



Tuomas Kallio



Atte Komonen

Tuomas Kallio ja Atte Komonen

Ympäristötukikohteiden ekologinen laatu: metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen lahoppuuston vertailu Pohjois-Karjalassa

Kallio, T. & Komonen, A. 2009. Ympäristötukikohteiden ekologinen laatu: metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen lahoppuuston vertailu Pohjois-Karjalassa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2009: 21–34.

Tutkimuksessa selvitettiin ympäristötukikohteiden lahoppuuston rakennetta Pohjois-Karjalan yksityismetsissä. Erityisesti selvitettiin, onko metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen lahoppuun määrässä ja laadussa eroja. Tutkittavat elinympäristöt olivat purojen ja norojen välittömät lähiympäristöt, rehevät lehtolaikut, jyrkänkeet ja niiden alusmetsät sekä rehevät korvet. Tutkimuskohteista ($n = 112$) puolet oli metsälain mukaisia erityisen tärkeitä elinympäristöjä ja puolet sellaisia kohteita, jotka eivät metsäkeskuksen tulkinnan mukaan täyttäneet lain vaatimuksia kohteiden luonnontilaisuudesta. Tulosten mukaan kohteissa oli lahoppuuta keskimäärin $10,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ (mediaani $7,1 \text{ m}^3/\text{ha}$), joka on enemmän kuin alueen metsissä keskimäärin. Metsälakikohteissa lahoppuun tilavuus ($11,5 \text{ m}^3/\text{ha}$) oli keskimäärin suurempi kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä ($6,8 \text{ m}^3/\text{ha}$). Lahoppuun keskitilavuus oli suurin jyrkänkeillä ($13,1 \text{ m}^3/\text{ha}$) ja pienin korvissa ($6,9 \text{ m}^3/\text{ha}$). Lahoppuusto oli pääosin lehtipuuta, ohutläpimittaista ja vähän lahonnutta. Tulokset osoittavat, että kohteista vain muutama on lahoppuustoltaan luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia. Ympäristötukikohteita ei voida pitää talousmetsien lahoppuukeskittyminä, ja erityisesti muiden arvokkaiden elinympäristöjen sisällyttäminen ympäristötuen piiriin on lahoppuulajiston suojelun kannalta kyseenalaista.

Asiasanat: lahoppu, metsätalouden ympäristötuki, arvokas elinympäristö, metsälakikohteet, talousmetsä, monimuotoisuus

Yhteystiedot: *Komonen*: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi, Box 7044,

SE-75007 Uppsala, Sverige; *Kallio*: Tookimiehentie 1 B 3, 80710 Lehmo

Sähköposti: atte.komonen@ekol.slu.se

Hyväksytty 10.2.2009

Saatavissa: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff09/ff091021.pdf>

I Johdanto

Suomessa metsäluonnon arvokkaalla elinympäristöllä viitataan yleensä elinympäristöön, joka eroaa tavanomaisesta talouskäytössä olevasta metsästä rakennepiirteiltään, ja jolla sen vuoksi katsotaan olevan monimuotoisuuden suojelun kannalta enemmän merkitystä kuin talousmetsillä keskimäärin (Meriluoto ja Soinin 1998, Saaristo ja Lehesvirta 2004, Yrjönen 2004, Hyvän metsänhoidon suositukset 2006). Elinympäristöjen määrittelyssä on kiinnitetty huomiota erityisesti metsän rakenteellisiin ominaisuuksiin. Määritelmien mukaan keskeistä on erottuminen ympäröivästä talousmetsästä luonnontilaisuuden, ravinnetalouden, hydrologian tai pienilmaston suhteen. Erityisen tärkeiden elinympäristöjen on oltava metsälain perusteella ominaispiirteiltään luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia (MetsäL 10 §), minkä vuoksi niiden puulajisuhteet, puuston kerroksellisuus ja lahoppuujatkumo voivat poiketa normaalista talousmetsästä (Meriluoto ja Soinin 1998). Myös kohteiden pienialaisuutta on korostettu yhtenä arvokkaiden elinympäristöjen ominaispiirteenä.

Metsäluonnon arvokkaita elinympäristöjä ovat metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt (metsälakikohteet), luonnonsuojelulain luontotyypit sekä metsänhoitosuosituksissa (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006) ja FFCS-sertifiointikriteereissä (Metsäsertifioinnin standardityöryhmän... 2003) luetellut ns. muut arvokkaat elinympäristöt. Metsälain säätämisen jälkeen erityisen tärkeät elinympäristöt on kartoitettu sekä yksityismetsissä (METE-kartoitus; Yrjönen 2004) että yhtiöiden ja valtion metsissä (Siitonen ja Ollikainen 2006). Muita arvokkaita elinympäristöjä ei METE-kartoituksessa erikseen etsitty, mutta jos niitä löytyi, ne rekisteröitiin. Näistä suuren osan muodostavat sellaiset metsälaissa mainitut elinympäristöt, jotka eivät täytä metsälain kriteerejä (luonnontilaisuus, erottuminen ympäristöstä), mutta joita silti pidetään monimuotoisuuden kannalta arvokkaina (Yrjönen 2004). Myös valtakunnan metsien yhdeksännessä inventoinnissa (VMI9) rekisteröitiin metsälain mukaisia elinympäristötyyppejä. Yhteenvetona voidaan todeta, että ainakin Etelä-Suomessa muiden arvokkaiden elinympäristöjen kokonaispinta-ala on selvästi suurem-

pi kuin varsinaisten metsälakikohteiden (Yrjönen 2004, Siitonen ja Ollikainen 2006). Arvokkaiden elinympäristöjen lahoppuustoa ja lajistoa on tutkittu Suomessa jonkin verran (Sippola ym. 2005, Junninen ja Kouki 2006, Pykälä ym. 2006, Selonen ym. 2006, Siitonen ym. 2006), mutta kattavaa kuvaa metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen lahoppuustosta ei ole vielä muodostunut.

Metsätalouden ympäristötuki on valtion maksamaa tukea yksityismetsien monimuotoisuuden säilyttämisestä aiheutuviin kustannuksiin (Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta 1094/1996 2 §, 19 §). Tuen perusteena ovat metsänomistajalle metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen suojelusta aiheutuvat hakkuutulojen menetykset. Ympäristötukikohteiden valinnassa etusijalla ovat metsälakikohteet, mutta tukea voidaan määrärahojen puitteissa myöntää myös muille kohteille (Maa- ja metsätalousministeriön päätös 144/2000 2 §). Ympäristötukisopimukset solmitaan 10 vuodeksi kerrallaan. Ne tehdään tilakohtaisesti siten, että saman metsänomistajan kaikki yhden kunnan alueella sijaitsevat metsät ja niiden arvokkaat elinympäristöt otetaan huomioon korvausta määritettäessä (metsäkeskus Pohjois-Karjala, henkilökohtainen tiedonanto). Sopimus voi siten käsittää useita elinympäristökuvioita, ja tukikohteiden joukossa on tämän vuoksi myös hyvin pienialaisia, vähäpuustoisia ja ihmistoiminnan selvästi muuttamia kohteita. Ympäristötukikohteiden määrä on toistaiseksi verrattain pieni (Metsien suojelualueilastot... 2005), mutta esimerkiksi Pohjois-Karjalassa ympäristötukeen budjetoidut varat ovat selvässä kasvussa (Pohjois-Karjalan metsäohjelma... 2005). Ympäristötuen kustannustehokkuuden arviointiin tarvitaan tutkimustietoa tukikohteiden ekologisesta laadusta.

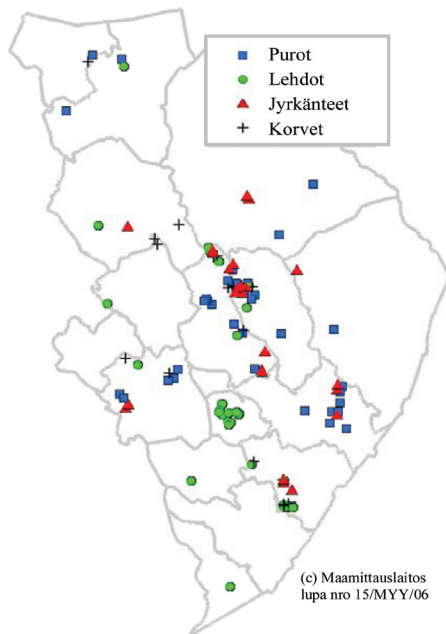
Tutkimuksen yleistavoitteena oli selvittää lahoppuuston rakenne neljässä arvokkaassa elinympäristötyypissä Pohjois-Karjalan yksityismetsissä. Tutkimuskohteet olivat metsätalouden ympäristötuen piirissä olevia metsälakikohteita ja muita arvokkaita elinympäristöjä: 1) purojen ja norojen välittömät lähiympäristöt (purot), 2) rehevät lehtolaikut (lehdot), 3) jyrkänteet ja niiden alusmetsät (jyrkänteet) sekä 4) rehevät korvet (korvet). Tavoitteena oli erityisesti tutkia, onko metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäristöjen lahoppuun tilavuudessa ja laatuajakaumassa eroja. Muut arvokkaat elinympä-

Taulukko 1. Tutkimuskuvioiden lukumäärä ja otantasuhteet elinympäristötyypeittäin. Suluissa on käytettävissä olleiden kuvioiden lukumäärä.

