

Matti Koivula, Erkki Hallman, Jari Kouki, Timo Kuuluvainen,
Juha Siitonen ja Sauli Valkonen

Luonnonmetsän inspiroimaa metsänhoitoa tutkitaan aluetason koejärjestelyllä

Vuonna 2009 käynnistetyssä ”Metsien luontaiseen häiriödynamiikkaan perustuvat käsitteilymallit” (DISTDYN) -yhteistutkimushankkeessa selvitetään maassamme ensi kertaa, millaisia ovat aluetasolla sovelletun erirakenteisen metsänhoidon vaikutukset metsälajistoon. Hanke luo uusia mahdollisuuksia metsien luontaiseen häiriödynamiikkaan perustuvan metsänhoidon tutkimukselle ja käytännön kehittämistyölle. Eri puolilla maata Metsähallituksen mailla toteutettava koe käsittää useita satojen hehtaarien laajuisia tutkimusalueita. Näitä käsitellään siten, että ne säilyvät pysyvästi pääosin peitteisinä, mutta metsiköiden puusto vaihtelee pienipiirteisesti. Puuston vaihtelua lisätään monipuolisilla hakkuilla ja muilla hoitotoimilla. Puustoa, eliölajistoa ja elinympäristöjen kehitystä seurataan toistuvasti inventoinnein. Lisäksi hankkeessa selvitetään metsänkäsittelytapojen sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia. Maantieteellisen laajuuden ja aluetason koejärjestelyn ansiosta hanke on ainutlaatuinen.

Tässä artikkelissa esittelemme hankkeen taustaa, koejärjestelyn, metsänkäsittelyn periaatteet sekä käynnissä olevat ekologiset seurannat. Hankkeen tavoitteena on jatkossa toimia kansallisesti merkittävänä tutkimuksen infrastruktuurina poikkitieteelliselle metsänhoidon kehitystyölle. Jotta tämä toteutuisi, pyrimme käynnistämään yhteistutkimuksia muiden vastaavien hankkeiden kanssa ja eri tieteenalojen välillä, ja edistämme uusien osatutkimuksien käynnistämistä hankkeen tutkimusmetsissä. Hanke

tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet selvittää metsänhoitoon liittyviä kysymyksiä sekä metsikkö-että aluetasolla hyvin pitkällä aikavälillä: hankkeen suunniteltu kesto on peräti sata vuotta.

Luonnonprosessit metsänhoidon inspiraation lähteenä

Metsien hoidolle asetetut tavoitteet ovat nopeasti monipuolistuneet: taloudellisten tavoitteiden rinnalla painottuvat yhä enemmän monimuotoisuuden suojelu ja virkistyskäyttö. Uudet tavoitteet ja niiden yhdistelmät vaativat metsänkäsittelymallien uudistamista. Erityisesti monimuotoisuuden suojeluun tähtäävässä metsänkäsittelyssä kehitystyön lähtökohdaksi voidaan ottaa metsän luontaisten rakennepiirteiden ylläpitäminen ja palauttaminen hakkuilla, jotka jäljittelevät luontaisten häiriötekijöiden vaikutuksia metsän rakenteeseen sekä metsikkö-että aluetasolla. Oletuksena on, että uudet käsittelymallit säilyttävät perinteisiä paremmin ekosysteemin luontaisen rakenteen, prosessit ja lajiston.

Metsän häiriödynamiikalla tarkoitetaan niiden häiriötekijöiden yhteisvaikutusta, jotka aika ajoin tappavat puustoa eri määriä eri mittakaavoissa. Häiriöt ylläpitävät metsän uudistumista ja lajistollista monimuotoisuutta luomalla uusia elinympäristöjä sekä vapauttamalla kasvutilaa ja -resursseja. Pintalaltaan merkittäviä luontaisia häiriötekijöitä ovat metsäpalot ja myrskytuhot, jotka saattavat tappaa

valtaosan puustosta jopa tuhansien hehtaarien alalta. Tavallisesti nämäkin häiriöt ovat meillä pienialaisia, mutta esimerkiksi Kanadassa yksittäinen metsäpalo voi polttaa tuhansia neliökilometrejä. Toisaalta myös hyönteistuhot voivat olla pinta-alaltaan merkittäviä. Hyvä esimerkki on pohjoisamerikkalainen, kaarna-kuoriaisiin kuuluva vuoristoniluri (*Dendroctonus ponderosae*), joka on runsaassa vuosikymmenessä tappanut 17,5 miljoonaa hehtaaria (noin 700 miljoonaa kuutiota) kontortamänniköitä Brittiläisessä Kolumbiassa. Suomen metsille tyypillistä on osittaisten ja pienialaisten häiriöiden yleisyys. Näitä ovat esimerkiksi pintakulot ja pienaukkodynaamiikka. Esimerkkejä viimeksi mainitusta ovat hyönteistuhot, jotka metsissämme tavallisimmin rajautuvat yksittäisiin puihin tai puuryhmiin, sekä patogeenisten lahottajasiementen aiheuttama yksittäisten puiden kuoleminen, lahoaminen ja kaatuminen.

