

Lahopuun turvaaminen



Lahopuulla tarkoitetaan kuollutta puunrunkoa tai rungon osaa, jolla voi elää lahottajaeliöstöä. Metsänkäsittelyssä suositellaan säästämään lahopuut, erityisesti järeät rungot. Maassa makaavien lahopuurunkojen yli ei ajeta, vaan rungot kierretään tai siirretään kohtiin, joissa ne eivät haittaa koneilla liikkumista. Kuva: © Manne Viljamaa.

Kuvaus

Lahopuulla tarkoitetaan kuollutta puunrunkoa tai rungon osaa, mikä voi olla vastikään kuollutta kovaa puuta tai jo pitkälle lahonnutta puuta. Neljännes suomalaisen metsän lajeista on jossain elämänsä vaiheessa riippuvainen lahopuusta. Erityisesti järeän lahopuun vähäinen määrä talousmetsissä on merkittävin metsälajien uhanalaisuuden syy ja uhkatekijä. Lahopuueliöstön kannan ylläpitäminen edellyttää uusien, eri puulajien lahopuiden jatkuvaa muodostumista eli lahopuujatkumoa, koska yksittäinen puu on jatkuvan lahoamisensa takia eliöille vain tilapäinen elinympäristö.

Lahopuun turvaamisen hyödyt monimuotoisuudelle

Suomessa on noin 4000-5000 eliölajia, jotka tarvitsevat lahoavaa puuta elääkseen^[1]. Lahopuun määrän väheneminen on ensisijainen uhanalaisuuden syy viidesosalle uhanalaisista metsälajeista ja yksi uhanalaisuuden syistä kolmasosalle metsälajeista^[2]. Lahoava puuaines on runsas ravinnonlähde metsäluonnossa. Puuta lahottava eliöstö palauttaa puihin sitoutuneet ravinteet takaisin kiertoon. Lahopuusta riippuvaiseen eliöstöön kuuluu monenlaisia kääpiä, hyönteisiä, sammalia ja jäkäliä. Myös monet linnut ja nisäkkäät pesivät lahoavien puiden koloissa. Useat lahoppueliöt tarvitsevat juuri tietyn puulajin lahopuuta. Lahopuiden eliöstö muuttuu, kun lahoaminen etenee. Monimuotoinen lahoppueliöstö pitää myös osaltaan huolen siitä, etteivät yksittäiset tuholaislajit pääse runsastumaan liikaa.

Lahopuun ominaisuuksien vaikutus monimuotoisuuteen

Vaateliaiden ja uhanalaisten lajien esiintyminen metsikössä on riippuvaista lahopuun määrästä, mutta eri lajit vaativat lahoppuulta myös erilaisia ominaisuuksia. Esimerkiksi erilaiset lahoppukuoriaiset säilyvät pääosin kohteella, kun kuollutta puuta on vähintään 10–30 m³/ha^[3], ^[4]. Uhanalaisten kääpien säännöllinen esiintyvyys kohteella puolestaan edellyttää vähintään 20–30 m³/ha^[5], ^[6], ^[7]. Kun lahoppuuta on paljon, sitä on yleensä myös monenlaista: on eri puulajeja, järeyksiä ja lahoasteita erilaisissa ympäristöissä.

Lahoppuun puulaji, läpimitta ja lahoaste määrittävät sitä, mitkä uhanalaiset lajit siinä asustavat. Lisäksi pysty- ja maalahoppuilla viihtyvät erilaiset eliöt, kovakuoriaisten viihtyessä pystypuissa ja kääpien maapuissa^[5], ^[8]. Kuolleen puun lajisto myös muuttuu lahoamisen edetessä, sillä eri lajit hyötyvät eri asteisesti lahonneesta puusta^[9]. Lajistoon vaikuttavat myös lahoppuussa elävät muut lajiryhmät. Esimerkiksi sienet vaikuttavat lahoamisnopeuteen ja siten välillisesti siihen, miten kauan puu säilyy jollekin tietylle kovakuoriaislajille asumiskelpoisena^[10], ^[11].

Suurin osa kuolleella puulla elävistä lajeista elää läpimitaltaan yli 10 cm kuolleilla puilla, mutta osa lajeista on erikoistunut elämään hyvin järeillä yli 20 tai 30 cm paksuilla rungoilla^[12]. Esimerkiksi kääpälajien lukumäärä voi olla yli kaksinkertainen lahoppuun järeyden kasvaessa yli 20 cm läpimittaluokkaan^[13]. Järeät lahoppuut ovat olosuhteiltaan vakaampia ja niiden lahoaminen kestää kauemmin kuin ohuempien runkojen, minkä vuoksi niiden tarjoamat lahoppuelinympäristöt ovat pitkäikäisempiä.

Lahoasteen luokittelu

Lahoaminen jaetaan tyypillisesti neljään luokkaan niin, että ensimmäiseen lahoasteeseen kuuluvat tuoreet, juuri kuolleet puut ja viimeiseen luokkaan pehmeät ja pitkälle lahonneet puut. Kuolleen puun lahoasteen määrittämisessä arvioidaan rungon keskimääräinen lahoaste tilavuudella painottaen. Apuna käytetään puukkoa, jota painellaan kohtalaisella voimalla puuhun eri kohdista. Aputuntomerkit ovat tärkeitä määrittelyssä, sillä yli 2 m korkeudella oleva puun osa joudutaan käytännössä arvioimaan silmävaraisesti.

Kuolleen puun lahoasteen luokittelu käyttäen neliportaista järjestelmää.

Lahoasteluokka	Tuntomerkit	Aputuntomerkit
1	Puuainekseltaan kova. Puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin.	Yleensä kaarna ei ole vielä sanottavasti irronnut eivätkä oksat karisseet. Luokkaan kuuluvat myös kovat kelopuut, joissa puuaines ei ole alkanut lahota.
2	Pintalahjo. Puukko tunkeutuu puuhun 1-2 cm.	Oksat ovat alkaneet karista, havupuilla kaarna on alkanut irrota. Lehtipuilla on kääpien itiöemiä puun yläosassa usein runsaasti.
3	Melko pehmeä. Puukko tunkeutuu puuhun 3-5 cm.	Havupuu menettänyt kaarnansa, mutta kaarnaa usein tyvellä. Lehtipuilla kaarna/ tuohi on tavallisesti jäljellä, mutta runko on alkanut lahota. Puiden oksat ovat pääosin karisseet ja jäljellä on vain isoimpien oksien rankoja. Osa latvasta on usein pudonnut.
4	Runko pehmennyt. Puukko tunkeutuu puuhun helposti kahvaa myöten.	Runko pysyy vain kaarnan/tuohen tukemana koossa. Lehtipuilla tavallisesti kaikki oksat karisseet. Puu on useimmiten katkennut, vain tyvipökökelö on pystyssä.

Lahoasteluokituksista hyödyntäen voidaan lisäksi arvioida **lahopuujatkumo** seuraavalla luokituksella:

1 = heikko lahoppuujatkumo; valtaosa kuvion kuolleista puista joko kuollutta pystypuustoa tai kovia maapuita, vanhempia maapuita korkeintaan yksitellen.

