



Atte Komonen



Arto Laatikainen



Maarit Similä



Petri Martikainen

Atte Komonen, Arto Laatikainen, Maarit Similä ja
Petri Martikainen

Ytimennävertäjien kasvainsyönti trombin kaataman suoje- lummännikön ympäristössä Höytiäisen saarella Pohjois-Karjalassa

Komonen, A., Laatikainen, A., Similä, M. & Martikainen, P. 2009. Ytimennävertäjien kasvainsyönti trombin kaataman suoje-
lumännikön ympäristössä Höytiäisen saarella Pohjois-Karjalassa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2009: 127–134.

Voimakas trombi kaatoi 10000 kuutiota männikköä Höytiäisen saarella Pohjois-Karjalassa vuonna 2004. Koska alue kuuluu Natura 2000 -ohjelmaan, Metsähallitus jätti puut korjaamatta, minkä pelättiin lisäävän hyönteistuhoriskia ympäröivissä mäntymetsissä. Tässä tutkimuksessa kvantifioitiin ytimennävertäjien (*Tomiscus* spp.) kasvainsyöntiä eri etäisyyksillä trombiaukon reunasta vuosina 2006 ja 2008. Vuonna 2008 syötyjen kasvainten tiheys oli 2–3-kertainen verrattuna vuoteen 2006. Neljän vuoden yhteenlaskettu kasvaintiheys oli suurimmillaan 10 metrin päässä aukon reunasta: 9,5 kpl/m² eli 54–165 kpl/elävä mänty puuston tiheydestä riippuen. Vastaavan suuruisen kasvainsyönnin ei ole aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu aiheuttaneen taloudellisesti merkittäviä kasvutappioita. Ytimennävertäjien kasvainsyönti myös väheni nopeasti trombiaukolta pois päin: pudonneiden kasvainten tiheys oli 40–60 metrin päässä enää puolet niiden enimmäistiheydestä ja noin 120 metrin etäisyydellä se vastasi talousmetsille tyypillistä taustatasoa. Emokäytävien ja ulostuloreikien alhainen tiheys viittaa siihen, että ytimennävertäjien kannan koko saarella on ollut melko pieni suhteessa kuolleen puun määrään ja leviäminen mantereelta on ollut vähäistä. Seurannaistuhojen riski alueella on pieni, sillä trombin kaatama puusto on jo suurelta osin ytimennävertäjille sopimatonta.

Asiasanat: häiriödynamiikka, lahopuu, myrskytuho, suojealue, *Tomiscus*, trombi, ytimennävertäjät
Yhteystiedot: *Komonen*, Institutionen för ekologi, Sveriges Lantbruksuniversitet, Box 7044, SE-75007 Uppsala, Sverige; *Laatikainen & Martikainen*, Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101; *Similä*, Metsähallituksen luontopalvelut, Urheilukatu 3A, 81700 Lieksa
Sähköposti atte.komonen@ekol.slu.se
Hyväksytty 4.5. 2009
Saatavissa <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff09/ff092127.pdf>

I Taustaa

Laaja-alaiset häiriöt, kuten metsäpalot ja myrskyt, ovat luontainen osa boreaalista metsäekosysteemiä (Kuuluvainen 2002). Häiriöissä muodostuu suuria määriä kuollutta puuainesta, mikä hyödyttää tuhansia lahoppuusta riippuvaisia lajeja (Siitonen 2001). Yhtä lailla hyötyvät myös ns. tuhohyönteiset, jotka runsastuessaan voivat aiheuttaa kasvutappioita – jopa puiden kuolemia – ja siten taloudellisia menetyksiä (Eidmann 1992). Laaja-alaisia häiriöitä on kuitenkin vaikea tutkia, sillä ne ovat harvinaisia ja niiden synnyttämä kuollut puuaines pyritään poistamaan talousmetsistä. Voimakas trombi kaatoi noin 10 000 kuutiota varttunutta männikköä 30 hehtaarin alueelta Jouhtenisessä, Höytiäisen saaresa, Pohjois-Karjalassa 20.8.2004 (kuva 1). Koska

alue kuuluu Natura 2000 -ohjelmaan, Metsähallitus jätti puut korjaamatta, mikä tarjosi ainutlaatuisen mahdollisuuden tutkia luontaisten häiriöiden ekologisia vaikutuksia eristyneissä saariolosuhteissa. Julkisuudessa puiden jättämistä myös arvosteltiin, sillä pelättiin, että tuholaiset leviäisivät trombialueelta ympäröiviin metsiin. Kansanedustaja Hannu Hoskonen teki asiasta eduskunnalle kirjallisen kysymyksen (678/2004).