Suomessa hakkuut ovat jo vuosikymmeniä korvanneet luontaiset häiriöt pääasiallisena metsän sukkessiokkehityksen käynnistäjänä. Metsätalous on pitkälti perustunut puuston kasvatukseen tasaikäisinä metsiköinä ja koko metsikön puuston uudistamiseen kerrallaan. Tällaisessa jaksottaisessa metsänkasvatuksessa metsien rakenteellinen vaihtelu on toteutunut aluetasolla eri kehitysvaiheiden metsiköiden mosaiikkina. Valtaosa metsälajistosta näyttää säilyvän elinvoimaisena metsikkötalouden ylläpitämissä elinympäristöissä. Intensiivinen metsätalous on kuitenkin myötävaikuttanut siihen, että sadat metsälajit ovat uhanalaisia. Kielteisten vaikutusten vähentämiseksi metsänhoidon säädöksiä, suosituksia ja käytäntöjä on monipuolistettu 1990-luvulta lähtien. Hakkuissa säästetään eläviä puita, jätetään arvokkaat, yleensä pienialaiset elinympäristöt hakaamatta, säästetään suoja- ja reunavyöhykkeitä ja vältetään tarpeetonta alikasvoksen raivausta.

Vaatimukset monimuotoisuus-, maisema- ja virkistysarvojen paremmasta huomioimisesta ovat hiljalleen monipuolistamassa metsänkäsittelymenetelmien kirjoa. Metsikkötalouden perinteiset menetelmät ovat saaneet seurakseen erirakenteisen metsän kasvatustapojen, joilla pyritään ylläpitämään metsän peitteisyyttä jo uudistamisvaiheessa sekä monipuolistamaan metsikkörakennetta. Eriasteinen peitteisyys ja monimuotoinen erirakenteisuus ovat meikäläisen luonnonmetsän ominaisuuksia. Metsähallitus suosiikin peitteisyyttä ylläpitävien

menetelmien käyttöä monimuotoisuuden ja virkistyskäytön erityiskohteilla. Erirakenteisessa metsässä esiintyy useita ikä- ja kokoluokkia, ja pienet puut ovat määrällisesti vallitsevia. Puuston huomattava erirakenteisuus on nykymetsissä harvinaista, mutta sitä voi havaita esimerkiksi turvemaiden tai Lapin karujen kankaiden metsissä sekä kahden vallitsevan ikäluokan metsiköissä.

Metsien rakenteellista vaihtelua voidaan tietenkin lisätä säästämällä metsiköt hakkuilta vuosikymmeniksi, mutta toisaalta metsänkäsittelyn menetelmien kansainvälisessä kehitystyössä on pitkään haettu inspiraatiota luonnonmetsien rakenteesta ja dynamiikasta. Metsätaloudessa ehkä helpoimmin vaihdeltavissa olevat metsän rakennepiirteet ovat puulajisuhteet, puuston koko- ja ikärakenne sekä hakkuuaukkojen koko. Viimeksi mainitun vaikutuksia metsälajistoon on tutkittu eri puolilla maailmaa.