2 = kohtalainen lahoppuujatkumo; kuviolla kuolleen pystypuuston ja kovien maapuiden lisäksi vähintään noin kolmasosa kuolleesta puustosta pidemmälle lahonneita (keskilahoja ja pitkälle lahonneita) maapuita.

3 = hyvä lahoppuujatkumo; kuviolla vähintään noin kolmasosa maapuurungoista on pitkälle lahonneita, vähintään noin kolmasosa keskilahoja ja korkeintaan noin kolmasosa vielä kovia, melko äskettäin kuolleita.



Lahoasteen 1 puu on puuainekseltaan kova ja puukko tunkeutuu puuhun vain muutaman millimetrin. Kaarna ei ole yleensä vielä sanottavasti irronnut eivätkä oksat karisseet. Kuva: © Hannes Pasanen



Lahoasteen 2 puu on vielä melko kova ja puukko tunkeutuu puuhun 1–2 cm. Oksat ovat alkaneet karista ja havupuilla kaarna on alkanut irrota. Kuva: © Hannes Pasanen.



Lahoasteen 3 puu on melko pehmeä ja puukko tunkeutuu puuhun 3-5 cm. Havupuu on menettänyt kaarnansa, mutta kaarnaa voi olla vielä tyvellä. Lehtipuilla kaarna/tuohi on vielä tavallisesti jäljellä, mutta runko on jo alkanut lahota. Puiden oksat ovat pääosin karisseet ja jäljellä on vain isoimpien oksien rankoja. Kuva: © Hannes Pasanen.



Lahoasteen 4 puun runko on pehmennyt ja puukko tunkeutuu puuhun helposti kahvaa myöten. Runko pysyy enää vain kaarnan/tuohen tukemana koossa. Lehtipuilla tavallisesti kaikki oksat karisseet. Kuva: © Hannes Pasanen.

Lahopuiden säästäminen

Olemassa olevan maa- ja pystylahopuun säästäminen kaikissa metsänhoitotoimissa on tehokkain keino lisätä lahopuun määrää talousmetsissä ja auttaa lahopuusta riippuvaista lajistoa. Kuolleen puun korjuuta energiapuuksi tulisi välttää sekä pyrkiä säilyttämään olemassa olevat kuolleet puut ehjinä puunkorjuun ja maanmuokkauksen yhteydessä. Maassa makaavien lahopuurunkojen yli ei ajeta, vaan rungot kierretään tai siirretään kohtiin, joissa ne eivät haittaa koneilla liikkumista. Eniten tulisi nähdä vaivaa järeiden, pitkälle lahonneiden puunrunkojen kiertämiseksi, jotka ovat luonnossa harvinaisia ja joiden kehittyminen on vienyt pitkän ajan.

Talousmetsissä olemassa oleva kuolleen puun määrä ja laatu riippuvat metsien käsittelyhistoriasta, käytetystä kiertoajasta, toteutetusta puunkorjuusta sekä mahdollisista metsätuhoista. Lahopuumäärä on uudistuskypsissä talousmetsissä selvästi korkeampi kuin nuoremmissa ikäluokissa [\[14\]](#). Vanhoissa talousmetsissä lahopuuta on ehtinyt kertyä harvennusten jälkeen yksittäisten puiden tai puuryhmien kuollessa erilaisten luontaisten häiriöiden seurauksena. Uudistushakkuissa lahopuumäärä vähenee sen tahattoman tuhoutumisen myötä puunkorjuussa ja maanmuokkauksessa sekä, mikäli kuollutta puuta korjataan energiapuuna tai kotitarpeeksi.

Talousmetsien lahopuusta suuri osa on kantoja tai pieniläpimittaisia hakkuutähdelatvuuksia ja raivattuja runkoja. Pieniläpimittaista lahopuuta syntyy talousmetsissä runsaasti, minkä vuoksi niillä elävissä lajeissa ei ole merkittävästi uhanalaisia lajeja. Kuitenkin kantojen ja hakkuutähteiden osittainen säästäminen energiapuun korjuualoilla on suositeltavaa.

Lahopuiden siirtäminen

Lahopuita voi siirtää hakkuu- tai ajokoneen kouralla tai maanmuokkausta tehtäessä kaivinkoneella silloin, kun puut ovat ilmeisessä riskissä joutua yliajetuiksi. Lahopuista parhaiten siirtelyä kestävätkään kuolleet ja kaatuneet puut sekä sellaiset tuulenkaadot, joiden runko makaa vielä oksiensa varassa. Pidemmälle lahonneet havupuut sekä lehtipuut eivät kestä siirtelyä, ja ne tulisi pyrkiä kiertämään. Uudistuslalla lahopuita voidaan siirtää esimerkiksi säästöpuuryhmän tai suojavyöhykkeen yhteyteen, jolloin ne eivät haittaa tulevaa metsänkäsittelyä.

Lahopuun lisäämisen keinot

Olemassa olevan lahopuun säästämisen lisäksi muita keinoja lahopuumäärän lisäämiseen ovat mm. pysyvästi jätetyt elävät [säästöpuut](#) hakkuissa, [luontokohteiden](#) säästäminen käsittelyiden ulkopuolelle, [tekopökkelöiden](#) katkaiseminen elävistä puista hakkuissa sekä uudistamisen [kiertoajan pidentäminen](#).

Elävät säästöpuut kuolevat aikanaan joko pystyyn tai kaatuvat ja tulevat siten osaksi lahopuujatkumoa. Luontokohteiden rajaaminen käsittelyiden ulkopuolelle lisää lahopuumäärää itseharvenemisen ja luontaisten häiriöiden kautta. Tekopökkelöiden tekeminen tuottaa nopeasti lahopuuta. Pitkällä aikavälillä myös kiertoajan pidentäminen tuottavaa puuston itseharvenemisen ja kuoleamisen kautta lahopuuta [\[15\]](#), [\[16\]](#).

Lahopuuhun liittyvien riskien huomioiminen

Lahopuun määrän lisäämisessä tulee huomioida, voivatko kuolleet puut aiheuttaa lisääntyneen hyönteis- tai sienituhoriskin. Rungas vaurioituneen ja tuoreen kuolleen puun määrä voivat lisätä riskejä. Kuitenkin vain pieni osa hyönteis- ja lahottajasienienilajeista on metsätaloudelle haitallisia, eläviin havupuihin iskeytyviä tuholaisia tai taudinaiheuttajia.

Havupuista syntyneitä tuoreita tuulenkaatoja tai muita vaurioituneita eläviä havupuita koskee metsätuholain mukainen poisvientivelvoite siltä osin kuin niiden määrä ylittää laissa asetetun kynnsarvon. Metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta tuhokohteille on suositeltavaa jättää lain sallima määrä tuhon vaurioittamia puita ja korjata vain siitä ylimenevä osuus. Toisinaan taloudellisesta näkökulmasta suuremman kuolleen puun määrän korjaaminen on perusteltua. Lisäksi on suositeltavaa säästää kaikki jo kuolleet puut sekä vaurioituneet lehtipuut, joiden poistamista laki ei edellytä.