	Lakikohteet ^a		Muut arvokkaat ^b		Laki + Muu	
	n_h (N_h) ^c	n_h/N_h ^d	n_h (N_h)	n_h/N_h	n_h (N_h)	n_h/N_h
Purot	20 (154)	0.13	20 (28)	0.71	40 (182)	0.22
Lehdot	15 (76)	0.20	15 (48)	0.31	30 (124)	0.24
Jyrkänteet	12 (31)	0.39	12 (15)	0.80	24 (46)	0.52
Korvet	9 (19)	0.47	9 (9)	1.00	18 (28)	0.64
Yhteensä	56 (280)	0.20	56 (100)	0.56	112 (380)	0.29

^a Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt; ^b Kohteet jotka eivät täyttäneet metsälain kriteerejä esim. luonnontilaisuudesta;

^c n_h = otoskoko, N_h = ositteen koko; ^d n_h/N_h = otantasuhde



Kuva 1. Tutkimuskohteiden sijainti Pohjois-Karjalassa.

ristöt olivat tässä sellaisia puroja, lehtoja, jyrkänteitä ja korpia, jotka eivät metsäkeskuksen tulkinnan mukaan täyttäneet metsälain kriteerejä.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusalue

Tutkimusalueena oli metsäkeskus Pohjois-Karjalan toimialue. Pohjois-Karjalan metsissä on lahopuuta VMI9:n tulosten mukaan keskimäärin 4,5 m³/ha (Korhonen ym. 2001), eli noin 2 m³/ha enemmän kuin Etelä-Suomessa keskimäärin (Peltola 2006). METE-kartoituksessa Pohjois-Karjalasta havaittiin 12 100 metsälakikohdetta, joiden keskimääräinen pinta-ala oli 0,5 hehtaaria (Metsälain erityisen tärkeät... 2004, Yrjönen 2004). Lisäksi löydettiin 8 000 muuta arvokasta elinympäristöä. Metsälakikohteista yleisimpiä ovat vähäpuustoiset suot ja puronvarsimetsät, joita on yli puolet kaikkien kohteiden pinta-alasta (Metsälain erityisen tärkeät... 2004). Arvioiden mukaan kartoituksessa löydettiin ja määritettiin oikein alle 80 % metsälakikohteista (Yrjönen 2004, Kotiaho ja Selonen 2006). Vuoden 2006 alussa Pohjois-Karjalassa oli noin 600 (420 ha) ympäristötukiviota, joista lakikohteita oli noin 75 %.

2.2 Tutkimuskohteet

Tutkittavat kohteet (n = 112, taulukko 1, kuva 1) valittiin metsäkeskus Pohjois-Karjalan toimittamasta aineistosta. Kaikki tutkimukseen valitut metsälakikohteet ja muut arvokkaat elinympäristöt olivat saaneet ympäristötukea. Erityisiä kriteerejä elinympäristöjen maantieteellisen sijainnin, kasvupaikkatyyppin, ikäluokan, pinta-alan ym. tekijöiden suhteen ei asetettu. Koska keskeisenä tavoitteena oli ver-

tailla kunkin elinympäristötyypin metsälakikohteita vastaaviin muihin arvokkaisiin elinympäristöihin, jaettiin käytettävissä olleet kohteet ($n=380$) elinympäristötyypeittäin kahdeksaan ositteeseen: metsälain mukaiset purot, lehdot, jyrkänteet ja korvet sekä vastaavat muut tukikohteet. Tutkimusresurssien puitteissa arvioitiin mahdolliseksi inventoida noin 100 kuviota. Jotta saataisiin mukaan riittävästi kohteita kustakin ositteesta, otos jaettiin elinympäristötyyppien välillä suhteellisella kiintiöinnillä niiden yleisyyden mukaan. Elinympäristötyyppien sisällä otos jaettiin tasakiintiöinnillä metsälakikohteiden ja muiden elinympäristöjen kesken. Kuhunkin ositteeseen kohteet poimittiin yksinkertaisella satunnaisotannalla. Näin otokseen saatiin mukaan riittävästi kuvioita myös harvinaisista elinympäristötyypeistä, mutta toisaalta erityisesti metsälain mukaiset purot ja lehdot ovat otoksessa aliedustettuja.

2.3 Lahopuuinventointi

Lahopuuston inventoinnissa käytettiin yhdistettyä linjaleikkaus- ja ympyräkoelaoantaa. Maapuut mitattiin tutkimusalueelle satunnaisesti sijoitetuilta linjoilta ja pystypuut linjoille tasavälein asetetuilta kiinteäsäteisiltä ympyräkoeloilta ($r=7,0$ m). Kaikki vähintään 5 cm paksut ja 1 m pitkät lahopuukappalet otettiin huomioon; alle metrin pituisia kantoja ei mitattu. Maapuista mitattiin ainoastaan läpimitta linjan leikkauskohdasta. Pystypuista mitattiin sekä läpimitta että pituus. Kokonaisista pystypuista läpimitta mitattiin rinnankorkeudelta ja katkenneista pystypuista (pökkelöt) rungon puolivälistä. Kaikista lahopuista kirjattiin puulaji ja määritettiin lahoaste (1–5) ns. puukkomenetelmällä (Renvall 1995). Lahoaste 1 ilmentää lahoamisen alkuvaiheessa olevaa puuta. Analyseissä lahoasteluokat 4–5 yhdistettiin, sillä pitkälle lahonneita puita havaittiin vain muutamia. Linjojen yhteenlaskettu pituus ja koealojen määrä suhteutettiin kunkin kuvion pinta-alaan siten, että hehtaaria kohden pyrittiin perustamaan noin 250 m linjaa ja mittaamaan kuusi pystypuukoealaa. Kaiken kaikkiaan linjaa perustettiin noin 20 600 metriä (270 m/ha) ja pystypuukoealoja mitattiin 485 (6,3 kpl/ha). Lahopuusto inventoitiin elo–syyskuussa 2006.

Linjaleikkausotannassa tulokset saadaan estimoitua Horvitz–Thompson-estimaattorilla (Shiver

ja Borders 1996). Mielenkiinnon kohteena olevan tunnuksen määrä pinta-alayksikköä kohti saadaan kaavalla

$$\hat{T} = \frac{\pi}{2L} \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{l_i} \quad (1)$$

missä L =kuljetun linjan pituus (m), l_i =puun i pituus (m), y_i =puun i tilavuus (m^3) ja n =havaittujen puiden määrä. Jos puun tilavuus lasketaan ympyrälieriön kaavalla

$$V_i = \pi \left(\frac{d_i}{2} \right)^2 l_i \quad (2)$$

missä d_i =puun i läpimitta (cm), pituus supistuu pois ja tilavuus pinta-alayksikköä kohti voidaan laskea kaavalla

$$\hat{T} = \frac{\pi^2}{8L} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (3)$$

Pystypuiden mittaamisessa käytettiin kiinteäsäteistä ympyräkoelaa mittausteknisistä ja resurssisyydestä. Kuolleiden pystypuiden suuren laadullisen vaihtelun vuoksi ei koeuiden mittaaminen ollut mahdollista, vaan jokainen puu oli mitattava erikseen. Koealatyypin heikohkoa soveltuvuutta kuolleiden puiden inventointiin (Kangas 2006) tasoittaa koealojen verrattain suuri määrä ja niiden sijoittuminen tutkittavan kohteen eri osiin. Maapuiden ja pökkelöiden tilavuudet laskettiin lieriön kaavalla, joka antaa hieman harhaisia tuloksia (aliarvioita) runkojen eilineaarisen kapenemisen vuoksi (Kangas ym. 2004). Kokonaisten pystypuiden tilavuudet laskettiin Laasasenahon (1982) kahden selittäjän regressiomalleilla, joissa muuttujina ovat rinnankorkeusläpimitta ja pituus. Lehtipuiden tilavuudet laskettiin koivun tilavuusmallilla, koska muiden lehtipuiden yhtälöitä ei ollut käytettävissä.