Erirakenteisen metsän kasvatuksen kokeellinen tutkimus

Erirakenteisen metsän kasvatusta on kokeellisesti tutkittu varsinkin Pohjois-Amerikassa, mutta myös Suomessa (liitteet 1A ja 1B). Esimerkiksi Metsäntutkimuslaitoksella on jo 1980-luvulta ollut käynnissä erirakenteisten metsien kasvatuskokeita. Yleisin tarkastelun taso metsänkäsittelykokeissa on metsikkö: eliölajistoa, puuston rakennetta, puuntuotantoa, hakkuukustannuksia ja sosiaalisia vaikutuksia vertaillaan hakkaamattomien kontrollimetsiköiden sekä eri tavoin käsiteltyjen koemetsiköiden välillä. Suomessa MONTA-hanke oli ensimmäinen metsänkäsittelyn lajistovaikutuksia selvittänyt laaja koejärjestely. Valitettavasti MONTA-kokeen ylläpito lopetettiin viime vuosikymmenen lopussa. Tämä ja muut liitteessä 1 luetellut hankkeet ovat tuottaneet runsaasti tietoa useiden eliöryhmien vasteista eri hakkuumenetelmiin. Yleinen johtopäätös on, että hakkuu muuttaa eliölajistoa sitä vähemmän, mitä enemmän metsikön puustosta säästetään. MONTA-kokeen tuloksien perusteella voidaan päätellä, että puuston tilavuudesta voidaan hakata kolmannes ilman merkittäviä muutoksia metsän tavanomaisessa eliölajistossa. Toisaalta jotkin eliölajit eivät välttämättä siedä edes varovaisia poimintahakkuita. Myös sillä on merkitystä, poistetaanko puita tasaisesti siel-

tä täältä vai hakkaamalla pieniä aukkoja.

Metsikkötason tutkimustuloksia voidaan jossain määrin yleistää aluetasolle. Jos esimerkiksi metsikkövertailu kertoo jonkin lajin esiintyvän yksinomaan reilun sadan vuoden ikäisissä korpikuusikoissa, ei tarvita aluetason tutkimusta osoittamaan, että tällaisten ympäristöjen eliminoiminen hävittää lajin. Kaikkiin luonnonprosesseihin ja lajeihin tällainen päättely ei ulotu: jotkut lajit vaativat metsikössä hetkellisesti tarjolla olevien resurssien lisäksi alueellista tai ajallista resurssien ja elinympäristöjen jatkumoa. Aluetason vaatimukset riippuvat sekä elinympäristöjen ja resurssien vaihtelusta että lajin ekologisista ominaisuuksista. Lajin säilymiseen tarkasteltavassa maisemassa vaikuttavat mm. sen leviämiskyky ja maiseman rakenne, eli onko tarkasteltavan metsikön lähellä lajille ainakin väliaikaisesti kelpaavia elinympäristölaikkuja. Siten talousmetsien hoidolla on merkittävä rooli lajien elinvoimaisten kantojen säilymiselle pitkällä aikavälillä, sillä pääosa Suomen metsistä on talousmetsiä. Metsäluonnon tehokkaan suojelun kannalta on siksi tärkeää selvittää, miten elinympäristönsä suhteen vaateliias eliölajisto reagoi aluemittakaavassa toteutettaviin erilaisiin metsänkäsittelyihin. Onnistuuko taloudellisten ja ekologisten tavoitteiden saavuttaminen samalla alueella? Säilyttääkö erirakenteinen metsätalous vaateliasta lajistoa?

Hankkeen päätavoite on maisemarakenteen vaikutusten selvittäminen

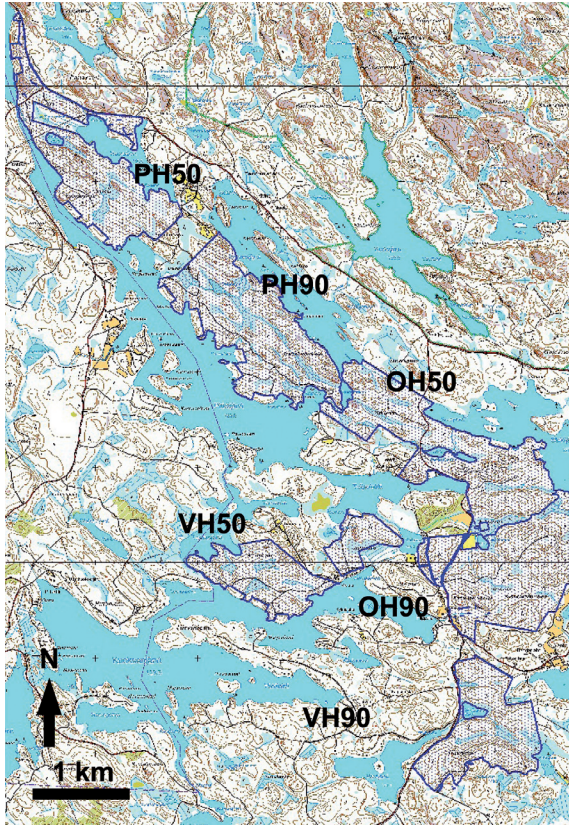
Tässä metsän luontaisesta häiriödynamiikasta voimakkaasti vaikutteita hakevassa tutkimushankkeessa päämielenkiinto kohdistuu metsänkäsittelyn aluetason vaikutuksiin. Tässä suhteessa hanke on kansainvälisestikin harvinainen, sillä alue on nimenomaisesti asetettu vertailujen mittakaavaksi vain yhdessä liitteessä 1 listatussa hankkeessa (MOFEP). Vastavia alueellisen mittakaavan kokeellisia vertailuja ei ole tietääksemme aiemmin tehty Pohjoismaissa.