Havupuussa, josta kaarna on irronnut tai on halkeilemassa irti, kirjanpainajat ja muut kaarnakuoriaiset eivät enää ruokaile ja lisäännä, eivätkä ne lisää hyönteistuhoriskiä. Päinvastoin, kuolleessa havupuussa elää esimerkiksi kirjanpainajan luontaisia vihollisia, petoja ja loisia, jotka voivat rajoittaa tuhon leviämistä. Jo kuolleet puut voi jättää huoletta lahoamaan metsään. Kirjanpainajien jälkeen kuolleita puita asuttavat myös useat muut hyönteiset sekä lahottajasienet ja linnut. [\[17\]](#)



Näistä kaarnansa pudottaneista kuusista ei ole enää metsätuhoriskiä, joten ne voi huoletta jättää metsään lahopuiksi. Kuva: © Laura Nikinmaa.

Päätöksenteko

Monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden edistäminen – Talous

Taloudellisten näkökulmien pohdinta on osa talousmetsien luonnonhoitoa samoin kuin ekologisten näkökulmien miettiminen on osa metsänhoitoa. Luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeitä rakennepiirteitä voidaan ylläpitää ja vahvistaa talousmetsissä usein melko pienillä kustannuksilla. Toisaalta joskus ekologisesti kestävät valinnat edellyttävät suurempia taloudellisia panostuksia. Luonnon kannalta parhaat voivat olla myös taloudellisesti ja teknisesti järkeviä.

Talousmetsien luonnonhoidosta metsänomistajalle aiheutuvat kustannukset tai tulonmenetykset jäävät tavallisesti omistajan itsensä kannettavaksi. Kustannuksista merkittävän osan aiheuttaa välitön puuston arvoon perustuva tulonmenetys.

Luonnonhoito voi toisaalta myös säästää metsänomistajalta kustannuksia tai työaika, kun esimerkiksi suojatiheikköjä jätetään raivaamatta. Osa luonnonhoidon toimenpiteistä ei välttämättä vaikuta lainkaan tai hyvin vähän hakkuutuloon kuten lahopuiden tai taloudellisesti vähämerkityksisten lehtipuiden säästäminen.

Kustannuksista tarvitaan tietoa päätöksenteon tueksi

Talousmetsien luonnonhoidon keinovalikoimaa voidaan hyödyntää kaikissa metsänhoidon toimenpiteissä ja metsän eri kehitysvaiheissa usein ilman merkittäviä kustannuksia. Myyntikelpoisen puuston säästämisestä metsään ja tuottavan metsämaan rajautumisesta käytön ulkopuolelle aiheutuu kuitenkin väistämättä kustannuksia. Tällöin tieto kustannuksista ja hyödyistä on tarpeen, jotta metsänomistaja voi tehdä omien tavoitteidensa mukaisen päätöksen siitä, kuinka paljon euroja monimuotoisuuden edistämiseen käytetään.

Monimuotoisuuden turvaaminen on osa kestävästä metsätaloudesta ja sillä parannetaan tulevaisuuden metsätalouden toimintaedellytyksiä. Luonnonhoidosta aiheutuvat kustannukset voidaan ajatella myös investointina, josta saatava hyöty realisoituu ajan myötä. Luonnonhoitoa tarvitaan esimerkiksi turvaamaan metsien puuntuotantokyvyn säilyminen. Puuntuotantoa tukevia hyötyjä ovat muun muassa metsien terveyden ja tuhonkestävyyden edistäminen, joiden merkitys korostuu ilmastonmuutokseen sopeutumisessa.

Eri rakennepiirteiden turvaamisen kustannusvaikutuksien muodostuminen

Säästöpuista metsänomistajalle aiheutuva hakkuutulon menetys riippuu jätettävien puiden määrästä ja järeydestä. Tämän lisäksi kustannuksia muodostuu pitkällä aikavälillä säästöpuuryhmien maa-alan jäämisestä puuntuotannon ulkopuolelle. Ekologisesti hyödyllisimpien isompien säästöpuuryhmien jättäminen voi olla iso kuluerä keskimäärin melko pienten metsätilojen taloudessa.

Lahopuiden taloudellinen arvo on vähäinen. Ne saattavat kuitenkin aiheuttaa kustannuksia maanmuokkauksessa, kun maalahopuut tulee kiertää ja jättää ehjiksi, mikä hidastaa työtä. Siitä aiheutuva kustannusvaikutus on kuitenkin yleensä vähäinen. Jos hakkuualueelta kerätään energiapuuta, kuolleen puun jättäminen metsään pienentää energiapuukertymää ja siihen liittyvää tuloa. Pitkälle lahonneella puulla ei kuitenkaan ole arvoa energiapuuna.

Tekopökkeloistä aiheutuva tuoton menetys riippuu jätettävän tekopötkkelön puulajista, koosta ja laadusta. Tavanomaisen tekopötkkelön kustannus on ensiharvennuksissa alle euron ja myöhemmissä harvennuksissa useimmiten 1–3 euroa pötkkelö kohti. Mikäli tekopötkkelöiden latvukset korjataan, niiden kustannusvaikutus on hieman pienempi.

Suojatiheikköjen jättäminen pienentää taimikonhoidon kustannuksia suhteessa raivaamatta jätettävään pinta-alaan. Tiheikköjen jättäminen ei vähennä metsänkasvatukseen käytettävää pinta-alaa, koska yksittäinen tiheikkö on luonteeltaan väliaikainen. Esimerkiksi harvennusvaiheessa jätetty suojatiheikkö voidaan hakata uudistushakkuun yhteydessä. Suojatiheiköt eivät myöskään vaikuta taimikonhoitokohteen mahdollisuuteen täyttää metsätalouden kannustejärjestelmän (metka) tukiehdot, jos niitä on alle 10 prosenttia kokonaisalasta.

Lehtipuuosuuden ylläpito ja sekapuustoisen metsän kasvatus tuottavat elinympäristöhyötyjä kustannustehokkaasti. Maltillinen lehtipuusekoitus ja sekapuustoisuus eivät yleensä aiheuta taloudellisia tappioita. Lehtipuusekoitus havupuuvaltaisissa metsissä parantaa maaperän kasvuolosuhteita, jolloin sen ylläpito voi johtaa havupuuvaltaisissa metsissä myös taloudellisesti hyvään tulokseen varsinkin, jos lehtipuina suositetaan rauduskoivua. Sekapuustoisissa metsissä puunmyyntitulot eivät riipu täysin vain yhden puulajin tai puutavaralajin hinnasta, jolloin sen voi nähdä riskin hajautuksena. Taloudellinen tulos ei kuitenkaan välttämättä ole sekapuustoisessa metsässä parempi kuin yhden puulajin metsässä. Kuitenkin runsas muiden kuin taloudellisesti kasvatettavien puulajien ylläpito voi jossain määrin vähentää metsiköstä saatavaa tuloa.