2.4 Tilastolliset analyysit

Ositetujen populaatioiden keskiluvut ja -virheet laskettiin näille laadituilla laskentakaavoilla. Otoksen keskiarvo saatiin kaavasta (Shiver ja Borders 1996)

$$\bar{y}_{ST} = \sum_{h=1}^L \frac{N_h}{N} \bar{y}_h = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h \quad (4)$$

missä N_h =ositteen h koko, N =populaatiokoko, \bar{y}_h =ositteen h otoskeskiarvo ja L =ositteiden lukumäärä. Keskivirhe laskettiin kaavalla

$$SE_{ST} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{h=1}^L N_h^2 \left(\frac{1-n_h}{N_h} \right) \frac{s_h^2}{n_h}} \quad (5)$$

missä s_h^2 =ositteen h otosvarianssi, n_h =otoksen koko ositteessa h ja muut kuten edellä. Keskivirheen laskennassa ositteittain (esim. metsälain mukaiset purot) otettiin huomioon äärellisen populaation korjauskerroin (Shiver ja Borders 1996), jolloin ositteen keskivirhe saatiin kaavasta

$$SE_h = \frac{s_h}{\sqrt{n_h}} \sqrt{\frac{N_h - n_h}{N_h - 1}} \quad (6)$$

missä s_h =ositteen h otoskeskihajonta ja muut kuten edellä. Ositetuille populaatioille (esim. metsälakikohteet kokonaisuutena) laskettiin ositteiden (esim. metsälain mukaiset purokohteet) koolla painotetut mediaanit. Painotetun mediaanin laskennassa eri ositteiden havainnoille annetaan paino sen mukaan, kuinka suuren osuuden osite muodostaa mielenkiinnon kohteena olevasta populaatiosta. Havainnolle annettu paino on muotoa

$$w_h = \frac{p_h}{n_h} \quad (7)$$

missä $p_h = N_h/N$ ja muut kuten edellä. Havainnot yhdistetään ja järjestetään pienimmästä suurimpaan. Havainnoille annetut painot summataan kunnes saavutetaan arvo 0,5, jonka jälkeinen havainto on populaatiomediaanin estimaatti (Gross 1980).

Eri elinympäristöjen lahpuun tilavuus- ja tilavuusosuusjakaumien eroja analysoitiin epäparametrisilla testeillä. Kahden ryhmän vertailussa käytettiin Mannin–Whitney U-testiä ja usean ryhmän vertailussa Kruskalin–Wallisin yksisuuntaista varianssi-analyysiä. Epäparametrisia menetelmiä käytettiin, koska havaitut jakaumat eivät täyttäneet parametristen menetelmien normaalisuutta ja varianssien yhtäsuuruutta koskevia oletuksia. Tilastolliset merkitsevyydet laskettiin ns. tarkoilla testeillä. Tarkat testit ovat asymptoottisia menetelmiä luotettavampia erityisesti kun otokset ovat pieniä, epätasaisesti ja kautuneita ja sisältävät paljon sidoksia. Mannin–Whitney U-testissä käytettiin varsinaista tarkkaa testiä ja Kruskalin–Wallisin testissä Monte Carlo -simulaatiota (95 %:n luottamusväli, 1000 toistoa).

Jos ryhmät erosivat toisistaan merkitsevästi Kruskalin–Wallisin testissä, tehtiin ryhmille parittainen *post hoc* -vertailu Dunnin menetelmällä (Siegel ja Castellan 1988). Taulukkolaskentaohjelmalla tehtyä *post hoc* -vertailua lukuun ottamatta analyysit tehtiin SPSS for Windows -ohjelmistolla.

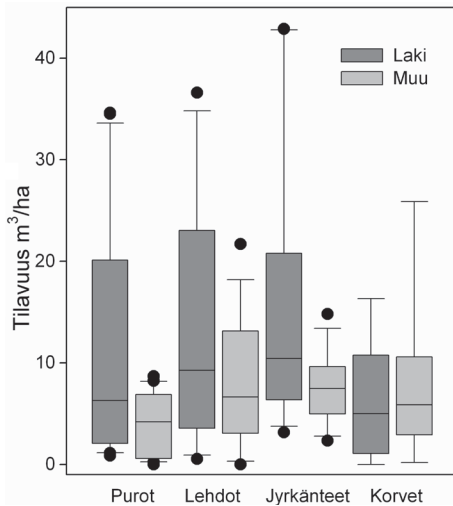
3 Tulokset

3.1 Kokonaistilavuudet

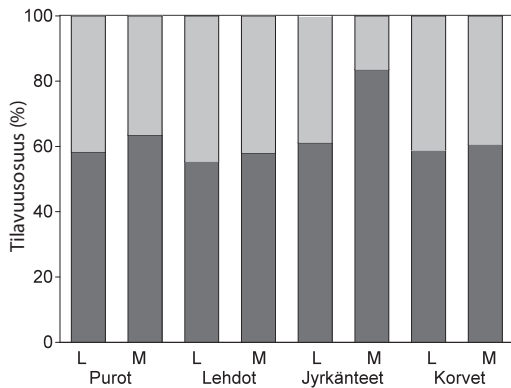
Ympäristötukikohteissa oli lahpuuta keskimäärin 10,3 m³/ha (keskivirhe 1,1 m³/ha; mediaani 7,1 m³/ha). Metsälakikohteissa oli keskimäärin 4,7 m³/ha enemmän lahpuuta kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä, ja ero mediaanitulavuudessa (1,8 m³/ha) oli tilastollisesti merkitsevä (M-W, U=1186, $p_{\text{exact}}=0,013$). Tilavuusjakauman vaihteluväli oli suurempi metsälakikohteissa (0–42,9 m³/ha) kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä (0–25,9 m³/ha). Metsälakikohteiden joukossa oli enemmän metsiköitä (25 %), joissa lahpuun tilavuus oli > 20 m³/ha, kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä (< 5%). Molemmista oli kuitenkin saman verran kohteita (30%), joissa lahpuun keskitulavuus oli < 5 m³/ha. Korpia lukuun ottamatta elinympäristötyyppien metsälakikohteissa oli keskimäärin enemmän lahpuuta (11–16 m³/ha) kuin vastaavissa muissa arvokkaissa elinympäristöissä (4–8 m³/ha; kuva 2, liite 1). Metsälain mukaisissa jyrkänne- ja purokohteissa oli keskimäärin kaksinkertainen määrä lahpuuta verrattuna vastaaviin muihin arvokkaisiin elinympäristöihin (M-W, U=40, $p_{\text{exact}}=0,031$ ja U=138, $p_{\text{exact}}=0,047$).

3.2 Lahpuun tyyppi

Lahpuun tilavuudesta oli keskimäärin 60 % maa- ja 40 % pystypuuta. Osuudet olivat jotakuinkin samat sekä metsälakikohteissa että muissa arvokkaissa elinympäristöissä (kuva 3). Metsälakikohteissa pystypuuta oli hieman enemmän kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä, mutta ainoastaan jyrkänneillä ero oli tilastollisesti merkitsevä (M-W, U=32, $p_{\text{exact}}=0,01$). Elinympäristötyyppien välil-

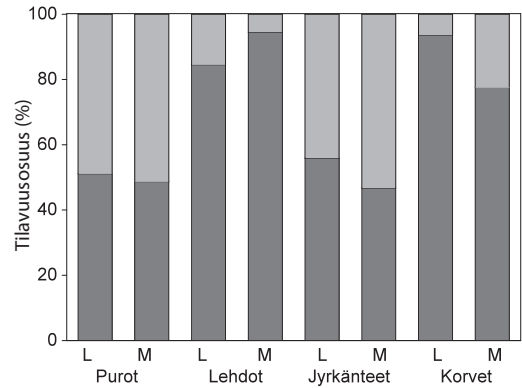


Kuva 2. Lahopuun tilavuusjakaumat elinympäristötyypeittäin (mediaanit, kvartiilit, 10% persentiilit ja poikkeavat havainnot).



Kuva 3. Maa- ja pystylahopuun (kokonaiset ja pökkölöt) keskimääräiset tilavuusosuudet metsälakikohteissa ja muissa arvokkaissa kohteissa elinympäristötyypeittäin. Maapuiden osuus on esitetty tummanharmaalla.

lä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Metsään jäänyttä puutavaraa havaittiin hyvin vähän, eikä sitä sen vuoksi eroteltu muusta lahopuusta. Tuoreita tuulenkaatoja (lahoaste 1–2, puu kaatunut juuripaakun kanssa) oli noin 20%:lla kohteista. Tuulenkaatojen tilavuus ylitti 10 m³/ha kahdessa kohteessa, ja ainoastaan viidessä kohteessa se muodosti valtaosan maalahopuun tilavuudesta.