Männyn merkittävimmät tuhokovakuoriaiset Suomessa ovat vaakanävertäjä (*Tomicus minor* Hart.) ja pystynävertäjä (*Tomicus piniperda* L.) (Uotila ja Kankaanhuhta 1999). Ytimennävertäjät parveilevat keväällä lämpötilan noustessa +12 °C:een ja munivat kuolleiden tai heikentyneiden mäntyjen sekä hakkuutahteiden, kantojen tai mäntypuutavaran kaaran alle (Salonen 1973). Elävissä, terveissä puissa ytimennävertäjät eivät yleensä pysty lisääntymään



Kuva 1. Trombin elokuussa 2004 kaatamaa männikköä Jouhtenisen Natura 2000 -alueella, Höytiäisen saaresa Pohjois-Karjalassa. Yhtenäisen aukon koko on noin 25 ha. Kuva on otettu noin neljä vuotta trombin jälkeen heinäkuussa 2008, jolloin suurin osa puista oli kuivunut ytimennävertäjille sopimattomiksi. Tutkimuslinjat sijaitsivat horisontissa näkyvässä metsikössä.

Taulukko 1. Keskeiset kuviotiedot metsiköistä, joissa näytealat sijaitsivat. Tiedot perustuvat Metsä-hallituksen paikkatietojärjestelmään, ja ne päivitettiin luontotyyppi-inventoinnissa kesällä 2006.

Kuvio	Pinta-ala (ha)	Metsä-tyyppi	Puulaji	Pohjapinta-ala (m ² /ha)	Keskipituus (m)	Keskiläpimitta (cm) rinnank.	Puuston ikä (v)
8 (1)	2,8	VT	mänty	34	21	31	148
9 (1)	1,2	MT	kuusi	10	21	35	110
9 (2)			mänty	7	21	29	150
9 (3)			rauduskoivu	7	20	30	110
9 (4)			haapa	1	18	25	70
10 (1)	0,4	MT	mänty	14	18	20	67
11 (1)	11,8	VT	mänty	18	9	13	34
11 (2)			hieskoivu	3	11	12	34
13 (1)	10,7	MT	mänty	30	19	21	76

Suluissa on kuvion eri ositteiden määritte. Koska pinta-ala ja metsätyyppi ovat kuviokohtaisia, niitä ei ole toistettu eri ositteiden kohdalla.

(Långström 1984, Långström ja Hellqvist 1993), mutta esimerkiksi runsaan neulaskadon jälkeen pystynävertäjä voi aiheuttaa melkoista kuolleisuutta heikentyneissä puissa (Långström ym. 2001). Uusi sukupolvi kuoriutuu heinäkuun lopussa ja aikuiset lentävät ruokailemaan läheisten mäntyjen latvuksiin. Aikuiset kuoriaiset syövät viimeisten vuosikasvainten ydinosia, minkä vuoksi osittain ontoksi koverrettu kasvain katkeaa ja putoaa maahan. Jos syönti on runsasta, puustolle voi aiheutua taloudellisesti merkittäviä kasvutappioita (Långström ja Hellqvist 1990, 1991). Kasvainsyönnin on havaittu lisääntyvän mm. myrskytuhojen, puutavaravarastojen, harvennushakkuiden ja kulotusalojen ympäristössä (Annala ja Petäistö 1978, Långström ja Hellqvist 1990, Annala ja Heikkilä 1991, Martikainen ym. 2006). Tässäkin tutkimuksessa ytimennävertäjien runsautta ja niiden vaikutuksia trombiaukkoa ympäröiviin metsiin arvioidaan pääasiassa kasvainsyönnin kautta.