Luonnonhoidon kustannustehokkuuteen voidaan vaikuttaa

Pääosin luonnonhoidon menetelmien aiheuttamat kustannukset metsänomistajalle ovat vähäisiä ja niitä on mahdollista pienentää hyvällä suunnittelulla. Oleellista on löytää metsikölle sopivimmat vaihtoehdot ja hyödyntää metsässä olemassa olevia rakennepiirteitä mahdollisimman järkevästi.

Luonnonhoidon välittömiin kustannuksiin vaikuttaa esimerkiksi se, kuinka paljon myyntikelpoista puustoa hakkuu- tai metsänhoitokohteelle jätetään. Kustannustehokkuutta voidaan parantaa, kun säästettäväksi valitaan taloudellisesti vähäarvoisia, mutta luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaita puita, kuten esimerkiksi haapoja. Samoin puuntuotannollisesti heikkolaatuiset puut, kuten esimerkiksi haarautuneet tai koroutuneet puut ovat usein hyviä säästettäviä puita. Tekopökkelöiksi tehtävistä puista aiheutuvia kustannuksia voidaan puolestaan pienentää korjaamalla niiden latvukset.

Puiden valinnan lisäksi kustannusvaikuttavuutta voidaan parantaa toimenpiteiden oikealla kohdentamisella ja keskittämällä. Puunkorjuun tai metsänhoidon kannalta hankalat kohdat, kuten kivikot, soistuneet painanteet ja ympäröivää metsikköä rehevämmät laikut, sopivat hyvin esimerkiksi säästöpuuryhmän paikaksi. Ryhmänä puut myös muodostavat selkeän alueen, jossa kaatuneet puut saavat lahota rauhassa, eikä niistä ole haittaa tulevaisuuden metsänhoitotöissä.

Toisinaan luonnonhoidossa voi olla kyse myös turhan työn tekemättä jättämisestä, jolloin kustannuksia voidaan välttää. Taimikonhoidossa ja ennakkoraivauksessa voidaan säästää kuusialikasvosta suojatiheikköinä. Liiallinen raivaus voi poistaa hyödyllisiä rakennepiirteitä metsästä. Myös lehtipuiden suosiminen aukkopaikoilla tai huonolaatuisten havupuiden sijasta on kustannustehosta. Lisäksi hyödyntämällä uudistusalojen alikasvosta ja luontaisesti syntyvää alikasvosta on myös mahdollista säästää jossain määrin uudistamiskustannuksissa.

Monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden edistäminen – Luonto

Lehtipuut, lahoavat puut ja vanhat elävät puut ovat elinehto tuhansille eliölajeille ja vallitseva osa havumetsän elämää, ja turvaavat metsäekosysteemin toiminnan vaikuttamalla hajotukseen, eliökantojen säätelyyn ja ravinteiden kiertoon. Monimuotoiset metsät turvaavat myös vesistöjen monimuotoisuutta sekä ovat vähemmän alttiita ilmastomuutoksen riskeille. Siksi metsien hoito- ja hakkuutoissa ylläpidetään lehtipuita, lahoavia puita, vanhoja eläviä puita ja paikoittain alikasvosta. Talousmetsien luonnonhoidossa tätä kutsutaan monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden edistämiseksi. Rakennepiirteiden lisäämiseen ja ylläpitämiseen löytyy keinoja kaikkien kehitysvaiheiden metsiköihin alkaen taimikonhoidosta päätehakkuuseen asti.

Säästöpuilla luodaan vanhoja ja järeitä puita

Luonnonmetsissä järeitä ja vanhoja puita tavataan kaikissa metsän kehitysvaiheissa. Talousmetsissä hakkuissa jätettävät elävät säästöpuut lisäävät ja ylläpitävät metsän nuorissa kehitysvaiheissa järeää ja monilajista elävää puustoa. Pidemmällä aikavälillä säästöpuut voivat parantaa vanhoista puuyksilöistä riippuvaisten lajien elinolosuhteita talousmetsissä. Ne voivat toimia ikään kuin ”pelastusrenkaina” osalle metsässä esiintyvillä lajeilla metsän uudistamisvaiheen aikana.

Elävät säästöpuut myös monipuolistavat metsikön rakennetta, sillä ne jätetään pysyvästi kasvamaan ja kuolemaan kiertoaikojen yli. Kaikki puut kuolevat joskus, myös jätetyt säästöpuut. Kuollessaan tai kaatuessaan ne muodostavat lahopuuta, joka hyödyttää vuorostaan lahopuusta riippuvaista lajistoa. Mitä suurempi jätettävien säästöpuiden määrä ja niiden järeys on, sitä paremmin ne ylläpitävät sekä eläviä että kuolleita puita ja niihin sidoksissa olevaa lajiston monimuotoisuutta.

Lehtipuusto hyödyttää sekä lajeja että kasvatettavaa metsää

Lehtipuusekoituksen ja sekapuustoisuuden ylläpitäminen havupuuvaltaisissa talousmetsissä on tehokas tapa parantaa monien lajien elinmahdollisuuksia. Metsän sienille, kasveille ja eläimille koituvien hyötyjen lisäksi lehtipuut ovat tärkeä osa metsäekosysteemin toimintaa. Lehtipuiden karike vaikuttaa myönteisesti myös maaperän ravinnekiertoon ja metsien terveyteen. Se lisää myös maaperän tuotoskykyä.

Lehtipuusekoituksen säilyttäminen kasvatettavassa metsikössä on useimmissa tilanteissa

suositeltavaa sekä luonnonhoidon näkökulmasta että metsikön taloudellisen tuoton takia. Kuusen uudistusaloille syntyy usein luontaisesti monipuolinen lehtipuusto, joka antaa tarpeellista täydennystä viljelytaimikoiden aukkopaikkoihin ja monipuolistaa metsikköä. Myös havupuusekoitus tuo vaihtelevuutta metsään verrattuna puhtaisiin männiköihin tai kuusikoihin.

Monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden edistäminen – Virkistys

Metsien monikäyttömahdollisuudet, kuten luonnontuotteiden keruu, retkeily ja metsästys, tarvitsevat tuekseen niitä huomioivaa talousmetsien luonnonhoitoa.

Monikäyttömahdollisuuksien edistäminen lisää merkittävästi metsätalouden toimenpiteiden yleistä hyväksyttävyyttä. Monikäyttö saattaa olla myös osa metsänomistajan metsätaloutta.

Metsätalouden vaikutusta maisemaan voidaan pehmentää luonnonhoidolla

Metsien monikäyttöön on perinteisesti liitetty metsien ulkoilu- ja virkistysmahdollisuudet ja keruutuotteiden, kuten sienien ja marjojen hyödyntämien jokaisenoikeuksilla.

Virkistyskäyttöön parhaiten soveltuvat metsät ovat monipuolisia, elämyksellisiä ja vaihtelevasti joko helposti tai vaikeasti saavutettavissa.

Metsänomistaja voi vaikuttaa omissa metsissään luonnonhoidolla metsien elämyksellisyyteen ja kiinnostavuuteen virkistyskäytössä. Säästöpuuryhmien ja järeiden puuyksilöiden jättäminen uudistushakkuualoille pehmentää hakkuun vaikutusta maisemaan. Samoin puuston erirakenteisuus, lehtipuusto, sekapuustoisuus ja suojatiheiköt ylläpitävät myös metsien maisema-arvoja.