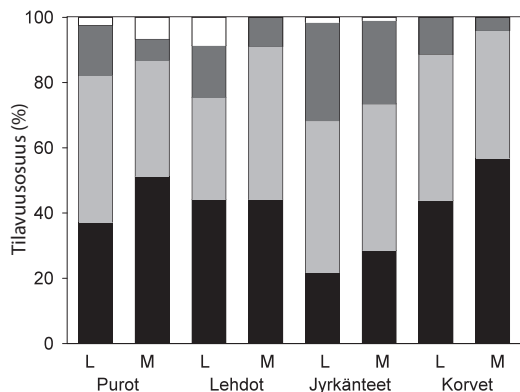
Kuva 4. Havu- ja lehtilahopuun keskimääräiset tilavuusosuudet metsälakikohteissa ja muissa arvokkaissa kohteissa elinympäristötyypeittäin. Lehtipuuden osuus on esitetty tummanharmaalla.

3.3 Puulajijakauma

Lehtipuita oli lahopuun kokonaistilavuudesta keskimäärin noin 65% ja lukumäärästä noin 75%. Muissa arvokkaissa elinympäristöissä oli keskimäärin enemmän lehtipuita kuin metsälakikohteissa, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Koivun ja harmaalepän keskimääräinen osuus oli yli 50% kuolleen puun tilavuudesta (liite 1). Kuusta oli keskimäärin lähes neljäsosa. Kappalemääriä tarkasteltaessa oli harmaalepän osuus yksittäisistä puulajeista selvästi suurin (40%).

Lehdoissa ja korvissa lehtilahopuun osuus tilavuudesta oli noin 90%, kun taas puro- ja jyrkänteikohteissa lahopuu jakautui likimain tasan havu- ja lehtipuuhun (kuva 4). Metsälain mukaiset purot ($K-W_{\text{post hoc}}, z = -2,77, p = 0,03$) ja jyrkänteet ($z = -2,63, p < 0,05$) erosivat tilastollisesti merkitsevästi metsälain mukaisista korvista, mutta eivät lehdoista. Muiden arvokkaiden elinympäristöjen kohdalla tulos oli päinvastainen: purot ($z = -3,44, p < 0,01$) ja jyrkänteet ($z = 3,46, p < 0,01$) erosivat merkitsevästi lehdoista, mutta eivät korvista. Korpien ja lehtojen lahopuusta harmaaleppä ja koivu muodostivat suurimmat osuudet. Haapaa esiintyi yleisimmin lehdoissa ja jyrkänteillä.

Kuusen tilavuusosuus oli keskimäärin selvästi suurempi metsälakikohteissa (28%) kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä (12%; liite 1). Muis-

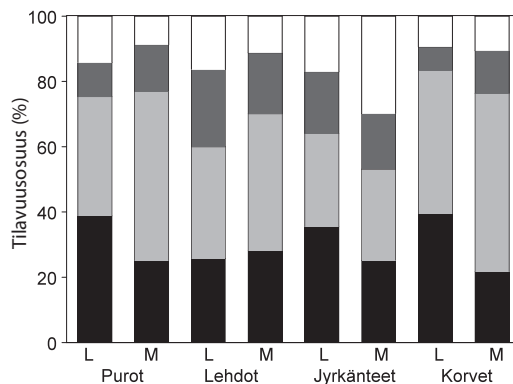


Kuva 5. Läpimittaluokittaiset lahopuun keskimääräiset tilavuusosuudet metsälakikohteissa ja muissa arvokkaissa kohteissa elinympäristötyypeittäin. Läpimittaluokat ovat pylväiden alaosasta lukien: 5–9, 10–19, 20–29 ja > 30 cm.

sa arvokkaissa elinympäristöissä vastaavasti koivun, harmaalepän ja muun lehtipuun tilavuusosuudet olivat suurempia, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Puroilla ja jyrkänteillä kuusen tilavuusosuus oli suurempi kuin lehdossa ja korvissa, joiden lahopuusta harmaaleppä ja koivu kattoivat valtaosan. Metsälain mukaisilla puroilla ja jyrkänteillä kuusen tilavuusosuus oli myös merkitsevästi suurempi kuin lehdossa ($K-W_{\text{post hoc}}$, $z = -3,58/-3,38$, $p < 0,01$). Jyrkänteillä oli selvästi vähemmän harmaaleppää kuin muissa elinympäristöissä, mutta ero oli tilastollisesti merkitsevä ainoastaan lehtoihin verrattuna ($K-W_{\text{post hoc}}$, $z = -2,87/\text{metsälain mukaiset lehdot}$; $z = -3,07/\text{muut arvokkaat}$; $p < 0,02$).

3.4 Läpimittajakauma

Alle 20 cm paksut rungot muodostivat keskimäärin valtaosan ympäristötukikohteiden lahopuun tilavuudesta (81 %) ja lukumäärästä (95 %). Tilavuusluokkien osuudet olivat samankaltaiset sekä metsälakikohteissa että muissa arvokkaissa elinympäristöissä (kuva 5, liite 1). Metsälakikohteissa oli vähemmän pieniläpimittaista lahopuuta (5–9 cm) ($M-W$, $U = 1245$, $p_{\text{exact}} = 0,03$) ja vastaavasti tilavuusluokkien 20–29 cm ($U = 1237$, $p_{\text{exact}} = 0,02$) ja 30–39 cm osuudet olivat suuremmat. Muissa arvokkaissa elinympäristöissä alle 20 cm paksujen runkojen osuus



Kuva 6. Lahoasteluokittaiset lahopuun keskimääräiset tilavuusosuudet metsälakikohteissa ja muissa arvokkaissa kohteissa elinympäristötyypeittäin. Lahoasteluokat ovat pylväiden alaosasta lukien: 1, 2, 3 ja 4. Luokka 1 vastaa lahoamisen alkuvaiheessa olevaa puuta.

tilavuudesta oli lähes 90 %. Sekä metsälakikohteissa että muissa arvokkaissa elinympäristöissä järeän (> 30 cm) lahopuun osuus oli hyvin pieni.

3.5 Lahoastejakauma

Ympäristötukikohteiden lahopuun tilavuudesta keskimäärin 71 % sijoittui lahoasteluokkiin 1 ja 2 (liite 1). Metsälakikohteissa oli enemmän lahoasteluokkaan 1 kuuluvaa lahopuuta kuin muissa kohteissa ($M-W$, $U = 1153$, $p_{\text{exact}} = 0,01$). Elinympäristötyypeittäin tarkasteltuna lahoasteluokan 1 osuus oli suurempi metsälain mukaisissa puro-, jyrkänte- ja korpikohteissa kuin vastaavissa muissa arvokkaissa elinympäristöissä, mutta ero oli tilastollisesti merkitsevä ainoastaan puroilla ($M-W$, $U = 131$, $p_{\text{exact}} < 0,05$; kuva 6). Muiden lahoasteluokkien erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Lahopuun määrä

4.1.1 Talousmetsiin verrattuna

Ympäristötukikohteissa oli enemmän lahopuuta kuin tutkimusalueen metsissä keskimäärin. VMI9:n tulosten mukaan Pohjois-Karjalassa on metsä- ja kirtumaalla kuollutta puuainesta keskimäärin 4,5 m³/ha (Korhonen ym. 2001). Luvussa ovat mukana sekä talousmetsät että eriasteisesti suojellut alueet. Koska suurin osa (93 %) alueen metsistä on talouskäytössä (Korhonen ym. 2001), tilavuus kuvaa kuitenkin melko hyvin tutkimusalueen talousmetsien keskimääräistä lahopuun määrää. Tulosten perusteella ympäristötukikohteissa olisi noin kaksinkertainen määrä lahopuuta ympäröivään talousmetsämaahan verrattuna. Tuloksia vertailtaessa on kuitenkin otettava huomioon, että VMI:ssä mitataan vain yli 10 cm paksut rungot. Kun tämän tutkimuksen keskitilavuudesta (10,3 m³/ha) vähennetään alle 10 cm paksujen runkojen osuus (40 %), jää tilavuudeksi enää 6,2 m³/ha. Koska VMI:ssä, toisin kuin tässä tutkimuksessa, ei myöskään kuutioida latvaosaa (läpimitta < 10 cm), on ero keskimääräisiin talousmetsiin verrattuna vieläkin pienempi.

Tulokset eivät tue oletusta, että ympäristötukikohteet muodostaisivat erityisiä lahopuukeskittyviä talousmetsiä. Havaittu pienehkö ero normaaliin talousmetsään voi selittyä esimerkiksi sillä, että ympäristötukikohteiden puuston keski-ikä on suurempi kuin muiden talousmetsien. Toisaalta vain noin puolet ympäristötukikohteista oli metsätaloudellisesti uudistuskypsiä (≥ 80 v.), eikä näissäkään kohteissa ollut merkittävästi enempää lahopuuta (keskiarvo 12,9 m³/ha) kuin kohteissa keskimäärin. Jälkimmäinen tulos viittaa myös siihen, että metsikön metsätaloudellinen kehitysluokka ennustaa ympäristötukikohteiden lahopuun tilavuutta vain heikosti. Tämä voi johtua siitä, että uudistuskypsiin metsiköiden joukossa oli vain vähän metsätaloudellisesti yli-ikäisiä ja vanhoja metsiä (vrt. Siitonen ym. 2000).