Suojelualueet eivät ole ekologisesti eristäytyneitä saarekkeita, vaan niillä tehdyt – tai tekemättä jätetyt – toimenpiteet voivat vaikuttaa myös ympäröiviin metsiin. Siksi on tärkeä tietää, muodostavatko luontaisten häiriöiden synnyttämät lahoppuuskittymät tuholaisriskin ja minkälaiset ekologiset olosuhteet tähän vaikuttavat. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kvantifioida ytimennävertäjien kasvainsyöntiä eri etäisyyksillä trombiaukon reunasta. Koska trombi ajoittui kuoriaisten parveilun jälkeen elokuuhun 2004, laajempia tuhoja ympäröivissä metsissä oli odotettavissa kesällä 2006 eli ensimmäisenä tutki-

musvuonna. Koska noin puolet trombin kaatamista männystä oli vielä hengissä vuonna 2006, tutkimus toistettiin kesällä 2008. Lisäksi laskettiin emokäytävien ja ulostuloreikien tiheyksiä trombin kaatamista puista, jotta pystyttiin arvioimaan yhtäältä ytimennävertäjien leviämistä mantereelta ja toisaalta niiden lisääntymistä saareissa.

2 Tutkimusalue ja menetelmät

Jouhteninen (6968:3641 yhtenäiskoordinaatistossa) sijaitsee Höytiäisellä, Kontiolahden kunnassa, Pohjois-Karjalassa. Etäisyys saaresta mantereelle on lyhimmillään noin 3,3 kilometriä. Jouhtenisen ja mantereen välissä on useita pienempiä saaria, joista kaksi on muutaman kymmenen hehtaarin kokoisia. Jouhtenisen pinta-ala on 174 hehtaaria, ja siitä eteläosan 96 hehtaaria on valtion omistuksessa ja kuuluu Natura 2000 -ohjelmaan. Trombin kaatama metsä oli entistä talousmetsää: pääosin varttunutta, tasaikäistä männikköä. Säästynyt metsä saaren länsilaidalla on uudistuskypsää tai varttunutta kasvatusmetsää ja saaren itälaidalla on nuorta kasvatusmetsää (taulukko 1).

Touko–kesäkuussa 2006 ytimennävertäjien pudotamat kasvaimet laskettiin 10 linjalta, jotka sijoitettiin suunnilleen tasavälein ja suuntautuivat trombiaukolta karkeasti pohjoiseen. Linjoille sijoitettiin

Taulukko 2. Ytimennävertäjien pudottamien latvakasvainten lukumäärät neliometriä kohden eri etäisyyksillä trombiaukon reunasta vuosina 2006 ja 2008 sekä yhteenlaskettuna. Tiheydet on arvioitu 20 m² ympyränäytealojen perusteella. Kasvaimet luettiin tuoreiksi, jos edes osa neulasista oli vihreitä.

	Etäisyys (m) aukon reunasta							
	0	10	20	40	60	80	160	320
2006								
Tuoreita	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3	0,2	0,0
Vanhvoja	1,5	1,9	1,3	0,6	0,4	0,4	0,3	0,2
2008								
Tuoreita	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
Vanhvoja	6,9	6,8	5,3	2,9	1,9	1,3	1,1	0,5
Yhteensä	8,9	9,5	7,2	4,1	2,7	1,9	1,8	0,7

ympyränäytealat (säde 2,52 m; n=79) 0, 10, 20, 40, 60, 80, 160 ja 320 metrin päähän aukosta. Yhdeltä linjalta 60 m:n näyteala puuttui, ja tilastollisissa analyyseissä puuttuva havainto korvattiin muiden saman etäisyyden havaintojen keskiarvolla. Jos näyteala sijoittui lehtipuiden alle, sitä siirrettiin hieman, jotta yläpuolinen latvuskerros olisi mäntyä.

Näytealan sisältä laskettiin kaikki pudonneet kasvaimet, ja ne luokiteltiin tuoreisiin ja vanhoihin kasvaimiin ja poistettiin näytealalta. Kaikki kasvaimet, joissa neulas olivat edes osittain vihreitä, luettiin tuoreisiin kasvaimiin. Kasvainten ikää on mahdotonta arvioida luotettavasti, mutta on todennäköistä, että vanhat kasvaimet olivat pudonneet pääosin trombin jälkeisenä kesänä 2005 ja tuoreet kasvaimet ensimmäisenä tutkimusvuonna 2006 (ks. Martikainen ym. 2006). Suurin osa lasketuista kasvaimista olisi siten trombiaukolla lisääntyneiden kuoriaisten syönnöksiä. Näytealojen puusto mitattiin, ja linjat sekä näytealat merkittiin maastoon seurantaan varten.