Luonnonhoito ylläpitää riistaeläinkantoja

Koska tärkeimmät riistaeläimemme elävät pääosin talousmetsissä, metsänhoito vaikuttaa niiden elinympäristön laatuun. Talousmetsien luonnonhoito parantaa muun metsäluonnon monimuotoisuuden ohella myös riistan elinmahdollisuuksia. Riistaeläinten, lähinnä hirvieläinten, kannat vaikuttavat vastaavasti myös metsän puulajisuhteisiin ja puuston rakenteeseen.

Metsänomistaja päättää riistan huomioimisen painoarvosta toimenpiteiden toteutuksessa. Jos riistanhoidolla on erityistä merkitystä metsänomistajalle, on se syytä ottaa huomioon jo metsien käytön suunnittelussa. Esimerkiksi jättämällä enemmän suojatiheikköjä voidaan parantaa niiden metsäkanalinnuille tarjoamaa suojaa pedoilta. Myös lehtipuuston ylläpito hyödyttää riistaa.

Monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden edistäminen - Ilmastomuutoksen hillintä

Talousmetsien luonnonhoidolla turvataan metsien ekosysteemin toimintaa. Kohdistamalla luonnonhoidon toimenpiteet oikein parannetaan niiden positiivisia vaikutuksia myös metsien hiilensidontaan ja varastointiin.

Vaikutukset hiilen määrään puustossa ja puutuotteissa

Talousmetsien luonnonhoidolla vaikutetaan metsikön monimuotoisuuteen eli biodiversiteettiin. Puuston elinvoimaisuus ylläpitää metsikön kykyä sitoa ja varastoida hiiltä sekä vastustaa erilaisia tuhoja. Ilman talousmetsien luonnonhoitoakin metsikkö sitoo kasvaessaan hiiltä, mutta pitkällä aikavälillä luonnonhoito tukee ilmastomuutoksen hillinnän tavoitteita.

Metsissä hiiltä varastoituu maaperään, puustoon ja muuhun kasvillisuuteen^[18]. Luonnonhoidon menetelmistä erityisesti suojakaistojen ja luontokohteiden puuston säilyttämisellä sekä^[19] säästöpuiden ja kuolleiden puiden pysyvällä jättämisellä metsään on mahdollista lisätä puuston ja maaperän hiilivarastoa. Toimenpiteiden vaikutusten suuruutta säätelee ennen kaikkea jätettävän lahopuun määrä ja laatu.^{[20][21]} Lahopuulla on olennainen merkitys luonnonhoidossa ja metsän hiilivaraston ylläpidossa^[21].

Hitaamman lahoamisen vuoksi hiili säilyy pidempään havupuiden ja pystypuiden säästöpuissa kuin lehtipuissa tai maalahopuissa^{[22][23]}. Varsinkin vanhat keloutuneet männyt^[24] voivat säilyä vuosikymmeniä hiilivarastoina, pohjoisessa Suomessa pidempään kuin eteläisessä. Energiapuuna käytettäessä lahopuussa oleva hiili vapautuisi välittömästi.^[25]

Taimettuminen ja taimien kasvu säästöpuiden läheisyydessä on verrattain hidasta. Säästöpuiden voi toisaalta odottaa tuottavan uudistusalueelle uusia taimia tavanomaisen siemenpuuston tapaan, joskin vaikutus on epätasaista^{[26][27][28]}. Säästöpuut voivat hetkellisesti heikentää kehittyvän taimikon kasvua, mutta vaikutus on pienin silloin kun säästöpuut on jätetty ryhmiin^{[29][20]}. Toisaalta säästöpuilla on todettu olevan positiivinen vaikutus uudistusalueen sienijuurten monimuotoisuuteen ja taimien mykorrhizoitumiseen^{[30][31][32]}. Tämä parantaa taimien kykyä ottaa maaperästä vettä ja ravinteita ja siten vahvistaa taimikon kasvua ja hiilensidontaa.

Vaikutukset maaperän hiilivaraston kehitykseen

Talousmetsien luonnonhoidon menetelmät yleisesti lisäävät metsämaan hiilivarastoa. Kuolleen puun lahoamisen myötä sen sisältämästä hiilestä osa vapautuu ajan myötä ilmakehään [\[19\]\[33\]](#) ja osa kartuttaa maaperän hiilivarastoa [\[21\]\[34\]](#).

Toteutus

Lahopuun turvaaminen metsänkäsittelyssä



Olemassa olevan lahopuun säästäminen on keskeinen keino ylläpitää eri puulajeista koostuvaa ja eri lahoamisen vaiheessa olevaa lahopuujatkumoa. Kuva: © Lauri Saaristo.

Olemassa olevan, eri asteisesti lahonneen puuston säästäminen hakkuussa on merkittävin ja kustannustehokkain keino ylläpitää lahopuun määrää talousmetsissä. Olemassa olevan lahopuun tuhoutumista vältetään hakkuiden ja maanmuokkauksen yhteydessä. Lahopuusta riippuvaisten lajien ylläpitäminen edellyttää uusien lahopuiden jatkuvaa muodostumista eli lahopuujatkumoa, minkä vuoksi lahopuumäärää voidaan tarvittaessa lisätä myös muilla

keinoilla.

Lahopuun määrän ylläpitämisen ja lisäämisen keinot metsänkäsittelyssä

- Lahopuuston tahattoman tuhoutumisen välttäminen hakkuissa.
- Häiriöiden tai kilpailun vuoksi kuolleiden runkojen korjaamatta jättäminen, metsätuholain vaatimukset huomioiden.
- Järeän kuolleen puun energiakäytöstä pidättäytyminen.
- Aktiivinen lahopuun tuottaminen tekemällä tekopökkelöitä hakkuissa.
- Normaalia suuremman elävän säästöpuumäärän jättäminen hakkuualoille.
- Arvokkaiden luontokohteiden ja suojavyöhykkeiden jättäminen kokonaan käsittelyn ulkopuolelle.
- Kiertoaikojen pidentäminen.

Työlajikohtaiset suositukset lahopuiden turvaamiselle

Kasvatushakkuut ja uudistushakkuut

- Hakkuissa säästetään kuolleet puut, erityisesti järeät rungot.
- Maalahopuiden tuhoutumista vältetään. Järeät pitkälle lahonneet rungot kierretään. Tuoreet järeät lahopuut voidaan myös siirtää pois tieltä.
- Lahopuukeskittymään on suositeltavaa sijoittaa säästöpuuryhmä, jolloin olemassa oleva lahopuu säästyy varmemmin hakkuissa sekä kohteeseen muodostuu luontainen lahopuujatkumo.
- Jos hakkuualueelta kerätään energiapuuta, kuollutta puuta ei korjata energiapuuksi. Lahonneella puulla ei ole juuri arvoa energiapuuna.
- Pystyyn kuolleet puut voi kaataa, jos puun mahdollinen myöhempi kaatuminen voisi aiheuttaa turvallisuusriskin.