4.1.2 Arvokkaihin elinympäristöihin verrattuna

Junnisen ja Koukin (2006) mukaan Joensuun seudun metsälakikohteissa (ml. tämän tutkimuksen elinympäristötyypit) on lahopuuta keskimäärin 13 m³/ha. Nyt saatu tilavuusestimaatti on hyvin lähellä tätä tulosta ja vahvistaa siten käsitystä Pohjois-Karjalan arvokkaiden elinympäristöjen lahopuun määrästä. Muissa arvokkaiden elinympäristöjen lahopuututkimuksissa on tarkasteltu ainoastaan puronvarsimetsiä. Etelä- ja keskiboreaalisen vyöhykkeen metsälain mukaisilla puroilla (≥ 50 v., MT-kuusivaltainen) on lahopuuta 7–15 m³/ha (Siitonen ym. 2006, Selonen ym. 2006, Kytö 2007). Tässä tutkimuksessa puroilta havaittu 9,6 m³/ha on rinnastettavissa näihin tuloksiin.

Eri elinympäristötyyppien välillä ei korpia lukuun ottamatta ollut suuria eroja lahopuun tilavuudessa. Kauttaaltaan alhaisesta lahopuumäärästä on pääteltävissä, että kaikkien elinympäristötyyppien kohteet ovat olleet aiemmin metsätalouskäytössä. Lehdosta ainakin osa on todennäköisesti ollut laidun- tai muussa maatalouskäytössä. Ihmisvaikutuksen vuoksi kasvupaikan ominaisuuksilla on todennäköisesti vain toissijainen vaikutus kohteiden lahopuumääriin. Korprien muita elinympäristöjä alhaisempaan lahopuun määrään voi kuitenkin olla osasyynä niiden heikompi puuntuotoskyky (Meriluoto ja Soininen 1998).

4.1.3 Metsälakikohteet vs. muut arvokkaat elinympäristöt

Metsälakikohteissa oli kokonaisuudessaan enemmän lahopuuta (11,5 m³/ha) kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä (6,8 m³/ha). Tulos tukee oletusta vähäisemmästä ihmisvaikutuksesta ja suuremmasta lahopuun määrästä metsälakikohteissa. Muista arvokkaista elinympäristöistä on vain vähän aiempia tutkimustuloksia. Toisin kuin tässä tutkimuksessa, Selonen ym. (2006) eivät havainneet tilastollisesti merkitsevää eroa metsälain mukaisten purojen (9 m³/ha) ja muiden puroelinympäristöjen (7 m³/ha) lahopuun tilavuudessa. Metsätalouden kehittämisskeskus Tapion tekemän luonnonhoidon laadun seurannan mukaan metsälakikohteissa on lahopuuta 6 m³/ha, kun taas metsänhoitosuosituksen kohteissa

lahopuuta on 3 m³/ha ja sertifiointikohteissa 4 m³/ha (Kuusinen 2006).

Ero metsälakikohteiden ja muiden arvokkaiden kohteiden välillä oli tilastollisesti merkitsevä pu-roilla ja jyrkänteillä. Myös metsälain mukaisissa lehdossa oli keskimäärin enemmän lahopuuta kuin vastaavissa muissa arvokkaissa elinympäristöissä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Ainoastaan korvet rikkoivat säännönmukaisuuden – muiden arvokkaiden korprien joukossa oli joitakin verrattain runsaslahopuustoisia kohteita. Tulokset näyttävät joka tapauksessa vahvistavan aiempia havaintoja metsälakikohteiden hieman suuremmasta lahopu-määrästä. Eroa ei kuitenkaan voida pitää suurena uhanalaisen lajiston kannalta (Penttilä ym. 2004).

4.1.4 Tilavuusjakauma

Ympäristötukikohteiden tilavuuden frekvenssija-kauma on samankaltainen kuin METE-kartoituk-sessa (vrt. Kotiaho ym. 2006). Eniten havaittiin kohteita, joilla oli vain vähän lahopuuta, mutta yksittäisissä metsälakikohteissa lahopuuta saattoi olla yli 40 m³/ha. Mediaanilla mitattuna ero metsä-lakikohteiden ja muiden arvokkaiden elinympäris-töjen välillä oli selvästi pienempi kuin keskiarvolla mitattuna (1,8 vs. 4,7 m³/ha). Tämä tarkoittaa, että myös metsälakikohteiden joukossa oli runsaasti vähälahopuustoisia kohteita, joten keskimääräisen metsälakikohteen ero tilavuudeltaan tasaisemmin ja-kautuneisiin muihin arvokkaisiin elinympäristöihin ei ole suuri. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kui-tenkin pääosin tilavuuksien keskiarvoa, jotta vertailu muihin tutkimuksiin olisi helpompaa.

4.2 Lahopuun laatu

4.2.1 Lahopuun tyyppi

Tarkasteltaessa lahopuun suhteellista jakautumista eri laatuluokkiin on otettava huomioon, että kuutio-metreinä määrät ovat usein hyvin pieniä. Kohteissa esiintyi suhteellisesti varsin paljon pystylahopuuta (40%). Siitosen (2001) mukaan luonnonmetsien pystypuuosuus on mäntyvaltaisia metsiä lukuun ottamatta noin 30%. VMI9:n tulosten mukaan

Pohjois-Karjalan metsien lahopuusta ainoastaan 20% on pystypuuta (Korhonen ym. 2001). Tosin esimerkiksi Kydön (2007) tulosten mukaan Poh-jois-Karjalan puronvarsien lahopuusta noin 40% on pystypuuta. Tulos vahvistaa havaintoa siitä, että ympäristötukikohteiden puusto on varsin nuorta ja suuri osa lahopuusta on hiljattain kuolleita alemman latvuserroksen puita, jotka eivät ole vielä sortuneet maahan. Pystylahopuun suurehko tilavuusosuus voi osoittaa lahopuujatkumon katkeamista: metsää on aiemmin käsitelty, jolloin puusto ei ole päässyt van-henemaan luontaisesti ja täten kerryttämään maa-lahopuuositetta (Stokland 2001). Tuoreet tuulenkaa-dot eivät kattaneet keskimäärin kovinkaan suurta osaa minkään elinympäristötyypin lahopuusta. Kuitenkin muutamissa kuusivaltaisissa ja kapeaksi rajatuissa puronvarsikohteissa havaittiin runsaasti tuulenskaatoja. Tulkintamme on, että tuulenskaadot olivat syntyneet ympäröivän alueen päätehakkuun jälkeen. Kapeaksi rajatuissa kohteissa valtaosa puus-tosta voi kaatua kerralla ja muuttaa oleellisesti koh-teen ominaispiirteitä.

4.2.2 Puulajijakauma

Lähes 70% ympäristötukikohteiden lahopuustosta oli lehtipuuta. Tulos oli odotettu, koska arvok-kaissa elinympäristöissä lehtipuun osuus elävästä puustosta on yleensä selvästi suurempi kuin ympäröivissä mänty- ja kuusimetsissä (Meriluoto ja Soi-ninen 1998, Yrjönen 2004). Esimerkiksi VMI9:n tulosten mukaan lehtilahopuuta on ainoastaan noin 25% Pohjois-Karjalan metsien lahopuun keskitila-vuudesta (Korhonen ym. 2001). Lehtilahopuuta oli jonkin verran enemmän muissa arvokkaissa elinympäristöissä (75%) kuin metsälakikohteissa (65%), mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä missään elinympäristötyypissä. Ero keskimääräisissä osuuk-sissa johtuukin lähinnä siitä, että muiden arvokkai-den elinympäristöjen joukossa yleiset lehdot (suuri painoarvo keskiarvon laskennassa) olivat hyvin lehtipuuvaltaisia. Kuusen tilavuusosuus oli muissa arvokkaissa elinympäristöissä pienempi kaikkien elinympäristötyyppien kohdalla. Kuusilahopuun vä-häistä osuutta muissa arvokkaissa elinympäristöissä voi selittää kohteiden vallitseva puulaji, käyttöhis-toria ja alhaisempi keski-ikä.

Kuolleen puun puulajiosuuksia tarkasteltaessa elinympäristöjen väliset erot korostuvat enemmän kuin hehtaarikohtaista keskitilavuutta tarkasteltaessa. Lehdot ja korvet olivat selvästi lehtipuuvaltaisia (90 %), kun taas puro- ja jyrkännekohteissa havu- ja lehtilahopuun osuudet olivat jokseenkin samansuuruiset. Lehtilahopuun suurta osuutta voi pitää hieman yllättävänä. Esimerkiksi Sippolan ym. (2005) mukaan Kolin lehdossa kuusen osuus lahpuusta on jopa 75 %. Myös korvissa, puroilla ja jyrkänneilla olisi voinut olettaa olevan enemmän havulahopuuta (Meriluoto ja Soininen 1998), mutta edellä on jo mainittu kohteiden puuston nuori ikä ym. lahpuuston puulajisuhteisiin vaikuttavia tekijöitä. Myös Kydön (2007) tutkimuksen mukaan lehtipuuden osuus on varsin suuri (40 %) Pohjois-Karjalan puronvarsien lahpuustosta.