Heinäkuussa 2008 kasvaimet laskettiin uudestaan samoilta näytealoilta; viittä näytealaa ei kuitenkaan enää löydetty. Nyt vanhat kasvaimet olivat todennäköisesti pudonneet 2007 ja tuoreet kasvaimet tutkimusvuonna 2008. Lisäksi tutkittiin 20 (2 kpl jokaisen linjan kohdalta) kuorellista, trombin kaatamaa mäntyä ytimennävertäjien iskeytymisen ja lisääntymisen arvioimiseksi. Tutkittujen puiden keskiläpimitta ($d_{1,5\text{ m}}$) oli 24,0 cm ja sen keskihajonta 5,5 cm. Kustakin puusta kuorittiin rungon ympäri 30 cm levyinen näyteala sekä 1,5 m että 4,5 m etäisyydeltä rungon tyvestä, ja näistä laskettiin

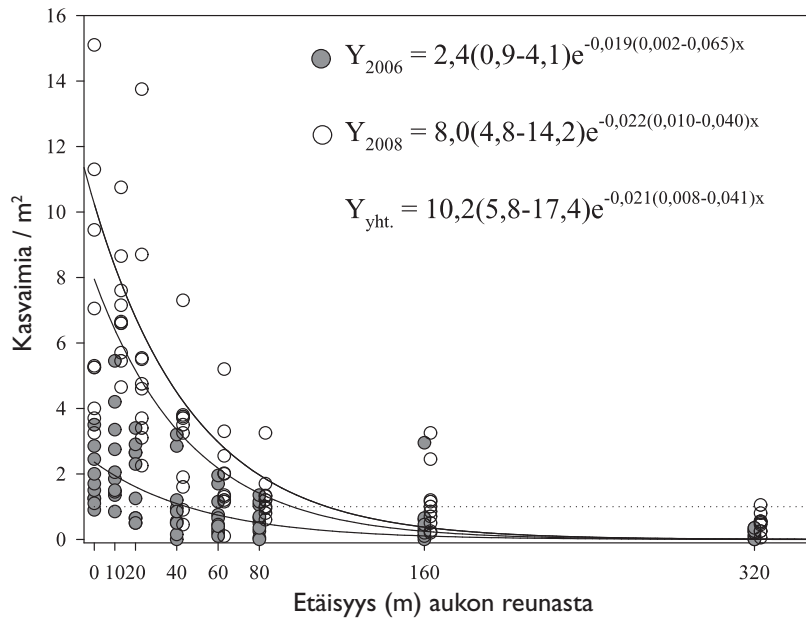
emokäytävien ja ulostuloreikien lukumäärä. Emokäytävät osoittautuivat paikoin erittäin hankaliksi havaita, joten esitetyt tiheydet ovat jonkin verran aliarvioita. Siksi emme esitä tuloksia ulostuloreikien määrästä emokäytävää kohden.

3 Tulokset

Ytimennävertäjien pudottamien kasvainten tiheys oli suurin ≤ 10 m päässä aukon reunasta: vuonna 2006 kasvaimia oli enimmillään 2,5 kpl/m² ja vuonna 2008 vastaavasti 7,0 kpl/m² (taulukko 2). Kumpanakin vuonna kasvainten tiheys oli 40–60 metrin päässä alle puolet niiden tiheydestä aukon reunassa. Vuonna 2006 tuoreita kasvaimia oli 20–25 % kasvainten lukumäärästä, mutta vuonna 2008 enää alle 6 %.

Kasvainten tiheyden käyräviivaista vähenemistä aukolta poispäin kuvaa hyvin negatiivinen eksponenttimalli (kuva 2). Havaittu kasvainsyönti oli 160 m etäisyydellä yleensä alle talousmetsille tyypillisen taustatason (< 1 kpl/m²). Vuosien 2006 ja 2008 yhteenlaskettuihin havaintoihin sovitettuna eksponenttimallin mukaan taustataso saavutettiin noin 120 m päässä aukon reunasta. Etenkin lähellä aukon reunaan pudonneiden kasvainten tiheydessä oli suurta vaihtelua.

