



■ Atte Komonen



■ Hanna Alajoki

Atte Komonen ja Hanna Alajoki

Kirjanpainajatuhot luonnonhoidon jälkeen litin Saviojalla

Komonen, A. & Alajoki, H. 2011. Kirjanpainajatuhot luonnonhoidon jälkeen litin Saviojalla. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2011: 259–266.

Ennallistaminen ja luonnonhoito ovat tärkeä osa metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamisessa, mutta ne voivat myös aiheuttaa ei-toivottuja seurauksia. Vuonna 2008 hoidettiin rauhoitetun taponlehden (*Asarum europaeum*) elinaluetta kaatamalla ja kaulaamalla kuusia. Vuonna 2010 sekä suojelualueella että sen ulkopuolella havaittiin kirjanpainajan tappamia puita. Tässä tutkimuksessa selvitettiin kirjanpainajan esiintymistä kaadetuissa maapuissa, kaulatuissa pystypuissa sekä laskettiin kirjanpainajan tappamien puiden määrä suojelualueella toukokuussa 2011. Kaikista puista laskettiin myös kirjanpainajan emokäytävien määrä per m² kaarnaa. Luonnollisesti kuolleista pystypuista (n = 120) 93 %, kaulatuista pystypuista (n = 65) 68 % ja kaadetuista maapuista (n = 76) 20 % oli kirjanpainajan asuttamia. Emokäytävitiheys oli lajin tappamisissa puissa keskimäärin 269, kaulatuissa pystypuissa 175 ja maapuissa 68 emokäytävää per m². Tutkimus osoittaa, että kirjanpainaja lisääntyi tuotetussa lahoppuussa siinä määrin, että se pystyi tappamaan eläviä puita suojelualueella. On todennäköistä, että kirjanpainajan tappamat puut olivat jo valmiiksi heikentyneitä kesän 2010 poikkeuksellisten helteiden takia. Elokuussa 2011 havaittiin enää muutamia tuoreita kirjanpainajan tappamia puita ja tuho näyttää taantuneen. Yhteenvetona voidaan suositella, että ennallistamisen ja luonnonhoidon sivuvaikutuksia pitää seurata systemaattisesti, jotta menetelmiä voidaan kehittää ja tuholaisriski minimoida.

Asiasanat: ennallistaminen, kaarnakuoriaiset, kirjanpainaja, luonnonhoito, metsätuhot
Yhteystiedot: Jyväskylän yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos, PL 35, 40014 Jyväskylä
Sähköposti atte.komonen@jyu.fi
Hyväksytty 25.11.2011
Saatavissa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff11/ff114259.pdf>

I Johdanto

Ennallistamisella ja luonnonhoidolla pyritään osaltaan turvaamaan metsänluonnon monimuotoisuus. Metsien ennallistamisen tavoitteena on palauttaa aiemmin talouskäytössä olleille suojelualueille luonnontilaisen metsän puustorakenteita ja ekologiaa prosesseja (Tukia ym. 2003). Etenkin lahoppu on yksi luonnontilaiselle metsälle tyypillinen rakennepiirre, josta monet uhanalaiset metsälajit ovat riippuvaisia (Siitonen 2001, Rassi ym. 2010). Luonnonhoitoa vuorostaan voidaan harjoittaa sekä talousmetsissä että suojelualueilla. Suojelualueilla luonnonhoidon tavoitteena on luoda ja ylläpitää elinolosuhteita tietyille harvinaisille tai uhanalaisille lajeille, tai ylläpitää harvinaisen elinympäristötyypin ominaispiirteitä. Kuusten poisto lehdoista on yksi esimerkki.