Ensimmäiset tutkimusalueet perustettiin Metsähallituksen maille Isojärven kansallispuiston lähelle ja Ruunaan retkeilyalueelle 2009–2010 (kuva 2). Kolmas alue pyritään lähiaikoina perustamaan Pohjois-Suomeen. Kukin tutkimusalue on kooltaan 700–1000 ha.

Tutkimuksellista aluetasoa edustavat 100–200 hehtaarin lohkot, joita on kuusi kullakin hankkeen tutkimusalueella (kuva 1). Kukin lohko edustaa tiettyä häiriövyöhykkeen ja käsittelyintensiteetin yhdistelmää (taulukko 1, kuva 1). Lohkotus muodostuu kolmen häiriövyöhyke- ja kahden käsittelyintensiteetti-alueen yhdistelmästä. Pienten, osittaisten tai voimakkaiden häiriöiden vyöhykkeet eroavat toisistaan vallitsevan hakkuumenetelmän perusteella (taulukko 1). Pienten häiriöiden lohkoilla käytetään poiminta- ja pienaukkohakkuuta, osittaisten häiriöiden lohkoilla osittaishakkuuta (avo- ja pienaukkohakkuun välimuoto, jossa uudistusalan läpimitta on 40–60 m) ja voimakkaiden häiriöiden lohkoilla avohakkuuta. Hakkuumenetelmät jäljittelevät luontaista häiriödynamiikkaa yksittäisten puiden kuolemasta (poimintahakkuu) laikuittaisiin puukuolemiin (pienaukko- ja osittaishakkuu) ja suurempialaisiin häiriöihin (avohakkuu). Käsittelyintensiteetti puolestaan määrittelee pysyvästi säästettävän puuston osuuden: hakkuukierron aikana joko 50 tai 90 % puustosta hyödynnetään hakkuissa – tai vastaavasti 50 tai 10 % säästetään (taulukko 1). Vain pieni osa lohkoista on kerrallaan hakkuuvuorossa.

Metsikkötason toimenpiteet monimuotoisuuden turvaamiseksi

Hakattaviin metsiköihin jää 5–30 % puustosta pysyviin säästöpuuryhmiin; tämän lisäksi hakattavalle alalle jätetään 5–20 % elävää ja pystyyn tapettavaa säästöpuuta (taulukko 1). Verrokkeina toimivat tutkimusalueiden lähistöllä sijaitsevat talous-, suojelu- ja virkistymetsät. Hakkuukierron aikana samassa metsikössä käydään korjaamassa puuta kerran (avohakkuu), kolmesti (osittaishakkuu) tai viidesti (pienaukkohakkuu), ja vastaavasti kullakin kerralla uudistetaan 100, 33 tai 20 % metsikön hakattavaksi suunnitellusta pinta-alasta. Kuhunkin metsikköön voidaan metsätyypin ja vyöhykejaon mukaan räätälöidä soveltuvin uudistamismenetelmä. Metsikön rakenteellisen monimuotoisuuden ylläpitoon kiinnitetään erityistä huomiota jo taimikonhoidosta lähtien. Isojärven ja Ruunaan kokemuksen perusteella tällaisia hakkuutapoja voidaan hyvin toteuttaa nykyisellä korjuukalustolla, ja metsäkonekuljettajat omaksuvat hakkuiden vaatiman uuden ajattelun nopeasti.



Kuva 1. Häiriödynamiikkahankkeen lohkojako Isojärven tutkimusalueella Kuhmoisissa. Tutkimuslohkot on korostettu sinisellä, ja lohkojako on esitetty lyhentein (vrt. taulukko 1). © Metsähallitus.