Saaren länsilaidan yli 100-vuotiaassa metsässä oli kasvaintiheys ≤ 40 m etäisyydellä aukosta samansuuruinen (mediaani = 6,5 kpl/m², vaihteluväli



Kuva 2. Ytimennävertäjien pudottamien kasvainten keskiarvotiheys väheni eksponentiaalisesti trombiaukosta pois päin tutkimusvuosina 2006 ja 2008. Ylin käyrä kuvaa yhteenlaskettua keskiarvotiheyttä ja pisteiviä pudonneiden kasvainten talousmetsille tyypillistä taustatasoa. Varianssien heteroskedastisuuden takia parametrien luottamusvälejä ei ole raportoitu; suluissa on linjojen suurin ja pienin estimaatti.

= 9,4) kuin saaren itälaidan 35-vuotiaassa metsässä (6,3 kpl/m², 18,2) (Mannin-Whitneyn U-testi: $U_{16, 24} = 177,0$, $p = 0,68$; vuodet 2006 ja 2008 yhteenlaskettuna). Kun otetaan huomioon, että nuoremmissa metsässä puuston tiheys oli noin 1700 kpl/ha ja vanhemmassa metsässä noin 600 kpl/ha, oli syötyjä kasvaimia ≤ 40 m etäisyydellä aukosta vastaavasti 44 ja 119 kpl/elävä mänty.

Ytimennävertäjien emokäytäviä oli keskimäärin 15 kpl/m² puuta kohden (pienin–suurin = 5–51), ja niistä 95 % oli pystynävertäjän tekemiä. Ulostuloreikiä oli keskimäärin 227 kpl/m² (47–550). Emokäytävien ja ulostuloreikien puukohtaisen tiheyden välillä oli positiivinen korrelaatio ($r_p = 0,67$, $p = 0,001$, $n = 17$), eikä ollut havaittavissa, että ulostuloreikien tiheys olisi ollut pienempi kaikkein suurimmissa emokäytävätiheyksissä.

4 Tulosten tarkastelu

Pudonneiden kasvainten yhteenlaskettu tiheys on suhteellisen pieni verrattuna monien muiden tutkimusten havaintoihin (Annala ja Petäistö 1978, Annala ja Heikkilä 1991, Martikainen ym. 2006, Komonen ja Kouki 2008), etenkin jos otetaan huomioon kuolleen puuainekset jopa kolme kertaluokkaa suurempi määrä. Voidaan karkeasti arvioida, että yksi pudonnut kasvain vastaa yhtä aikuista kuoriaista (Bo Långström, SLU, suullinen tiedonanto). Kasvainsyönnin vähäisyys viittaa siis siihen, että ytimennävertäjien kannan koko Jouhtenisessa on ollut pieni, mihin vuorostaan on vaikuttanut lisääntymisresurssin laatu ja kuoriaisten leviämiseen kytkeytyvät tekijät.

Kaatuneet puut olivat läpimitaltaan ytimennävertäjille sopivaa lisääntymismateriaalia (vrt. Annala ja Heikkilä 1991). Toisaalta trombi ajoittui elokuun loppuun, joten kuolleet männyt eivät enää keväällä olleet ytimennävertäjille erityisen sopivaa lisääntymismateriaalia (Långström 1979, Annala ja Heik-

kilä 1991). Kaatuneista männyistä oli kesällä 2006 silmämääräisesti arvioituna edelleen hengissä noin puolet mutta kesällä 2008 enää muutamia. Osittainkin juuriyhteys auttaa männyn puolustautumista ja siten vaikeuttaa ytimennävertäjien lisääntymistä (Annala ja Petäistö 1978, Långström 1984, Saarenmaa ym. 1989). On kuitenkin muistettava, että vaikka osa männyistä oli vielä hengissä vuonna 2006, kuolleita mäntyjä oli silti tuhansia kuutioita. Se että kasvaintiheys oli suurempi vuonna 2008 kuin 2006 osoittaa, että ytimennävertäjät ovat hyödyntäneet kesällä 2006 hengissä olleita ja sittemmin kuolleita puita. Tuoreiden kasvainten pienempi osuus kasvainten kokonaislukumäärästä vuonna 2008 viittaa osaltaan siihen, että lisääntymismateriaali alkaa loppua.