Metsien ennallistaminen ja luonnonhoito voivat aiheuttaa myös ei-toivottuja seurauksia. Esimerkiksi lahoppuun lisäys luo sopivia lisääntymispaikkoja kaarnakuoriaisille, jotka runsastuttuaan voivat levitä suojelualueen ympäristöön, heikentää tai tappaa puita ja siten aiheuttaa taloudellisia menetyksiä (Eriksson ym. 2006, Komonen ja Kouki 2008, Toivanen ym. 2009). Kaarnakuoriaisten aiheuttamaa metsätuhoriskia on yleensä tutkittu luontaisten häiriöiden, kuten myrskytuhojen jälkeen (Annala ja Petäistö 1978, Saarenmaa ym. 1989, Schroeder 2001, Komonen ym. 2011). Näiden tutkimusten perusteella voidaan myös jossain määrin arvioida ennallistamiseen ja luonnonhoitoon liittyvää tuhoriskia. Suorien johtopäätösten teko on kuitenkin ongelmallista, sillä on mahdollista, että luontaisesti kuollut puu ja kaadettu tai kaulattu puu eivät ole yhtä soveliaita kaarnakuoriaisille (Eriksson ym. 2008). Tieteellisen näytön kerääminen ennallistamis- ja luonnonhoito toimien tavoitelluista ja seurauksivaikutuksista on tärkeää, sillä ennallistamis- ja luonnonhoitotoimet ovat keskeinen osa nykyaikaista, monimuotoisuuden huomioivaa metsien hoitoa ja käyttöä. Menetelmiä voidaan, ja niitä myös pitää, edelleen kehittää.

Kuusivaltaisissa metsissä kirjanpainaaja (*Ips typographus*) on laji, joka todennäköisimmin aiheuttaa metsätuhoja. Kirjanpainaaja voi runsastua laajojen primaarituhojen, kuten myrskyjen ja metsäpalojen jälkeen. Kirjanpainaajan aiheuttamat metsätuhot ja

niiden suuruus riippuvat kuitenkin useasta tekijästä: kuinka suuri osuus kuolleista puista asutetaan, kuinka monta yksilöä puita asuttaa ja miten yksilönkehitys onnistuu (Wermelinger 2004, Eriksson ym. 2008). Tuhojen laajuus riippuu myös kirjanpainajan paikallisesta populaatiokoosta, leviämismahdollisuuksista häiriöalueen ulkopuolelta ja kuolleiden puiden määrästä ja laadusta (Eriksson ym. 2005, Schroeder 2010, Komonen ym. 2011). Mitä enemmän suurikokoista lahoppua ja mitä paahteisemmässä ympäristössä puut ovat, sitä paremmat olosuhteet kirjanpainajalle. Yksilönkehityksen onnistuminen riippuu ravinnon (nilan) määrästä, mikä vaikuttaa toukkien väliseen kilpailuun, sekä pedoista ja loisista. Populaatiokoon kasvunopeus vuorostaan riippuu lämpötilasta: mitä lämpimämpää, sitä nopeampi on yksilönkehitys ja sitä suurempi on sekä sisarsukupolven (samat aikuiset munivat uudestaan myöhemmin kesällä) että toisen sukupolven (kesällä kuoriutuvat kirjanpainajat munivat poikkeuksellisesti ennen talvehtimistaan) todennäköisyys. Elävien puiden puolustuksen voittaminen vaatii suuren iskeytyvien yksilöiden tiheyden. Tästä kuitenkin seuraa, että toukat kilpailevat keskenään ravinnosta, yksilönkehitys epäonnistuu ja populaation kasvu alkaa hidastua. Kasvu hidastuu kuitenkin viiveellä, joten puukuolemilta ei täysin vältytä.

Marraskuussa 2008 Iitin Saviojalla hoidettiin Suomen ainoaa tunnettua luonnonvaraista taponlehden (*Asarum europaeum*) elinaluetta. Hoitotoimenpiteinä kaulattiin ja kaadettiin kuusia yhteensä 156 m³, tarkoituksena avata latvuserrosta. Tässä tutkimuksessa selvitettiin kirjanpainaajan esiintymisen kaulatuissa pystypuissa, kaadetuissa maapuissa sekä luontaisesti kuolleissa puissa.