Eri hakkuukäsittelyissä vaihdellaan hakattavan aukon (häiriön) kokoa ja säästettävän puuston määrää. Avohakkuiden pinta-ala vaihtelee 0,5 ja 5 hehtaarin välillä, osittaihakkuussa tehdään halkaisijaltaan 40–60 metrin ja pienaukkohakkuussa 10–30 metrin aukkoja. Poimintahakkuussa aukon kooksi muodostuu yksittäisen puun kaatamisesta syntyvä avoin ala. Aukot suunnitellaan muodoltaan vaihteleviksi ja niiden reunat hakataan rakenteeltaan pehmeästi vaihtetuiksi ”liehuviksi reunoiksi”. Tähän pyritään siten, että poimitaan yksittäisiä puita aukon ulkopuolelta ja toisaalta joitakin eläviä puita säästetään sisäpuolella: teräviä reunoja vältetään.

Elävää ja kuollutta puustoa säästetään sekä hakattavalla alalla että pysyvinä säästöpuuryhminä (taulukko 1). Hakattavalle alalle jätetään 2,5–15 %

Taulukko 1. Häiriödynamiikkahankkeen lohkojako sekä niillä toteutettava metsänkäsittely (vertaa kuvaan 1). Säästöpuuryhmä tarkoittaa pysyvästi hakkuilta säästettävää osaa metsistä; lisäksi hakattaviin aukoihin jätetään elävää säästöpuuta ja tuotetaan kuollutta puuta. Luvut koskevat puuston tilavuutta.

Lyhenne	Häiriövyöhyke	Käsittely-intensiteetti (%)	Pääuudistamismenetelmät (osuus hakkuista)	Vastine luonnonmetsässä	Säästöpuuryhmät (%)	Elävät säästöpuut aukkoissa (%)	Tuotettava kuollut puusto aukkoissa (%)
PH50	Pienten	50	Pienaukkohakkuu (>3/4), poimintahakkuu (<1/4)	Yksittäisten puiden tai puuryhmien kuolemat metsissä, joissa ei tavata laaja-alaisia häiriöitä	30	15	5
OH50	Osittaisten	50	Osittaihakkuu (>3/4), pienaukkohakkuu (<1/4)	Laikuttaiset puukuolemat metsissä, joissa esiintyy pintapaloja tai muita, puustoa osin henkin jättäviä häiriöitä	30	15	5
VH50	Voimakkaiden	50	Avohakkuu (>3/4), osittaihakkuu (<1/4)	Voimakkaiden metsäpalojen tai muiden laaja-alaisen häiriöiden aiheuttamat, lähes koko metsikön puuston kuolemat	30	15	5
PH90	Pienten	90	Pienaukkohakkuu (>3/4), poimintahakkuu (<1/4)	Yksittäisten puiden tai puuryhmien kuolemat metsissä, joissa ei tavata laaja-alaisia häiriöitä	5	2,5	2,5
OH90	Osittaisten	90	Osittaihakkuu (>3/4), pienaukkohakkuu (<1/4)	Laikuttaiset puukuolemat metsissä, joissa esiintyy pintapaloja tai muita, puustoa osin henkin jättäviä häiriöitä	5	2,5	2,5
VH90	Voimakkaiden	90	Avohakkuu (>3/4), osittaihakkuu (<1/4)	Voimakkaiden metsäpalojen tai muiden laaja-alaisen häiriöiden aiheuttamat, lähes koko metsikön puuston kuolemat	5	2,5	2,5



Kuva 2. Esimerkkejä hankkeessa tehtävistä hakkuista ja tutkimusmetsistä. Ylhäällä ennen-jälkeen kuvapari kuusikossa tehdystä pienaukkohakkuusta Isojärven tutkimusalueella (lokakuu 2009). Alhaalla ennen-jälkeen kuvapari mänty-metsässä tehdystä poimintahakkuusta Ruunaalla (syyskuu 2009 ja lokakuu 2010). Huomaa tekopötkelöt sekä tarkoituksella maahan jätetyt latvukset. © Matti Koivula.

puustosta elävinä säästöpuina ja 2,5–5 % katkaistaan tekopötkelöiksi vaihtelevalta korkeudelta; myös latvaosa voidaan jättää maahan lahoppueliöstön resurssiksi (kuva 2). Säästöpuita ja tekopötkelöitä voidaan jättää aukolle tasaisesti tai pieniksi ryhmiksi. Elävät säästöpuut voivat olla taloudellisessa mielessä vähäarvoisia mutta ekologisesti arvokkaita, kuten teknisesti huonolaatuisia tai huomattavan isokokoisia ja vanhoja puita. Säästöpuustoksi voidaan jättää myös elinvoimaista, kasvatuskelpoista alikasvosta sekä puulajeja, jotka ovat metsikössä harvinaisia. Arvokkaat elinympäristöt säästetään vähintään nykykäytännön mukaisesti.