Harmaalepän osuus sekä lahpuun tilavuudesta (30 %) että lukumäärästä (40 %) oli yllättävän suuri (vrt. VMI9, 4 %). Myös lehtokohteissa harmaalepän tilavuusosuus (40 %) oli suuri verrattuna Sippolan ym. (2005) tuloksiin, joiden mukaan Kolin lehtojen lahpuusta vain noin 10 % on leppää. Harmaalepän (ja myös koivun) suuri osuus tilavuudesta ja lukumäärästä kertoo myös siitä, että kohteille on vasta alkanut muodostua kuollutta puuta ja että tällä hetkellä ympäristötukikohteiden lahpuu on pääosin itseharvenemisen seurauksena kuollutta nuorta lehtipuuta. Ympäristötukikohteissa havaittiin vain vähän kuolleita haapoja ja nekin keskittyivät yksittäisille kohteille. Haavan tilavuusosuus (4 %) on rinnastettavissa Pohjois-Karjalan puronvarsimetsiin (6 %; Kytö 2007) sekä talousmetsiin yleensä (VMI9). Tässä tutkimuksessa haapalahopuuta havaittiin eniten metsälain mukaisissa lehdossa ja jyrkänneilla (7–10 %). Koska näissä kohteissa esiintyi myös kookkaita eläviä haapoja, haavan osuus lahpuustosta lisääntynee tulevaisuudessa.

Tulosten perusteella ympäristötukikohteita voi pitää jonkinlaisina lehtilahopuun keskittyminä talousmetsämaaisemassa, vaikka tilavuudet ovatkin pieniä. Lehtipuun suuri osuus johtunee sekä kasvupaikkojen rehevyydestä ja kosteudesta että metsiköiden varhaisesta sukkessiovaiheesta. Koivu ja harmaaleppä ovat lyhytikäisempiä kuin havupuut ja sietävät huonosti varjostusta. Sukkessiossa ne häviävät kilpailussa ja kuolevat ensimmäisinä (Kuusela 1990). Pidemmällä aikavälillä lahpuun puulajisuhteet voivat muuttua

etenkin havupuuvaltaisissa puro- ja jyrkännekohteissa.

4.2.3 Läpimittajakauma

Valtaosa ympäristötukikohteiden lahpuun tilavuudesta (81 %) ja lukumäärästä (95 %) muodostui läpimitaltaan alle 20 cm paksuista rungoista. Havaittu jakauma poikkeaa selvästi vanhojen ja luonnontilaisten metsien läpimittajakaumasta. Luonnontalouden metsissä ja vanhoissa talousmetsissä valtaosa lahpuun tilavuudesta muodostuu keskijäreistä ja järeistä rungoista (20–40 cm) (Siitonen ym. 2000, Siitonen 2001, Sippola ym. 2005). Vaikka vanhoissa metsissäkin valtaosa lahpuukappaleista on pieniläpimittaisia, kattavat alle 10 cm paksut rungot lahpuun tilavuudesta vain 2–3 % (tässä tutkimuksessa 40 %). Läpimittaluokittaisia tuloksia vertailtaessa on kuitenkin otettava huomioon, että tässä tutkimuksessa vain kokonaisten pystypuiden läpimitta perustuu rinnankorkeusläpimittaan. Maapuiden läpimittaluokat perustuvat linjan leikkauskohdan läpimittaan, minkä vuoksi pienet läpimittaluokat ovat aineistossa yliedustettuina. Tulosta voidaan pitää kuitenkin suuntaa antavana.

Taloudsmetsien lahpuustolle on ominaista pieniläpimittaisen kuolleen puun suuri tilavuusosuus, mikä johtuu hakkuu- ja harvennusteiden suuresta määrästä ja suurempiläpimittaisen materiaalin puutumuksesta (Siitonen 2001). Tässä tutkimuksessa ei havaittu merkittäviä määriä metsätalouden toimenpiteiden synnyttämää lahpuuta. VMI9:n tuloksissa ei esitetä tarkkaa läpimittajakaumaa, mutta niiden mukaan Pohjois-Karjalassa lahpuun hehtaarikohtaisesta keskitilavuudesta 80 % muodostuu alle 30 cm paksuista rungoista. Yli 30 cm järeiden runkojen osuus oli Pohjois-Karjalassa kuitenkin poikkeuksellisen suuri muuhun maahan verrattuna. Ympäristötukikohteissa alle 30 cm paksun lahpuun osuus oli jonkin verran suurempi kuin VMI9:ssä, mikä voi johtua muun muassa lehtilahopuun suuremmasta määrästä ympäristötukikohteissa sekä käytetyistä otantamenetelmästä. Tulokset ovat joka tapauksessa samansuuntaisia.

Metsälakikohteiden lahpuu oli jonkin verran järeämpää kuin muiden arvokkaiden elinympäristöjen. Tulos tukee osaltaan oletusta, että metsälaki-

kohteet ovat luonnontilaisempia muihin arvokkaisiin elinympäristöihin verrattuna. Metsälakikohteiden joukossa oli myös enemmän uudistuskypsiksi luokiteltuja metsiä, joissa kuolleiden valta- ja lisävaltapuiden esiintyminen on todennäköisempää kuin nuoremmassa muissa arvokkaissa elinympäristöissä. On kuitenkin otettava huomioon, että tilavuusosuuksien erot olivat kaikissa läpimittaluokissa alle 10 % ja siten kuutiometreinä hyvin pieniä (n. 1 m³/ha).

Läpimittajakauma oli samankaltainen eri elinympäristötyypeissä ja ainoastaan jyrkänteet poikkesivat jonkin verran säännönmukaisuudesta. Jyrkänteillä läpimittajakauma muistutti yli-ikäisten ja vanhojen talousmetsien jakaumaa (vrt. Siitonen ym. 2000). Yli 30 cm järeiden runkojen tilavuusosuus (< 10 %) ei kuitenkaan ollut jyrkänteillä muita elinympäristötyyppejä suurempi. Järeiden runkojen puuttuminen sekä maa- että pystypuositteesta kertoo yhtäältä lahoppuujatkumon katkeamisesta sekä toisaalta siitä, ettei uusi puusukupolvi ole alkanut tuottaa järeitä lahoppuurunkoja. Myös Kydön (2007) tutkimuksessa järeiden runkojen osuus oli vain 1 % runkojen kokonaismäärästä.

4.2.4 Lahoastejakauma

Valtaosa (70 %) ympäristötukikohteiden lahoppuusta kuului lahoasteluokkiin 1 ja 2, eli on vasta lahoamisen alkuvaiheessa. Vähän lahonneen puun osuutta voi pitää suurena – esimerkiksi VMI9:n tulosten mukaan Pohjois-Karjalan metsien lahoppuusta 65 % sijoittuu luokkiin 3–5 (tämän tutkimuksen luokat 3–4). Myös Kolin alueen lehdoissa ja vanhoissa kangasmetsissä valtaosa lahoppuusta on pidemmälle lahonnutta (luokkien 3–5 osuus n. 70 %) (Sippola ym. 2005). Vanhoissa kangasmetsissä pidemmälle lahonneen puun osuus on 55–70 % (Rouvinen ja Kouki 2002).

Hiljattain kuolleen ja vähän lahonneen puun suuri osuus johtuu osaksi pystylahoppuun suurehkosta tilavuusosuudesta (40 %). Kuolleesta pystypuusta suurin osa sijoittui odotetusti kahteen ensimmäiseen luokkaan, koska tätä pidemmälle lahonneet puut pysyvät yleensä pystyssä vain pötkelöinä (Liu ja Hyttborn 1991). Esimerkiksi edellä mainituissa Sippolan ym. (2005) sekä Rouvisen ja Koukin (2002) tutkimuksissa pystypuiden osuus lahoppuun

kokonaistilavuudesta oli vain 10–30 %, mikä osaltaan selittää vähän lahonneen puun pienemmän osuuden. Tässä tutkimuksessa vähän lahonneen puun osuus oli kuitenkin suuri myös maapuositteessa (n. 60 %). Luokan 1 osuus maapuositteessa jäi selvästi pienemmäksi kuin pystypuositteessa, mutta oli joka tapauksessa verrattain suuri (n. 20 %). Aiemmissa tutkimuksissa suurin osa maapuusta on sijoittunut luokkiin 3–5 ja erityisesti luokan 1 osuus on jäänyt pieneksi (Siitonen ym. 2000, Rouvinen ja Kouki 2002, Sippola ym. 2005, Kytö 2007).