Maanmuokkaus

- Maalahopuiden tuhoutumista vältetään. Järeät pitkälle lahonneet rungot kierretään. Tuoreet järeät lahopuut siirretään pois tieltä sellaiseen kohtaan, jota ei muokata, esimerkiksi säästöpuuryhmän tai suojavyöhykkeen sisälle.
- Maanmuokkauksessa on suositeltavaa käyttää mätästystä ja laikutusta äestysten tai aurauksen sijaan kohteilla, joilla lahopuuta on tavallista enemmän. Jatkuvaa muokkausjälkeä tekevä maanmuokkaus vaikeuttaa lahopuun tuhoutumisen välttämistä.

Jatkuva kasvatus

- Hakkuissa säästetään kuolleet puut, erityisesti järeät rungot.
- Jatkuva kasvatus voi säästää kuollutta puuta paremmin kuin tasaikäisrakenteinen kasvatus, koska siinä ei tehdä päätehakkuuta tai maanmuokkausta, eikä yleensä korjata energiapuuta.

Toistuvat poimintahakkuut voivat ehkäistä kuolleiden puiden muodostumista, minkä vuoksi aktiivinen lahopuun tuottaminen tekopökkelöillä on suositeltavaa.

Metsäsertifiointin vaatimukset monimuotoisuuden rakennepiirteiden turvaamiselle

Metsäsertifiointijärjestelmät (PEFC™ ja FSC®) asettavat rakennepiirteiden turvaamiseen liittyviä vaatimuksia. Ne toimivat vähimmäistasona säästö- ja lahopuiden jättämiselle, tekopökkelöiden tekemiselle, tiheikköjen säästämiseksi sekä lehtipuuosuuden ylläpitämiselle. Metsäsertifiointiin kuuluminen on metsänomistajalle vapaaehtoista. Sertifiointiin kuulumattomilla metsänomistajilla monimuotoisuudelle tärkeiden rakennepiirteiden turvaaminen perustuu vapaaehtoisuuteen.

PEFC™-sertifiointi (2022)

Metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi kasvatus- ja uudistushakkuukohteissa sekä energiapuun korjuussa jätetään pysyvästi sekä eläviä säästöpuita että kuollutta puustoa.

Monimuotoisuutta ja metsälajistoa turvataan säilyttämällä sekapuustoisuutta ja tiheikköjä.

Indikaattorit

Hakkuissa pysyvästi jätettyjen säästöpuiden lukumäärä on keskimäärin vähintään 10 kappaletta ja kuolleiden puiden lukumäärä keskimäärin vähintään 10 kappaletta hehtaarilla. Tuore metsätuhon seurauksena syntynyt vahingoittunut puu voidaan laskea mukaan siten, että vahingoittuneiden, elävien ja kuolleiden säästettävien puiden kokonaismäärän yhteensä pitää olla vähintään 20 kpl/ha. Säästöpuut voidaan keskittää leimikkotasolla, joka voi koostua useista erillisistä metsikkökuvioista. Mikäli leimikkotasolla ei ole riittävästi kuollutta puuta, tehdään vähintään 2–5 tekopökkelöä hehtaaria kohden erityisesti lehtipuista.

Monipuolisen lajiston ja riistan elinolosuhteiden turvaamiseksi kaikissa metsänkäsittelyn vaiheissa säilytetään tiheikköjä ja sekapuustoisuutta silloin, kun niitä esiintyy luontaisesti kuviolla ja sekapuustoisuus ei vaaranna kasvatettavien puulajien kasvatusta.

Määritelmät

Säästöpuut ovat eläviä, maamme luontaiseen lajistoon kuuluvia puita. Säästöpuiksi jätetään

- petolintujen pesäpuut
- järeät katajat

vanhat palokoroiset puut

- aiemman puusukupolven järeitä puuyksilöitä
- muodoltaan poikkeuksellisia puuyksilöitä
- jaloja lehtipuita
- kookkaita haapoja
- puumaisia raitoja, tuomia ja pihlajia
- tervaleppiä
- kolopuita
- metson havaittuja hakomispuita.

Edellä lueteltujen puuttuessa jätetään säästöpuiksi biologisen monimuotoisuuden kannalta hyödyllisiä, rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 15 cm paksuja puita, joilla on hyvät edellytykset kehittyä vanhoiksi puiksi.

Säästöpuut suositellaan jätettäväksi ensisijaisesti ryhmiin ja arvokkaiden elinympäristöjen välittömään läheisyyteen, avosoiden reunaan jätetyille suojakaistoille sekä vesistöjen ja pienvesien suojakaistoille. Suojakaistoille jätetyt puut sisältyvät säästöpuuston määrään, kun ne täyttävät säästöpuustolle asetetun läpimittavaatimuksen.

Säästöpuuryhmien maanpinta säilytetään rikkomattomana, eikä niiden alustoja raivata.

Säästöpuita ei tule jättää turvallisuusriskin takia tärkeiden rakenteiden, kuten liikenneväylien tai sähkö- ja puhelinlinjojen, välittömään läheisyyteen eikä muinaisjäännösten päälle.

Kuolleella puustolla tarkoitetaan rinnankorkeusläpimitaltaan yli 20 cm paksuja keloja ja muita kuolleita pystypuita, pötkelöitä ja maapuita. Lahopuulla ei tarkoiteta taloudellista käyttötarkoitusta varten pystyyn kuivatettuja keloja eikä kuollutta havupuustoa silloin, kun sen korjaamatta jättäminen olisi vastoin lakia metsätuhojen torjunnasta (1087/2013).

Leimikolla tarkoitetaan puunkorjuuta varten rajattua tai merkittyä saman metsänomistajan omistamaa metsäaluetta, joka voi koostua useista erillisistä ja eri tavoin sekä eri aikaan hakattavista metsikkökuvioista.

Tekopötkelöt ovat n. 2–5 metrin korkeudelta katkaistavien puiden tyviosia.

Uudistushakkuissa tekopötkelöiksi katkaistaan rinnankorkeusläpimitaltaan vähintään 15 cm paksuja puita.

Tiheiköt ovat pienialaisia lajistolle suojaa tuovia puuryhmiä. Tiheikön on hyvä olla puustoltaan monilajinen, sisältää kuusia ja olla kooltaan minimissään 10 m². Myös säästöpuuryhmät muodostavat tiheikköjä, kun niiden alustoja ei ole raivattu.

Sekapuustoisuus tarkoittaa, että metsässä on pääpuulajin lisäksi yhtä tai useampaa puulajia lehtipuita suosien.

FSC®-sertifiointi (2023)

Organisaatio ylläpitää metsätaloustoimissa säästöpuustoa. Säästöpuita voidaan keskittää samanaikaisesti hakattavien leimikoiden tasolla halkaisijaltaan 1 km ympyrän sisällä.

