.1111/efp.12104>