Emokäytävien tiheys, vaikkakin hienoinen aliarvio, on samaa suuruusluokkaa ja pikemminkin alhaisempi, kuin on aiemmin havaittu myrskyn kaatamissa puissa manneroloissa (Annala ja Petäistö 1978, Långström 1984, Saarenmaa ym. 1989). Tulos viittaa siihen, että ytimennävertäjien kannan koko saassa on ollut melko pieni suhteessa kuolleen puun määrään, ja toisaalta siihen, että leviäminen mantereelta on ollut vähäistä. Jouhtenisen metsät ovat pääosin melko nuorta, entistä talousmetsää, jossa lahoppun määrä ja siksi myös ytimennävertäjien taustataso on luultavasti ollut alhainen. Koska saaren etäisyys mantereesta on yli kolme kilometriä, tämä on mahdollisesti sekä rajoittanut kuolleiden puiden kemiallista houkutusvaikutusta että muodostanut jonkinsuuruisen leviämiseen. Näin ollen kannankehitys on perustunut pääosin saassa jo olleisiin, ja vähemmässä määrin muualta tulleisiin, yksilöihin. Kuoriutumisreikien määrä suhteessa emokäytävien määrään vastaa hyvin aikaisempien tutkimusten tuloksia myrskyn kaatamista puista (Annala ja Petäistö 1978, Långström 1984). Kuoriutumisreikien ja emokäytävien määrän välinen positiivinen, suoraviivainen suhde viittaa siihen, että lajinsisäinen ja lajienvälinen kilpailu resurssista on ollut vähäistä.

Pudonneiden kasvainten selvä väheneminen trombiaukolta poispäin osoittaa, että ytimennävertäjät ovat lisääntyneet nimenomaan trombin kaatamissa puissa. Kasvainten tiheys väheni eksponentiaalisesti ja saavutti talousmetsille tyypillisen taustatason noin sadan metrin päässä aukon reunasta. Yleisesti arvioidaan, että syötyjen kasvainten taustataso

mäntymetsissä olisi $< 1 \text{ kpl/m}^2$ (viitteet artikkelissa Långström ja Hellqvist 1990). Metsän rakenne ei vastaavalla etäisyydellä muutu merkittävästi, mikä voisi selittää havaitun kasvainsyönnin vähenemisen. On siis ilmeistä, että havaittu syönnin väheneminen liittyy nimenomaan ytimennävertäjien syöntikäyttäytymiseen kytkeytyviin tekijöihin. Nuoren ja vanhan metsän välillä ei kasvainten näytealoittaisessa tiheydessä ollut merkittävää eroa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu vastaavanlaisia tuloksia. Esimerkiksi Långström ja Hellqvist (1990) raportoivat samansuuruisia kasvaintiheyksiä pinta-alayksikköä kohden vertaillessaan 21–60- ja 81–100-vuotiaita metsiköitä puutavaravaraston läheisyydessä

Ytimennävertäjien kasvainsyöntiä on selvitetty pohjoismaisissa tutkimuksissa sekä luontaisiin häiriöihin että luonnonhoitotoimiin liittyen. Kasvainsyönnin selvä, usein käyräviivainen väheneminen lisääntymisaluelta poispäin on yleinen havainto. Esimerkiksi Martikainen ym. (2006) selvittivät säästöpuuhakkuiden ja metsän polton vaikutusta ytimennävertäjien kasvainsyöntiin kaksi ja kolme vuotta käsittelyiden jälkeen. Kasvaimia oli eniten 10–20 metrin etäisyydellä aukon reunasta, pääosin alle $1,8 \text{ kpl/m}^2$ ja enimmilläänkin vain noin $4,5 \text{ kpl/m}^2$. Komonen ja Kouki (2008) vuorostaan selvittivät kasvainsyöntiä suojelualueelle ennallistamistarkoituksessa tehtyjen pienaukkojen ympärillä kaksi vuotta aukotuksen jälkeen. Alle 10 metrin etäisyydellä aukoista kasvaimia oli keskimäärin 17 kpl/m^2 , mutta jo 50 metrin etäisyydellä niiden määrä oli enää noin 4 kpl/m^2 . Ehnström ym. (1995) tutkivat kasvainsyöntiä laajahkojen metsäpaloalueiden ympäristössä. Kahden vuoden yhteenlaskettu kasvainsyönti oli keskimäärin noin 10 kpl/m^2 aivan paloalueen reunassa ja väheni taustatasolle noin 200 m päässä reunasta. Jouhtenisella syötyjä kasvaimia oli eniten 10 metrin päässä aukosta ($9,5 \text{ kpl/m}^2$), ja niiden tiheys saavutti taustatason noin 120 metrin etäisyydellä. Yhteenvetona voidaan todeta, etteivät kertaluonteisen häiriön tuottamat suuretkaan määrät kuollutta puuainesta välttämättä lisää merkittävästi kasvainsyöntiä, jos ytimennävertäjien taustataso on alhainen, niiden leviäminen häiriöalueelle on rajoittunut tai lisääntymismateriaali ei ole ihanteellista.