- Säästöpuustoon sisältyy myös käsiteltävän alueen pääpuulajia. Vieraspuulajit eivät lehtikuusta lukuun ottamatta kelpaa säästöpuiksi.
- Aiemmissa hakkuissa jätettyjä eläviä säästöpuita ei poisteta ja ne lasketaan säästöpuiksi myös myöhemmissä hakkuissa, mikäli ne ovat edelleen elossa.
- Säästöpuustoon lasketaan monimuotoisuuden kannalta arvokkaat elävät säästetyt puut silloin, kun ne täyttävät säästöpuiden läpimittavaatimukset.
- Osasta säästöpuita (enintään 5 kpl/ha) voidaan tehdä tekopötkkelöitä, jos kyseiset puut eivät ole monimuotoisuuden kannalta arvokkaita puita. Tekopötkkelöstä irti katkaistu rungonosia jätetään maastoon, jos tekopötkkelö luetaan mukaan säästöpuiden lukumäärään.
- Uudistusaloille jätettyjen säästöpuuryhmien maanpinta säilytetään rikkomattomana eikä niiden pienpuustoa raivata.

Säästöpuiksi jätetään uudistushakkuissa vähintään 10 kpl/ha puita, joiden minimirinnankorkeusläpimitta on Etelä-Suomessa 20 cm ja Pohjois-Suomessa 15 cm. Uudistushakkuissa jätetään lisäksi säästöpuiksi vähintään 10 kpl/ha puita, joiden rinnankorkeusläpimitta on vähintään 10 cm. Tätä vaatimusta ei sovelleta, jos säästöpuista vähintään 5 kpl/ha on rinnankorkeusläpimitaltaan Etelä-Suomessa vähintään 30 cm ja Pohjois-Suomessa vähintään 25 cm.

Muissa valtapuustoltaan vähintään varttuneen metsän hakkuissa säästetään mahdolliset aiemmissa toimenpiteissä säästöpuiksi jätetyt puut sekä huolehditaan siitä, että hakkuun jälkeenkin kohteella on vähintään 10 kpl/ha puita, joiden minimirinnankorkeusläpimitta on Etelä-Suomessa vähintään 20 cm ja Pohjois-Suomessa vähintään 15 cm.

Seuraavat monimuotoisuuden kannalta arvokkaat elävät puut säästetään kaikkien metsätaloustoimien yhteydessä:

- rauhoitetut puulajit (lain mukaisesti puun läpimitasta riippumatta)
- yksittäiset tai pienissä ryhmissä olevat puut, joiden rinnankorkeusläpimitta on vähintään:
 - mänty, kuusi ja koivu: 60 cm
 - muut kotimaiset puulajit: 40 cm.
- puumaiset ja pylväsmäiset katajat
- haavat, joiden rinnankorkeusläpimitta on vähintään 40 cm: säästetään havupuuvaltaisissa kasvatusmetsissä vähintään 20 kpl/ha tai kaikki, mikäli niitä esiintyy edellä mainittua lukua vähemmän
- kolopuut
- petolintujen tiedossa olevat pesäpuut
- palokoraiset männyt; Pohjois-Suomessa sellaisilla alueilla, joilla on palovioitusta laajasti, palokoraisia puita säästetään vähintään 10 kpl/ha.

Seuraavat monimuotoisuuden kannalta arvokkaat elävät puut säästetään uudistushakkuissa sekä muissa valtapuustoltaan vähintään varttuneiden metsien hakkuissa:

- tammet, joiden rinnankorkeusläpimitta on:
 - hemiboreaalisella vyöhykkeellä vähintään 20 cm
 - muualla Suomessa vähintään 10 cm.
- sellaiset muut jalot lehtipuut, raidat ja muut puumaiset pajut, tuomet, pihlajat sekä tervalepät, joiden rinnankorkeusläpimitta on vähintään 10 cm.

Valtapuustoltaan nuorten metsien hakkuissa ja taimikonhoidossa edellä mainittuja lehtipuita säästetään vähintään 20 kpl/ha tai kaikki edellä mainitut vaatimukset täyttävät puut, mikäli niitä esiintyy vähemmän kuin 20 kpl/ha. Tämän vaatimuksen mukaisia säästettäviä puita valitessa tulee suosia järeimpiä puita ja eri puulajeja.

Organisaatio säästää metsätaloustoimissa rinnankorkeusläpimitaltaan yli 10 cm kuolleet puut aina, kun niitä löytyy alueelta, ellei laki metsätuhojen torjunnasta edellytä niiden

poistamista. Mikäli kohteella syntyy tuoretta (lahoasteluokka 1) lahopuuta yli 20 m³/ha, ylimenevän osan saa poistaa (siinäkin tapauksessa, ettei metsätuholain mukainen poistokynnys ylity). Viljellyissä lehtipuuvaltaisissa 02-kehitysluokan metsissä kerralla syntyneestä tuoreesta (lahoasteluokka 1) kuolleesta puusta voidaan poistaa 10 m³/ha ylittävä osa.

Organisaatio varmistaa havupuuvaltaisten metsien riittävän lehtipuuosuuden kasvatushakkuissa ja taimikonhoidossa siten, että lehtipuuosuutta ei vähennetä alle 10 %:iin kasvatettavan puuston runkoluvusta. Jos lehtipuuosuus on alle 10 % runkoluvusta ennen toimenpidettä, lehtipuusto säästetään, paitsi niiltä osin kuin se selvästi haittaa havupuiden kasvua. Lisäksi taimikonhoidossa säästettävään lehtipuustoon jätetään monimuotoisuuden kannalta arvokkaita lehtipuulajeja.

Taimikonhoidossa ja harvennushakkuiden yhteydessä säästetään riistalle tärkeitä tiheiköitä ja lehtipuita.

Sanasto

Lahopuujatkumo



Kohteelle on syntynyt tuoretta lahopuuta, mutta osittain ja pitkälle lahonneet puut puuttuvat. Kuva: © Lauri Saaristo.

Lahopuujatkumolla tarkoitetaan tilannetta, jossa alueella on samanaikaisesti eri lahoasteen lahopuita. Metsään syntyy myös uutta tuoretta lahopuuta. Hyvässä lahopuujatkumossa kohteella olevasta lahopuusta noin kolmasosa on pitkälle lahonneita, kolmasosa keskilahoja ja kolmasosa vastikään kuollutta puuta.

Lahopuujatkumo voi esiintyä kohteella luontaisesti. Sitä voidaan myös ylläpitää jättämällä eläviä säästöpuita ja tekemällä tekopökkeliä.

Monimuotoisuuden rakennepiirre



Metsän monimuotoisuutta voi ylläpitää säästöpuilla ja suoja-aiheilla. Kuva: © Teemu Huikuri.

Metsän monimuotoisuudelle tärkeitä rakennepiirteitä ovat vanhat ja kookkaat puut, järeät lahoppuut sekä kasvatettavaan puustoon liittyvät ominaisuudet, kuten lehtipuusekoitus ja paikoittainen tiheä alikasvos.

Metsänomistaja voi edistää tehokkaasti metsän monimuotoisuutta säilyttämällä ja lisäämällä monimuotoisuudelle tärkeitä rakennepiirteitä. Esimerkiksi metsäkanalintujen elinolosuhteita voidaan parantaa taimikoissa säästämällä lehtipuuryhmiä ja kasvatusmetsissä jättämällä harventamattomia kohtia.