2 Aineisto ja menetelmät

Iitin Saviojan suojelualue (6738 P, 4639 I) sijaitsee noin 40 km Kouvolasta länteen. Vaikka suojelualue ei ole vielä virallisesti perustettu, käytetään tässä kirjoituksessa selkeyden vuoksi termiä 'suojelualue'. Suojelualueen metsät ovat vanhaa kuusivaltaista talousmetsää (kuva 1). Suojelualue on 28 hehtaaria ja koostuu 12 metsäkuviosta, joista kolmella oli tehty luonnonhoitotoimia. Näillä kuvioilla tuotettua la-

Taulukko 1. litin Saviojan suojelualan lahoppuutiedot kuvioittain. Luvut perustuvat Metsähallituksen tietoihin. Tuotettu pystypuu tarkoittaa kaulattuja puita ja tuotettu maapuu sahaamalla kaadettuja puita.

Kuvio	Pinta-ala (ha)	Lahopuutyyppi	Runkoluku per ha	Keski-pituus (m)	Keski-läpimitta (cm)	Tilavuus m ³ per ha	Tilavuus m ³ yhteensä
43	0,10						
44	1,15	Luontainen maapuu	8	24	25	4,2	4,83
44	1,15	Tuotettu pystypuu	19	24	25	9,9	11,39
44	1,15	Tuotettu maapuu	8	24	25	4,2	4,83
45	0,99						
46	0,04						
47	0,11						
48	0,29						
49	0,42						
50	5,39	Tuotettu pystypuu	9	27	27	6,0	32,34
50	5,39	Tuotettu maapuu	11	27	27	7,3	39,35
51	0,70						
52	2,03						
53	3,53	Tuotettu maapuu	10	26	29	7,5	26,48
53	3,53	Tuotettu pystypuu	14	26	29	10,4	36,71
54	0,16						

hopuuta oli 16 m³ (kuvio 44), 72 m³ (kuvio 50), 63 m³ (kuvio 53), keskimäärin 10–18 m³ per ha (taulukko 1). Luontaista lahoppuuta alueella on vähän: ainoastaan kuviolla 44 oli ennallistamisen yhteydessä mitattu 5 m³ lahoppuuta. Kaadettujen maapuiden keskiläpimitta rinnankorkeudelta oli 20,7±5,1 cm (keskiarvo ± keskihajonta, n=76), kaulattujen pystypuiden 32,8±8,4 cm (n=65) ja luontaisesti kuolleiden pystypuiden 31,34±8,8 cm (n=120). Maapuut oli pääosin kaadettu muutamaaan rytöön. Tutkimus toteutettiin 11., 15., 16. ja 19. toukokuuta 2011. Lisäksi alueella käytiin vielä 14.8.2011, jostaan kattavaa inventointia ei tehty kuin kuviolla 44 ja sen välittömässä läheisyydessä.

Kirjanpainaajan esiintyminen kaulatuista pystypuista (n=65), kaadetuista maapuista (n=76) ja luontaisesti kuolleista pystypuista (n=120). Jälkimmäisistä myös arvioitiin, olivatko ne kirjanpainaajan tappamia. Puu tulkittiin kirjanpainaajan tappamaksi, jos näytealan emokäytävätiheys oli suuri, tai jos näytealalla ei havaittu kirjanpainaajan emokäytäviä, mutta puun yläosassa oli havaittavissa paljon kirjanpainaajan emokäytäviä. Rydöistä tutkittiin kaikki kaadetut maapuut, mutta näiden ulkopuolelta yksittäisiä maapuita ei tutkittu yksityiskohtaisesti, ts. emokäytävätiheyksiä ei laskettu. Neljä luontaisesti kaatunutta maapuuta eivät olleet kirjanpainaajan asuttamia. Kuvioilla 44 ja 50 tutkittiin kaikki kaulatut

(n=53 kpl) ja luonnollisesti kuolleet puut (n=120 kpl). Kuviolla 53 tutkittiin kaikki kaulatut pystypuut (n=12 kpl), mutta luontaisesti kuolleita puita (n=15) ei tutkittu lainkaan, sillä niitä oli muihin alueisiin verrattuna niukasti. Kaadettuja maapuita kuviolta 53 tutkittiin satunnaisesti 21 kpl.