Kuinka runsasta kasvainsyönnin pitää olla, jotta se vähentäisi merkittävästi puiden kasvua ja aiheuttaisi taloudellisesti merkittäviä kasvutappioita? Nilssoinin (1974) mukaan 100–150 syötyä kasvainta puu-

ta kohden vuotuisesti on kynnysarvo, jonka jälkeen merkittäviä kasvatappioita alkaa esiintyä. Myöhemmissä tutkimuksissa on arvioitu, että kynnysarvo olisi muutamia satoja syötyjä kasvaimia (Ericsson ym. 1985, Långström ym. 1990). Långström ja Hellqvist (1990) havainnoivat ytimennävertäjien kasvainsyönteä puutavaravaraston ympäristössä viiden vuoden ajan varaston perustamisesta. Heidän mukaansa noin tuhat syötyä kasvainta puuta kohden vähensi pohjapinta-alan kasvua 46 %. Jouhtenisesa neljän vuoden yhteenlaskettu kasvainsyönte oli enimmillään vanhassa metsässä eli noin 160 kpl/elävä mänty, joten kasvatappioita voidaan pitää kohtalaisina alle 40 metrin päässä aukon reunasta ja olemattomina tätä kauempana; nuoremmissa metsässä merkittäviä kasvatappiota tuskin esiintyi. Tämä johtopäätös on perusteltu, vaikka pudonneiden kasvainten laskeminen johtaa kasvatappioiden aliarvioon, sillä noin 10 % syödyistä kasvaimista ei putoa välittömästi maahan (Löyttyniemi 1978, Annila ja Heikkilä 1991). Vaikka kasvainsyönte oli aiheuttanut silminnähtävää harsuuntumista useissa puissa aukon reunalla – jopa siinä määrin että puiden toipuminen voi olla kyseenalaista – varsinaisia ytimennävertäjien iskeytymisen takia kuolleita puita ei havaittu. Seurannaistuhojen riski on siten vähäinen, etenkin koska trombin kaatamat männyt ovat jo ytimennävertäjille sopimattomia.

5 Johtopäätökset

Kertaluonteisten häiriöiden muodostamat lahopuukeskittymät eivät välttämättä ole uhka ympäröiville metsille (Annila ja Petäistö 1978, Saarenmaa ym. 1989). Etenkin suojelualueilta kuollut puusto voidaan yleensä jättää korjaamatta, sillä runsaslahopuustoisissa nuorissa suksessiovaiheen metsissä, kuten avoimilla metsäpalo- ja myrskyalueilla, on havaittu olevan erityisen paljon uhanalaisia lahopuulajeja (Similä ym. 2002). Eristäytyneelle saarelle osunut trombi antoi ainutlaatuisen mahdollisuuden tutkia ytimennävertäjien kannankehitystä ja kasvainsyönteä olosuhteissa, joita on käytännössä mahdotonta tutkia suunnitelmallisesti. Poikkeuksellisten olosuhteiden takia tämän tutkimuksen tuloksia ei kuitenkaan voida sellaisenaan soveltaa mantereella

sijaitseviin suojelualueisiin. Ilmaston muuttuessa myrskytuhojen on ennustettu lisääntyvän, ja leudommassa ilmastossa viihtyvät myös tuhohyönteiset. Tutkimusta häiriöiden ekologisista vaikutuksista tarvitaan lisää, sillä vain hyvillä perustiedoilla häiriöiden ekologiasta pystytään varautumaan tulevaisuuden haasteisiin.