Vähän lahonneen puun ”yliedustus” viittaa siihen, että valtaosa kohteiden lahoppuusta on syntynyt vasta hiljattain. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että aiemmin talouskäytössä olleet metsät ovat jääneet vaille hoitotoimenpiteitä. Tällöin erityisesti nuoret metsät alkavat vähitellen harventua itseksensä ja niihin muodostuu pieniläpimittaista lahoppuuta (Kuuse-la 1990). Samansuuntaisen johtopäätöksen voi tehdä myös sellaisten (eri asteisesti hoidettujen) uudistuskypsien metsiköiden osalta, joissa valtapuusto ei ole vielä alkanut kuolla vanhuuttaan. Näissä metsiköissä lahoppuuta muodostuu myös keskijäreiden, vallitsevan puuston alle jääneiden puiden kuollessa.

Metsälakikohteiden joukossa oli enemmän lahoasteluokkaan 1 kuuluvaa puuainesta kuin muissa arvokkaissa elinympäristöissä. Ero oli selvin pystypuositteessa. Tulos viittaa siihen, että metsälakikohteet ovat vähemmän hoidettuja kuin muut arvokkaat elinympäristöt, joten niissä puuston itseharveneminen on tällä hetkellä voimakkaampaa. Lehdoissa ja jyrkänteillä oli enemmän pidemmälle lahonnutta puuta kuin puro- ja korpikohteissa. Lehtojen osalta ero selittynee niiden harmaaleppävaltaisuudella ja pitkään jatkuneella hoitamattomuudella.

5 Johtopäätökset

Ympäristötukikohteissa on jonkin verran enemmän lahoppuuta kuin Pohjois-Karjalan metsissä keskimäärin, mutta erityisesti uhanalaisen lahoppuulajiston kannalta ero ei ole suuri. Lahoppu on lisäksi pääosin pieniläpimittaista ja vähän lahonnutta. Talousmetsä–luonnonmetsä-jatkumolle sijoitettuna valtaosa kohteista on lähellä normaalia talousmetsää, ja merkittävin yksittäinen lahoppuun määrään vaikut-

tava tekijä on kohteissa harjoitetun metsätalouden voimaperäisyys. Muihin talousmetsiin verrattuna on lehtipuiden osuus ympäristötukikohteiden lahopuusta suurempi. Tutkitut elinympäristötyypit erosivat toisistaan lähinnä kuolleen puun laadun – erityisesti lehtipuusuuden – suhteen. Pitkälle lahonneiden järeiden runkojen puuttuminen ympäristötukikohteista viittaa lahoppuujatkumon katkeamiseen ja kohteiden pitkään metsänkäyttöhistoriaan.

Tutkimuksessa havaittiin, että muut arvokkaat elinympäristöt ovat olleet metsälakikohteita voimaperäisemmässä metsätalouksikäytössä. Niiden joukossa on paljon hoidettuja, varhaisessa sukkesioivaiheessa olevia kohteita, joilla on hyvin vähän lahoppuuta. Metsälakikohteiden puusto on keskimäärin vähemmän hoidettua ja varttuneempaa, mutta myös ne ovat edelleen itseharvenemisvaiheessa eikä kuolleita valtapuita juuri esiinny. On todennäköistä, että lahoppuun määrän merkittävä lisääntyminen kohteilla kestää useita vuosikymmeniä. Tulosten perusteella erityisesti muiden arvokkaiden elinympäristöjen sisällyttäminen ympäristötuen piiriin vaikuttaa kyseenalaiselta lahoppuulajiston suojelun näkökulmasta. Vaikka keskimääräistä metsälakikohtettaakaan ei voida pitää lahoppuustoltaan edustavana, on ominaispiirteiltään vielä selvemmin muuttuneiden muiden arvokkaiden elinympäristöjen lyhytkestoinen ja harkinnanvarainen suojelu ekologisesti ja taloudellisesti vaikeasti perusteltavissa.

Kiitokset

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä metsäkeskus Pohjois-Karjalan kanssa. Kiitämme metsäkeskusta, joka antoi käyttöömmme ympäristötukikohteiden kuviotiedot sekä avusti ratkaisevalla tavalla maastotöiden järjestämisessä. Erityisesti haluamme kiittää Jarkko Partasta ja Kaisa Lindelliä. Kiitos myös kaikille maanomistajille, jotka antoivat suostumuksensa tutkimuksen tekoon. Tutkimusta tukivat taloudellisesti Suomen Biologian Seura Vanamo sekä metsäkeskus Pohjois-Karjala.

Kirjallisuus

- Gross, S.T. 1980. Median estimation in sample surveys. [Verkkodokumentti]. American Statistical Association. Saatavissa: http://www.amstat.org/Sections/Srms/Proceedings/papers/1980_037.pdf. [Viitattu 10.4.2007].
- Hyvän metsänhoidon suositukset 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsäkustannus Oy. 100 s.
- Junninen, K. & Kouki, J. 2006. Are woodland key habitats in Finland hotspots for polypores (Basidiomycota)? *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 32–40.
- Kangas, A. 2006. Sampling rare populations. *Julkaisus: Kangas, A. & Maltamo, M. (toim.). Forest inventory: methodology and applications. Managing Forest Ecosystems* 10: 119–139.
- , Aakala, T., Alanen, H., Haavisto, M., Heikkilä, J., Kaila, A., Kankaanpää, S., Kämäri, H., Leino, O., Mäkinen, A., Nurme, E., Oksa, S., Saari, A., Tikkanen, S.-M. & Wathén, M. 2004. Lahoppuinventoinnin menetelmien vertailu Nuuskion ulkoilualueilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2004: 43–51.
- Korhonen, K., Tomppo, E., Henttonen, H., Ihalainen, A., Tontteri, T. & Tuomainen, T. 2001. Pohjois-Karjalan metsäkeskuksen alueen metsävarat 1966–2000. *Metsätieteen aikakauskirja* 3B/2001: 495–576.
- Kotiaho, J.S. & Selonen, V.A.O. 2006. Metsälain erityisen tärkeiden elinympäristöjen kartoituksen laadun ja luotettavuuden analyysi. *Suomen ympäristö* 29/2006. 65 s.
- , Kouki, J. & Punttila, P. 2006. Ongelmakohtia kuolleen puun ylläpidossa nykyisissä metsäekosysteemeissä. *Julkaisus: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.). METSON jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti – tutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus.* s. 212–216.
- Kuusela, K. 1990. The dynamics of boreal coniferous forests. *Sitra* 112. Finnish National Fund for Research and Development *Sitra*. 172 s.
- Kuusinen, M. 2006. Yksityismetsien luonnonhoidon laadun seurannan tulokset 1996–2005. *Julkaisus: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.). METSON jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti – tutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus.* s. 229–234.
- Kytö, H. 2007. Lahoppuun määrä ja laatu metsälakipurujen varsilla – Pohjois-Karjalan ja Keski-Suomen vertailu. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, metsäympäristön hoidon ja suojelun pro gradu. 52 s.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions

- for pine, spruce and birch. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 108. 74 s.
- Liu, Q. & Hyttborn, H. 1991. Gap structure, disturbance and regeneration in a primeval *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science* 2: 391–402.
- Meriluoto, M. & Soinin, T. 1998. Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. *Metsälehti Kustannus*. 192 s.
- Metsien suojelualueetilatost 2005. Suojeltujen ja rajoitetussa metsätalouksikäytössä olevien metsien pinta-alat suojelualueityypeittäin ja maaluokittain 1.1.2005. [Verkkodokumentti]. Metsäntutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/suti/index.htm>. [Viitattu 15.1.2007].
- Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt 2004. Kartoitus Pohjois-Karjalan yksityismetsissä. Loppuraportti 1998–2004. [Verkkodokumentti]. Metsäkeskus Pohjois-Karjala. Saatavissa: http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/18527663-97C4-4D1E-AD70-232B3A723C15/0/Mete_loppuraporttiilmanliitteita.pdf. [Viitattu 26.9.2007].
- Metsäsertifiointin standardityöryhmän 29.9.2003 hyväksymä standardi FFCS 1002-1:2003 ”Ryhmäsertifiointin kriteerit metsäkeskuksen toimialueen tasolla”. 2003. [Verkkodokumentti]. Suomen metsäsertifiointiry. Saatavissa: http://www.ffcs-finland.org/media/Standardit/suomeksi/FFCS_1002_1_2003SU.pdf. [Viitattu 26.9.2007].
- Peltola, A. (toim.). 2006. Metsätalostollinen vuosikirja 2006. SVT Maa-, metsä- ja kalatalous. Metsäntutkimuslaitos. 438 s.
- Penttilä, R., Siitonen, J. & Kuusinen, M. 2004. Polypore diversity in managed and old-growth boreal *Picea abies* forests in southern Finland. *Biological Conservation* 117: 271–283.
- Pohjois-Karjalan metsäohjelma 2006–2010. 2005. [Verkkodokumentti]. Metsäkeskus Pohjois-Karjala. Saatavissa: <http://www.metsakeskus.fi/NR/rdonlyres/718F567E-9D85-480F-827E-9E7A385CA25C/0/PohjoisKarjalanmetsaohjelma20062010vahvistettu13122005.pdf>. [Viitattu 1.1.2006].
- Pykälä, J., Heikkinen, R.K., Toivonen, H. & Jääskeläinen, K. 2006. Importance of Forest Act habitats for epiphytic lichens in Finnish managed forests. *Forest Ecology and Management* 223: 84–92.
- Renvall, P. 1995. Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia* 35: 1–51.
- Rouvinen, S. & Kouki, J. 2002. Spatiotemporal availability of dead wood in protected old-growth forests: a case study from boreal forests in eastern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 317–329.
- Saaristo, L. & Lehesvirta, T. 2004. Luonnonhoidon ekologiset perustelut. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Julkaisu 17/2004. 31 s.
- Selonen, V.A.O., Mussaari, M., Kotiaho, J.S. & Toivanen, T. 2006. Metsälain tarkoittamien erityisen tärkeiden puroelinympäristöjen merkitys epifytyttisammal- ja kääpälaajistolle. Julkaisussa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.). METSON jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti – tutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. s. 330–333.
- Shiver, B.D. & Borders, B.E. 1996. Sampling techniques for forest resources inventory. John Wiley & Sons, New York. 356 s.
- Siegel, S. & Castellan, N.J., Jr. 1988. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. 2. painos. McGraw-Hill, New York. 399 s.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins* 49: 11–41.
- & Ollikainen, M. 2006. Talousmetsät. Julkaisussa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.). METSON jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti – tutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. s. 53–85.
- , Martikainen, P., Punttila, P. & Rauh, J. 2000. Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth mesic boreal forests in southern Finland. *Forest Ecology and Management* 128: 211–225.
- , Hottola, J., Lommi, S. & Mattila, J. 2006. Metsälakipuronvarsien ja verrokkitalousmetsien puuston rakenne ja lajisto. Julkaisussa: Horne, P., Koskela, T., Kuusinen, M., Otsamo, A. & Syrjänen, K. (toim.). METSON jäljillä. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman tutkimusraportti – tutkimusohjelman loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, ympäristöministeriö, Metsäntutkimuslaitos ja Suomen ympäristökeskus. s. 342–345.
- Sippola, A.-L., Mönkkönen, M. & Renvall, P. 2005. Polypore diversity in the herb-rich woodland key habitats of Koli National Park in eastern Finland. *Biological Conservation* 126: 260–269.
- Stokland, J.N. 2001. The coarse woody debris profile: an archive of recent forest history and an important biodiversity indicator. *Ecological Bulletins* 49: 71–83.
- Yrjönen, K. 2004. Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt. Kartoitus yksityismetsissä 1998–2004. Loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 9/2004. 60 s.

34 viitettä

Liite I. Lahopuun keskittilavuudet elinympäristötyypeittäin Pohjois-Karjalan ympäristötutkikohteilla, m³/ha. Taulukossa on esitetty tilavuudet metsäläki- ja muissa arvokkaissa kohteissa sekä elinympäristötyypissä keskimäärin (L+M).

	Puotot		Lehdot		L+M		Laki		Jyrkänteet		L+M		Korvet		Laki		Kaikki		
	Laki	Muu	L+M	Laki	Muu	L+M	Laki	Muu	Laki	Muu	L+M	Laki	Muu	Laki	Muu	Laki	Muu	L+M	
Puulajeittain																			
Mänty	0.3	0.9	0.4	0.9	0.2	0.6	2.9	1.7	2.5	0.1	2.3	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8
Kuusi	4.4	1.3	3.9	0.4	0.1	0.3	5.7	2.2	4.6	0.2	1.0	0.5	3.2	0.8	3.2	0.8	0.8	2.6	2.6
Koivu	2.5	0.9	2.2	3.8	2.0	3.1	5.0	2.0	4.0	2.8	1.6	2.4	3.1	1.6	3.1	1.6	1.6	2.7	2.7
Haapa	0.1	0.1	0.1	1.2	0.1	0.8	1.1	0.3	0.9	0.2	–	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.1	0.4	0.4
Raita	0.4	0.3	0.4	1.0	0.3	0.7	0.4	0.4	0.4	1.4	0.3	1.1	0.7	0.3	0.7	0.3	0.3	0.6	0.6
Harmaaleppä	2.7	0.6	2.4	5.3	4.8	5.1	0.3	0.4	0.4	1.5	2.0	1.6	3.1	2.7	3.1	2.7	2.7	3.0	3.0
Muut lehtipuut ^a	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1	0.8	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2
Tyypeittäin																			
Maapuu	5.6	2.6	5.1	6.3	3.8	5.3	7.9	6.2	7.3	3.7	4.3	3.9	5.9	3.8	5.9	3.8	3.8	5.4	5.4
Tuoreet tuolenkaadot ^b	1.7	0.4	1.5	0.1	0.2	0.1	0.1	1.3	0.5	–	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	0.5	0.8	0.8
Hakkuutähteet ^c	–	0.1	<0,05	–	0.2	0.1	0.4	0.2	0.3	–	–	–	–	–	–	–	0.1	0.1	0.1
Kokonaiset pystypuu	3.1	0.9	2.8	3.5	2.1	3.0	5.5	0.4	3.8	1.9	2.1	2.0	3.4	1.5	3.4	1.5	1.5	2.9	2.9
Katkenneet pystypuu	1.9	0.7	1.7	3.0	2.1	2.7	2.5	0.9	2.0	0.7	1.6	1.0	2.2	1.5	2.2	1.5	1.5	2.0	2.0
Läpimittaluokittain																			
5–9	2.2	1.4	2.1	3.1	3.0	3.1	2.4	1.8	2.2	2.3	3.1	2.6	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.5
10–19	5.7	2.0	5.2	4.9	4.1	4.6	5.9	3.5	5.2	3.2	3.9	3.4	5.4	3.4	5.4	3.4	3.4	4.9	4.9
20–29	2.0	0.4	1.7	2.7	0.8	2.0	7.3	2.0	5.6	0.8	1.1	0.9	2.7	0.9	2.7	0.9	0.9	2.2	2.2
30–39	0.7	0.4	0.7	2.0	–	1.3	0.1	0.1	0.1	–	–	–	1.0	0.1	1.0	0.1	0.1	0.7	0.7
≥40	–	–	–	0.1	–	0.1	0.1	–	<0,05	–	–	–	<0,05	–	<0,05	–	–	<0,05	<0,05
Lahoasteittain																			
Kova, ei lahoa (1)	4.7	1.3	4.1	3.4	1.7	2.8	6.7	2.2	5.2	2.9	2.2	2.7	4.4	1.7	4.4	1.7	1.7	3.7	3.7
Melko kova (2)	3.6	2.0	3.4	4.9	3.4	4.3	4.3	1.9	3.5	1.9	4.2	2.6	3.9	2.9	3.9	2.9	2.9	3.6	3.6
Melko pehmeä (3)	1.3	0.5	1.2	1.5	1.8	1.6	2.7	1.2	2.2	0.7	1.0	0.8	1.5	1.3	1.5	1.3	1.3	1.4	1.4
Pehmeä (4)	1.1	0.3	1.0	3.0	1.0	2.2	2.2	2.2	2.2	0.8	0.7	0.7	1.7	1.0	1.7	1.0	1.0	1.5	1.5
Yhteensä																			
Keskiarvo ± SE ^d	10,6±2,3	4,2±0,4	9,6±2,0	12,9±2,6	7,9±1,4	11,0±1,7	15,8±3,1	7,5±0,4	13,1±2,1	6,3±1,4	8,1±0,0	6,9±0,9	11,5±1,5	6,8±0,7	10,3±1,1	11,5±1,5	6,8±0,7	10,3±1,1	10,3±1,1
Mediaani	6,3	4,2	6,2	9,3	6,7	8,8	10,4	7,5	9,3	5,0	5,9	5,7	7,9	6,1	7,9	6,1	6,1	7,1	7,1
Vaihteluväli	0,7–34,6	0–8,7	0–34,6	0,6–36,6	0–21,7	0,0–36,6	3,2–42,9	2,3–14,8	2,3–42,9	0–16,3	0,2–25,9	0–25,9	0–42,9	0–25,9	0–42,9	0–25,9	0–25,9	0–42,9	0–42,9

^a Muut lehtipuut = tervaleppi, pihjala, tuomi. ^b Tuoreet tuolenkaadot = viereisillä kuvioilla äskettäin tehtyjen hakkuuiden aiheuttamat. ^c ≥5 cm paksut perkaus-, harvennus- ja hakkuutähteet. ^d SE = keskiarvo.