Kirjanpainaajan asuttamien puiden osuus ja emokäytävien tiheys kartoitettiin noudattamalla pääpiirteittäin Komosen ym. (2011) käyttämää menetelmää. Tutkimukseen otettiin mukaan ainoastaan rinnankorkeusläpimitaltaan yli 15 cm:n puut. Jokaisesta tutkittavasta puusta mitattiin rinnankorkeusläpimitta ja laskettiin kirjanpainaajan emokäytävien määrä 15 cm×45 cm kokoiselta näytealalta (kaarna irrotettiin tarvittaessa). Pystypuista tutkittiin yksi näyte 1,5 m korkeudelta ja maapuista kaksi näytettä 1,5 m ja 3 m etäisyydeltä puun tyvestä. Mikäli kirjanpainaajan jälkiä havaittiin, näytteistä laskettiin emokäytävien lukumäärä ja arvioitiin kuoriaisen iskeytymisajankohta. Ensimmäisistä tutkituista pystypuista (n=21) otettiin kaksi näytettä, ensimmäinen puun pohjoispuolelta ja toinen eteläpuolelta. Koska pohjois- ja eteläpuolen näytteet eivät eronneet systemaattisesti emokäytävien lukumäärän suhteen (parittainen t-testi: t=0,00, p=1,0, df=13; puut, joissa ei ollut yhtään emokäytävää, jätettiin testistä pois), loput näytteet otettiin siten, että joka toisesta puusta näyte otettiin eteläpuolelta ja joka toisesta pohjoispuolelta.

Kuoriutuneiden yksilöiden lukumäärää ei pystytty selvittämään, sillä kaarna oli lähes kaikissa puissa joko kokonaan tai osittain pudonnut ja murentunut. Jokaisesta puutyypistä laskettiin emokäytävitiheyden keskiarvo ja -hajonta. Tässä artikkelissa emokäytävien määrä esitetään lukumääränä neliometriä kohti, jotta vertailu aikaisempiin tutkimuksiin olisi mahdollista.

3 Tulokset

Tutkituista maapuista ($n=76$) 20 %, kaulatuista pystyypuista ($n=65$) 68 % ja luontaisesti kuolleista pystyypuista ($n=120$) 93 % oli kirjanpainajan asuttamia. Kirjanpainajan tappamia puita oli alueella yhteensä 112 kpl ja ne kaikki sijaitsivat kaulattujen pystyypuiden ja maapuurytöjen välittömässä läheisyydessä.

Maapuissa kirjanpainajan emokäytäviä oli $68,08 \pm 50,59$ per m^2 ($n=14$) ja kaulatuissa pystyypuissa $175,40 \pm 98,74$ ($n=37$). Suojelualueella oli yhteensä 19 kaulattua pystyypuuta, joissa syömäjälkien perusteella ainoana kaarnakuoriaisena oli kuusentähkikirjaaja (*Pityogenes chalcographus*). Luonnollisesti kuolleissa, kirjanpainajan tappamissa puissa, lajin emokäytäviä oli $268,51 \pm 132,57$ per m^2 ($n=82$). Kaikista tutkituista puista ei pystytty luotettavasti laskemaan emokäytävien määrää, joten yllä mainitut otoskoot ovat pienempiä kuin tutkittujen puiden määrät. Minkään puutyypin osalta puun läpimitta ei korreloinut emokäytävitiheyden kanssa ($r_s = -0,21 - 0,11$, $n = 15 - 82$, $p > 0,11$). Elokuussa 2011 havaittiin yhteensä 20 kirjanpainajan tappamaa puita, joiden tulkittiin kuolleen kesän 2011 aikana. Näistä kahdeksassa oli puun pinnalla purua ja kaarnan alla eläviä aikuisia.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Asuttujen puiden osuus

Tässä tutkimuksessa kirjanpainaja asutti kaadetuita maapuista 20 %, kaulatuista pystyypuista 68 % ja luontaisesti kuolleista pystyypuista 93 %. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että kirjanpainajan asuttamien tuulenskaatamien puiden osuus vaihtelee suuresti jopa samalla alueella ja samana vuonna. Ensimmäisenä vuonna myrskyn jälkeen asutettujen puiden osuus on usein selvästi alle 50 % (ka. 25 %), mutta määrä nousee tyypillisesti seuraavana vuonna populaation kasvaessa (Annala ja Petäistö 1978, Göthlin ym. 2000, Schroeder ja Lindelöw 2002, Eriksson ym. 2005, Schroeder 2010). Saviojalla asutettujen maapuiden ja kaulattujen pystyypuiden osuutta voidaan vastaavasti pitää normaalina ja normaalia selvästi suurempana myrskytuhoihin verrattuna. Vaikka tutkimus tehtiin vasta kolmantena keväänä luonnonhoidon jälkeen, asutettujen puiden osuus heijastaa tilannetta kaksi vuotta luonnonhoidosta, sillä kaadetut maapuut ja kaulatut pystyypuut eivät enää olleet sopivia kirjanpainajalle.