Kiitokset

Kiitämme Julia Hämäläistä ja Mikko Heikuraa maastotöistä kesällä 2008.

Kirjallisuus

- Annala, E. & Heikkilä, R. 1991. Breeding efficiency in *Tomicus piniperda* and shoot damage after late autumn thinning of young *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 197–207.
- & Petäistö, R.-L. 1978. Insect attack on windthrown trees after the December 1975 storm in western Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94. 24 s.
- Ehnström, B., Långström, B. & Hellqvist, C. 1995. Insects in burned forests – forest protection and faunal conservation (preliminary results). *Entomologica Fennica* 6: 109–117.
- Eidmann, H.H. 1992. Impact of bark beetles on forests and forestry in Sweden. *Journal of Applied Entomology* 114: 193–200.
- Ericsson, A., Hellqvist, C., Långström, B., Larsson, S. & Tenow, O. 1985. Effects on growth of simulated and induced shoot pruning by *Tomicus piniperda* as related to carbohydrate and nitrogen dynamics in Scots pine. *Journal of Applied Ecology* 22: 105–124.
- 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.
- Kuuluvainen, T. 2002. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica* 36: 97–125.

- Långström, B. 1979. Breeding of pine shoot beetles in cleaning waste of Scots pine and subsequent shoot-damage on remaining trees. Forest Entomology Reports, Rep. 1. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- 1984. Wind-thrown Scots pines as brood material for *Tomicus piniperda* and *T. minor*. *Silva Fennica* 18: 187–198.
- & Hellqvist, C. 1990. Spatial distribution of crown damage and losses caused by recurrent attacks of pine shoot beetles in pine stands surrounding a pulp mill in southern Sweden. *Journal of Applied Entomology* 110: 261–269.
- & Hellqvist, C. 1991. Shoot damage and growth losses following three years of *Tomicus*-attacks in Scots pine stands close to a timber storage site. *Silva Fennica* 3: 133–145.
- & Hellqvist, C. 1993. Induced and spontaneous attacks by *Tomicus piniperda* and *T. minor* on young Scots pine trees: tree mortality and beetle performance. *Journal of Applied Entomology* 115: 25–36.
- , Tenow, O., Ericsson, A., Hellqvist, C. & Larsson, S. 1990. Effects of shoot pruning on stem growth, needle biomass, and dynamics of carbohydrates and nitrogen in Scots pine as related to season and tree age. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 514–523.
- , Annala, E., Hellqvist, C., Varama, M. & Niemelä, P. 2001. Tree mortality, needle biomass recovery and growth losses in Scots pine following defoliation by *Diprion pini* (L.) and subsequent attack by *Tomicus piniperda* (L.). *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 342–353.
- Löyttyniemi, K. 1978. Effect of forest fertilization on pine shoot beetles (*Tomicus* spp., Col., Scolytidae). *Folia Forestalia* 348. 19 s.
- Martikainen, P., Kouki, J., Heikkala, O., Hyvärinen, E. & Lappalainen, H. 2006. Effects of green tree retention and prescribed burning on the crown damage caused by the pine shoot beetles (*Tomicus* spp.) in pine-dominated timber harvest areas. *Journal of Applied Entomology* 130: 37–44.
- Nilsson, S. 1974. Increment losses caused by *Blastophagus piniperda* on Scots pine. Rep. 78. Royal College of Forestry, Garpenberg.
- Saarenmaa, H., Heliövaara, K. & Väisänen, R. 1989. Tuhohyönteisten ja sinistymän esiintyminen myrskyn kaatamissa puissa Urho Kekkosen kansallispuistossa. *Folia Forestalia* 736: 66–75.
- Salonen, K. 1973. On the life cycle, especially on the reproduction biology of *Blastophagus piniperda* L. (Col., Scolytidae). *Acta Forestalia Fennica* 127. 72 s.
- Siiitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- Similä, M., Kouki, J., Martikainen, P. & Uotila, A. 2002. Conservation of beetles in boreal pine forests: the effects of forest age and naturalness on species assemblages. *Biological Conservation* 106: 19–27.
- Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. *Metsälehti Kustannus*, Helsinki. 215 s.

22 viitettä