Kirjallisuus

1. Siitonen, J., 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecol. Bull.* 49, 11–41.
2. Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.
<http://hdl.handle.net/10138/299501>
3. Martikainen, P., Siitonen, J., Puntila, P., Kaila, L., & Rauh, J. 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biological Conservation*, 94, 199-209.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320799001755?via%3Dihub>
4. Ranius, T. & Jonsson, M. 2007: Theoretical expectations for thresholds in the relationship between number of wood-living species and amount of coarse woody debris: a case study in spruce forests. *J. Nat. Conserv.* 15: 120-130.
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2007.02.001>
5. Junninen, K. & Komonen, A. 2011: Conservation ecology of boreal polypores: a review. *Biol. Conserv.* 144: 11-20.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.010>
6. Ylisirniö, A. L., Penttilä, R., Berglund, H., ym. 2012: Dead wood and polypore diversity in natural post-fire succession forests and managed stands – lessons for biodiversity management in boreal forests. *For. Ecol. Manage.* 286: 16-27.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.08.018>
7. Ylisirniö, A.-L., Mönkkönen, M., Hallikainen, V., Ranta-Maunu, T. & Kouki, J. 2016: Woodland key habitats in preserving polypore diversity in boreal forests: Effects of patch size, stand structure and microclimate. *Forest Ecology and Management* 373: 138–148.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.042>
8. Andersson, J., Hjältén, J. & Dynesius, M. 2015: Wood-inhabiting beetles in low stumps, high stumps and logs on boreal clear-cuts: implications for dead wood management. *PLoS One* 10: e0118896.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127220>

- Jonsell, M., Abrahamsson, M., Widenfalk, L. & Lindbladh, M. 2019: Increasing influence of the surrounding landscape on saproxylic beetle communities over 10 years succession in dead wood. *For. Ecol. Manage.* 440: 267-284.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.021>
10. Jonsell, M., Schroeder, M. & Weslien, J. 2005: Saproxylic beetles in high stumps of spruce: Fungal flora important for determining the species composition. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 54-62.
<https://doi.org/10.1080/02827580510008211>
11. Abrahamsson, M. & Lindbladh, M. 2006: A comparison of saproxylic beetle occurrence between man-made high- and low-stumps of spruce (*Picea abies*). *For. Ecol. Manage.* 226: 230-237.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.046>
12. Tikkanen, O.-P. ym. 2006. Red-listed boreal forest species of Finland: associations with forest structure, tree species, and decaying wood. *Annales Zoologici Fennici*, 43, 373-383.
https://slunik.slu.se/kursfiler/MX0119/30149.1718/Red-listed_boreal_forest_species_of_Finland.pdf
13. Sippola, A.-L., Similä, M., Mönkkönen, M. & Jokimäki, J. 2004. Diversity of polyporous fungi (Polyporaceae) in northern boreal forests: effects of forest site type and logging intensity. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 152-163.
<https://doi.org/10.1080/02827580410026294>
14. Korhonen, K.T., Ahola, A., Heikkinen, J., ym. 2021. Forests of Finland 2014-2018 and their development 1921-2018. *Silva Fennica* 55: 10662.
<https://doi.org/10.14214/sf.10662>
15. Tikkanen, O.-P., Matero, J., Mönkkönen, M., Juutinen, A. & Kouki, J. 2012. To thin or not to thin: bio-economic analysis of two alternative practices to increase amount of coarse woody debris in managed forests. *European Journal of Forest Research* 131: 1411-1422.
<https://doi.org/10.1007/s10342-012-0607-8>
16. Tikkanen, O.-P., Heinonen, T., Kouki, J. & Matero, J. 2007: Habitat suitability models of saproxylic red-listed boreal forest species in long-term matrix management: cost-effective measures for multi-species conservation. *Biol. Conserv.* 140: 359-372.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2007.08.020>

Melin, M., Laakso, T., Kärkkäinen, L., Packalen, T. & Viiri, H. 2021.

Kirjanpainaikut, suojelualueet ja aluevaraukset – lainsäädäntö ja mahdolliset ongelmakohdat tuhojen levitessä. Metsätieteen aikakauskirja 2021-10522. Tieteen tori. 9 s.

<https://doi.org/10.14214/ma.10522>

18. Bradshaw, C.J.A. & Warkentin, I.G. 2015: Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change* 128: 24-30.
19. Krankina, O.N. & Harmon, M.E. Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. *Water Air Soil Pollution*. (1995) 82: 227.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1007/BF01182836>
20. Gustafsson, L. ym. 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: A world perspective. *BioScience*, 62: 633–645.
<https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.7.6>
21. Lehtonen, A. et al. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
22. Mäkinen, H., Hynynen, J., Siitonen, J., Sievänen, R. 2006. Predicting the decomposition of scots pine, Norway spruce, and birch stems in Finland. *Ecological Applications* 16(5): 1865–1879.
23. Holeksa, J., Zielonka, T., & Żywiec, M. 2008. Modeling the decay of coarse woody debris in a subalpine Norway spruce forest of the West Carpathians, Poland. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(3), 415-428.
24. Niemelä T, Wallenius T, Kotiranta H. 2002. The kelo tree, a vanishing substrate of specified wood-inhabiting fungi. *Pol Bot J* 47(2):91–101
25. Pukkala, T., 2018. Carbon forestry is surprising. *Forest Ecosystems* 5, 11
<https://forestecosyst.springeropen.com/articles/10.1186/s40663-018-0131-5>
26. Valkonen, S., Ruuska, J. & Siipilehto, J. 2001: Mäntysäästöpuut männyntaimikoissa – aukkoisuutta, kasvutappioita vai laatua? *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2001: 55-59.
27. Valkonen, S., Sirén, M. & Piri, T. 2010. Poiminta- ja pienaukkohakkuut – vaihtoehtoja avohakkuulle. *Metsäkustannus Oy*.
28. Hosionaho, M. 2012: Säästöpuuryhmien vaikutus luontaisen taimiaineksen syntyyn

uudistusaloilla. Pro gradu, Helsingin yliopisto.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/39585>

29. Palik M. 2003: Spatial distribution of overstorey retention influences resources and growth of longleaf pine seedlings. *Ecol. Appl.* 13: 674-686.
30. Sterkenburg ym. 2019. The significance of retention trees for survival of ectomycorrhizal fungi in clear-cut Scots pine forests. *J. Appl. Ecol.* 56: 1367– 1378.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13363>
31. Korkama ym. 2006. Ectomycorrhizal community structure varies among Norway spruce (*Picea abies*) clones. *New Phytologist*, 171: 815–824.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01786.x>
32. Outerbridge, R.A. & Trofymow, J.A. 2009: Forest management and maintenance of ectomycorrhizae: A case study of green tree retention in south-coastal British Columbia. *J. Ecosyst. Manag.* 10: 6.
33. Stokland, J. N., Siitonen, J. & Jonsson, B. G. 2012. Biodiversity in dead wood. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 509 s.
34. Seibold ym. 2021: The contribution of insects to global forest deadwood decomposition. *Nature*.
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03740-8>