Tuulenskaatoja ja kaadettuja puita ei kuitenkaan suoraan voi verrata keskenään, sillä usein tuulenskaadoissa juuriyhteys säilyy ja siten nila säilyy sopivana pidempään ja mahdollistaa näin puiden hyödyntämisen kahtena kesänä (Schroeder ja Lindelöw 2003). Juuriyhteyden säilyminen ei kuitenkaan yksiselitteisesti lisää asuttujen runkojen osuutta (Eriksson ym. 2008). Myös puiden sijainti vaikuttaa siihen, kuinka suuri osuus niistä asutetaan. Yleensä kirjanpainaja – termofiilinä lajina – suosii puita metsikön reunassa tai aukolla (Peltonen 1999, Göthlin ym. 2000, Schroeder ja Lindelöw 2002). On kuitenkin mahdollista, että poikkeuksellisen helteisinä kesinä olosuhteet voivat olla jopa kirjanpainajalle liian kuumat (Niemeyer 1997). Tämä saattaa selittää sen, miksi kirjanpainaja Saviojalla tappoi useita puita metsän sisällä. Tulosten vertailussa on otettava huomioon, että asuttujen puiden osuus ei sinällään kerro paljoakaan seuraustuhoriskistä, sillä mitä enemmän puita, sitä enemmän kuoriaisia voi kehittyä, vaikka vain osa puista olisi asutettu. On myös havaittu, että tuulenskaatojen määrä ja asuttujen puiden osuus korreloivat negatiivisesti (Schroeder 2010). Tämä joh-



Kuva 1. litin Saviojan suojelualueella kirjanpainaja tappoi puita myös metsän sisällä. Kuva:Atte Komonen

tuu siitä, että asuttujen puiden määrä riippuu pitkälti kirjanpainajakannan taustatasosta, ja jos puita on paljon, kolonisoivia yksilöitä ei yksinkertaisesti riitä kaikkiin puihin. Ennen luonnonhoitotoimia Saviojan suojelualueella oli erittäin vähän kuollutta puuta, joten voidaan arvioida, että kirjanpainajan taustataso on ollut talousmetsille tyypillistä tasoa.

Kaadettuihin maapuihin ja kaulattuihin pystypuihin oli iskeydytty vuonna 2009. Kirjanpainajan tappamiin puihin oli vuorostaan iskeydytty keväällä 2010, mutta osaan puista, erityisesti kuvion 50 eteläosassa, oli iskeydytty todennäköisesti vasta myöhemmin kesällä 2010 (sisarsukupolvi, toinen sukupolvi), sillä kaarna oli vielä tiukassa ja nila tuoretta. Lisäksi osassa näistä puista havaittiin keväällä lievää parveilua ja emokäytävät olivat vasta tekeillä. Keväällä asutetuista puista kaarna oli pääosin jo täysin pudonnut tai nila syöty. Kuvio 44 sijaitsee

pienen päätehakuukaistaleen pohjoislaidalla ja on siten erittäin paahteinen. Tällä kuviolla kirjanpainajat iskeytyivät puihin suuremmalla tiheydellä kuin muilla kuvioilla.

4.2 Puukuolemat

Kirjanpainaja tappoi Saviojan suojelualueella 112 puuta. Kaulattuja ja kaadettuja, kirjanpainajalle sopivia puita oli suojelualueella karkeasti arvioiden yhteensä yli 200 kpl, eli kuviokohtaisesti 20–24 kpl hehtaarilla. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että kirjanpainajan asuttamien runkojen määrä korreloi selvästi lajin tappamien pystypuiden määrän kanssa (Eriksson ym. 2007, Schroeder ja Lindelöw 2002). Schroederin ja Lindelöwin (2002) tutkimuksessa tuulenkaatoja oli 100–800 kpl aukosta riippu-

en, ja näistä asuttuja oli 100–400. Edellä mainitun tutkimuksen regressioyhtälön ennusteen mukaan Saviojalla olisi pitänyt olla noin 200 kirjanpajan tappamaa puuta. Schroederin ja Lindelöwin (2002) tutkimuksessa kaikki puut olivat tuulenskaatoja, ne sijaitsivat yhdessä rydössä ja tutkimus toteutettiin neljä vuotta myrskyn jälkeen, joten oli odotettavissa, että Saviojalla olisi vähemmän puukuolemia. Saviojan tilanne ei siis ole aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna mitenkään poikkeuksellinen. Myös Hedgrenin ym. (2003) tutkimuksessa havaittiin selvä positiivinen korrelaatio (joskin alhainen selityaste) kirjanpajan edellisenä vuonna asuttamien puiden (kaadetut, tuulenskaadot, pystypuut; 0–90 kpl) ja kirjanpajan seuraavana vuonna tappamien puiden määrän välillä (0–35 kpl). Tosin reunan pituudella oli selvempi yhteys puukuolemiin kuin kuolleen puun määrällä. Peltonen (1999) ei havainnut tuulenskaatojen ja puukuolemien välille yhteyttä (puita noin 30 kpl per km päätehakuualueen reunaan).

Saviojalla kirjanpajan tappamia puita oli lähinnä kaulattujen pystypuiden ja kaadettujen maapuurytöjen välittömässä läheisyydessä. Tämä tukee aikaisempia havaintoja siinä, että kirjanpajana iskeytyy useimmiten lähipuuihin (Hedgren ym. 2003). Yleensä kirjanpajan tappamien puiden määrä saavuttaa huippunsa 2–3 vuotta primaarituhoon jälkeen tilanteessa, jossa lajilla kehittyä vain yksi sukupolvi vuodessa (Schroeder 2001, Schroeder ja Lindelöw 2003; lahoppua 16–55 kpl hehtaarilla). Siksi voidaan olettaa, että Saviojalla kirjanpajan aiheuttamien seuraustuhojen olisi pitänyt olla huipussaan viimeistään tutkimusvuonna 2011, minkä jälkeen tuhojen todennäköisyys pienenesi. Elokuussa 2011 alueella ei havaittu merkittäviä puukuolemia ja monet tuoreiksi tulkituista kuolemista olivat todennäköisesti asutettu latvasta jo aiemmin. Tällaisia puita on vaikea havaita varmasti normaalissa inventoinnissa. Esimerkiksi kuviolla 44 oli keväällä 2011 paljon kirjanpajan tappamia puita, mutta suurin osa jäljelle jääneistä oli elokuussa koskemattomia. Vaikka kesä 2010 oli poikkeuksellisen helteinen, on kirjanpajan tappamien puiden lukumäärä verrattavissa aiemmissa tutkimuksissa havaittuihin määriin.

4.3 Emokäytävätiheys

Tappaakseen elinkykyisen kuusen kirjanpajan pitää iskeytyä puuhun suurin joukoin. Puun ominaisuudet vaikuttavat kuitenkin iskeytymisen onnistumiseen: mitä elinkykyisempi puu, sitä paremmin se puolustautuu (Mullock ja Christiansen 1986). Kuusen iän ei ole todettu vähentävän puolustautumiskykyä, joskin erilaiset stressit, kuten kuivuus, voivat altistaa puut kirjanpajan tappamiselle. Saviojalla emokäytävätiheys oli kirjanpajan tappamisessa puissa selvästi suurempi kuin kaulatuissa pystypuissa ja maapuissa. Tulos tukee aiempia havaintoja siinä, että elävien puiden tappamiseen vaaditaan suuri joukko kirjanpajajia, ja että maapuissa emokäytävätiheys on usein alhaisin.

Ovatko Saviojalla havaitut emokäytävätiheydet suuria vai pieniä? Laajassa eteläruotsalaisessa tutkimuksessa (Schroeder 2010; tutkittuja myrskyaukkoja 36 kpl, aukon koko 0,0–7,5 ha, myrskyn kaatamia kuusia 1–1168 kpl per aukko) emokäytävätiheydet olivat tuulenskaadoissa 59 kpl per m² vuosi myrskyn jälkeen ja 79 kpl per m² kaksi vuotta myrskyn jälkeen. Etelä-Suomen tuulenskaatoaukoissa emokäytävätiheys oli 41 kpl per m² vuosi ja 69 kpl per m² kaksi vuotta myrskyn jälkeen (Eriksson ym. 2005), kun taas ennallistamalla tuotetuissa maapuissa tiheys oli 18–96 per m² (ka. = 50) (Eriksson ym. 2006). Tuulenskaatoesimerkissä kuusilahoppua oli aukoissa 1–3284 runkoa, kun taas ennallistamisesimerkissä kuollutta maapuuta oli jätetty 30 ja 60 kuutiota. Huomattavasti laajemmissa myrskytuhoissa (10 000 m³ kuusilahoppua) emokäytävätiheys oli 124 kpl per m² vuosi ja 162 kaksi vuotta myrskyn jälkeen (Komonen ym. 2011). Edellä mainitussa tutkimuksessa kirjanpajan taustataso arvioitiin aikaisempien tuulenskaatojen perusteella kohonneeksi. Erikssonin ym. (2006) jatkotutkimuksissa havaittiin myös, että kolme vuotta ennallistamisen jälkeen kirjanpajan tappamia puita oli vähän, 0–8 per ennallistettu kuvi. Emokäytävätiheydet Saviojalla ovat siis maapuissa tyypillistä tasoa, mutta kaulatuissa pystypuissa selvästi kohonneita.

Kirjanpajan tappamisessa pystypuissa emokäytävätiheydet voivat olla huomattavan paljon suurempia. Esimerkiksi Etelä- ja Keski-Ruotsissa emokäytävätiheydet olivat laajan myrskytuhoon jälkeen 400–500 kpl per m² (10 000 m³ lahoppua; Weslien

ja Regnander 1990, Komonen ym. 2011). Vaikka pystyvuissa tiheydet ovat yleensä suuria, lisääntymismenestys jää usein alhaiseksi, sillä toukkakehitys epäonnistuu voimakkaan lajinsisäisen kilpailun takia (Weslien ja Regnander 1990, Komonen ym. 2011). Saviojalla emokäytävitiheydet pystyvuissa olivat alhaisempia kuin laajojen myrskytuhojen jälkeen, mutta selvästi riittäviä tappamaan ainakin heikentyneitä puita. Useissa puissa toukkakäytävät olivat lyhyitä ja siten toukkien kehitys todennäköisesti epäonnistunut ainakin osittain.

5 Johtopäätökset

Tutkimuksemme osoittaa, että tuotettu maapuu metsikön sisällä ei ollut kirjapainajalle mitenkään erityisen soveliaista, mikä voi johtua maapuiden pieneköistä läpimitasta ja ohutkuorisuudesta sekä varjoisuudesta. Koska luontaisesti kuolleet puut sijaitsivat maapuurytöjen ja kaulattujen puiden välittömässä läheisyydessä, on todennäköistä, että maapuissa ja etenkin kaulatuissa pystyvuissa lisääntyneet kirjanpainaajat ovat tappaneet suojelualueella havaitut luontaisesti kuolleet puut. Voidaankin suositella, että etenkin tilanteissa, joissa luonnonhoidon tavoitteena on luoda elintilaa muulle kuin lahopuusta riippuvaiselle uhanalaiselle lajistolle, suosittaisiin pienten ja ohutkuoristen puiden kaatamista ja kaulaamista. Sama pätee myös pystyvuihin, etenkin kun kirjanpainaja näyttää suosivan kaulattuja pystyvuia. Pienikokoisessa puussa kirjanpainajan jälkeläistuotto jää myös pienemmäksi kuin suuremmissa puissa. Tuotettua maa- ja pystyvuuta oli suunnilleen yhtä paljon kappalemääräisesti. Koska vain pieni osa maapuista oli asutettu, on todennäköistä, että nimenomaan kaulatuissa kuusissa kehittyneet kirjanpainaajat tappoivat eläviä puita. Aikaisemman erittäin kattavan tutkimuskirjallisuuden perusteella puukuolemat Saviojalla ovat tyypillistä tasoa esim. Etelä-Ruotsiin verrattuna, ehkä hieman alhaisempia. Elokuussa 2011 kirjanpainajan leviäminen näyttää jo olevan ohi.

Kirjallisuus

- Annala, E. & Petäistö, R.-L. 1978. Insect attack on windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 94. 24 s.
- Eriksson, M., Pouttu, A. & Roininen, H. 2005. The influence of windthrow area and timber characteristics on colonization of wind-felled spruces by *Ips typographus* (L.). *Forest Ecology and Management* 216: 105–116.
- , Lilja, S. & Roininen, H. 2006. Dead wood creation and restoration burning: Implications for bark beetles and beetle induced tree deaths. *Forest Ecology and Management* 231: 205–213.
- , Neuvonen, S. & Roininen, H. 2007. Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *Ips typographus* in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 516–523.
- , Neuvonen, S. & Roininen, H. 2008. *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: «Wind-felled» vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. *Forest Ecology and Management* 255: 1336–1341.
- Göthlin, E., Schroeder, L.M. & Lindelow, A. 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 542–549.
- Hedgren P.O., Schroeder, L.M. & Weslien, J. 2003. Tree killing by *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at stand edges with and without colonized felled spruce trees. *Agricultural and Forest Entomology* 5: 67–74.
- Komonen, A. & Kouki, J. 2008. Do restoration fellings in protected forests increase the risk of bark beetle damages in adjacent forests? A case study from Fennoscandian boreal forest. *Forest Ecology and Management* 255: 3736–3743.
- , Schroeder, L.M. & Weslien, J. 2011. *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in southern Sweden. *Journal of Applied Entomology* 135: 132–141.
- Mulock, P. & Christiansen, E. 1986. The threshold of successful attack by *Ips typographus* on *Picea abies*: a field experiment. *Forest Ecology and Management* 14: 125–132.

- Niemeyer, H. 1997. Integrated bark beetle control: experiences and problems in Northern Germany. Julkaisussa: Grégoire, A.M., Liebhold, A.M., Stephen, F.M., Day, K.R. & Salom, S.M. (toim.). Proceedings: Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests, USDA Forest Service General Technical Report NE-236.
- Peltonen, M. 1999. Windthrows and dead-standing trees as bark beetle breeding material at forest-clearcut edge. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 505–511.
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. 2010. Suomen lajien uhanalaisuus. Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.
- Saarenmaa, H., Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1989. Tuhohyönteisten ja sinistymän esiintyminen myrskyn kaatamissa puissa Urho Kekkosen kansallispuistossa. *Folia Forestalia* 736: 66–75.
- Schroeder, L.M. 2001. Tree mortality by the bark beetle *Ips typographus* (L.) in storm-disturbed stands. *Integrated Pest Management Reviews* 6: 169–175.
- 2010. Colonisation of storm gaps by the spruce bark beetle – influence of gap and landscape characteristics. *Agricultural and Forest Entomology* 12: 29–39.
- & Lindelow, Å. 2002. Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 47–56.
- & Lindelow, Å. 2003. Response of *Ips typographus* (Scolytidae: Coleoptera) and other bark- and wood-boring beetles to a flash-flood event. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 218–224.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- Toivanen, T., Liikanen, V. & Kotiaho, J.S. 2009. Effects of forest restoration treatments on the abundance of bark beetles in Norway spruce forests of southern Finland. *Forest Ecology and Management* 257: 117–125.
- Tukia, H., Hokkanen, M., Jaakkola, S., Kallonen, S., Kurikka, T., Leivo, A., Lindholm, T., Suikki, A. & Virolainen, E. 2003. Metsien ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B No 58. Vantaa. 87 s.
- Wermelinger, B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management* 202: 67–82.
- Weslien, J. & Regnander, J. 1990. Colonization densities and offspring production in the bark beetle *Ips typographus* (L.) in standing spruce trees. *Journal of Applied Entomology* 109: 358–366.

23 viitettä