Uudistamisessa suositetaan luontaista taimettumista ja jo syntyneitä alikasvosta. Uudistumisen

näyttäessä hitaalta tai epätodennäköiseltä voidaan paikalla tehdä kevyitä pintamaan muokkauksia ja metsänviljelyä. Välialueita voidaan harventaa yläharvennuksella tai *skips & gaps* -periaatteella, jossa kooltaan vaihtelevaa puustoa jätetään vaihtelevaan tiheyteen, paikoin harventamattomiksi laikuiksi ja paikoin pieniksi aukoiksi. Vaikka kulutus on viime vuosina lisätty metsänhoidon työkaluihin, sen käytöstä tässä hankkeessa luovuttiin, koska toimenpide saattaisi vaikuttaa ainakin lähimpien kulottamattomien tutkimusmetsiköiden eliölajistoon ja näin aiheuttaa tilastollista ja ekologista riippuvaisuutta eri tavoin käsiteltyjen koemetsiköiden kesken.

Taulukko 2. Häiriödynamiikkahankkeessa vuosina 2009–2012 toteutettava biologinen näytteenotto jaoteltuna eliöryhmittäin, sekä näiden näytteenottomenetelmä ja näytteenoton ensisijainen mittakaava.

Eliöryhmä	Menetelmä	Mittakaava
Elävä puusto	20 × 100 m määräala	Metsikkö
Kuollut puusto	20 × 100 m määräala	Metsikkö
Puuntaimet	2 m leveä taimilinja aukon reunan molemmin puolin	Aukko (metsikkö)
Puusto	10 m säteellä taimilinjasta	Aukko (metsikkö)
Käävät	20 × 100 m määräala	Metsikkö
Putkilokasvit	400 m ² ympyräalat (sisällä neljä 2 m ² näyteruutua) aukolle ja säästöosaan	Metsikkö
Kovakuoriaiset	Ikkunapydykset (10 kpl/metsikkö)	Metsikkö
Kovakuoriaiset	Runkoikkunapydykset (3–6 kpl/metsikkö tekopökelöihin)	Metsikkö
Linnut	Linjalaskenta (3 km)	Lohko
Linnut	Pistelaskenta (16 systemaattisesti sijoitettua pistettä/lohko)	Lohko (metsikkö)

Metsäeliöstöä koskevat tutkimuskysymykset

Eliölajistoa koskeva näytteenotto keskittyi 2009–2012 eri hakkuukäsittelyjen vertaamiseen metsikkötasolla sekä lajiston selvittämiseen lähtötilanteessa. Jälkimmäinen tuottaa päätelmien luotettavuutta olennaisesti parantavan pohjatiedon myöhempien vuosikymmenien metsikkö- ja aluetason vertailuille. Alkutilanteen selvittämisen jälkeen näytteenottoa on tarkoitus jatkaa joidenkin vuosien välein tehtävinä inventointeina. Näytteenotto kattaa kaikki tutkimuslohkot mahdollisimman tasaisesti. Hyönteis-, kääpä- ja kasvillisuusinventoinnit keskittyvät resurssien rajoituksien vuoksi vain osalle lohkojen metsiköistä; nämä metsiköt ovat hakkuukäsittelyiltään edustavia. Niiden tuottama tieto on lähtökohtaisesti metsikkötasoa. Aluetason tietoa saadaan jo varhaisessa vaiheessa ainakin linnuista (taulukko 2).

Lohkojaon mukaisia metsänhoitotoimia toteutetaan kullakin loholla vuosittain vain muutamissa metsiköissä. Niinpä hakkuiden vaikutukset näkyvät aluksi vain metsikkötasolla. Kun lohkojen metsiköistä suurin osa on muutaman vuosikymmenen kuluttua tullut käsiteltyä, lohkot alkavat erota huomattavasti toisistaan vallitsevan hakkuutavan, käsiteltävän pinta-alan, säästöpuumäärien ja puustorakenteen suhteen (taulukko 1, kuva 1). Ensimmäisiä viitteitä siitä, millainen merkitys laajamittaisesti toteutettavalla erirakenteisella metsätaloudella on luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen ja lisäämisen kannalta, saataneen vasta 10–20 vuoden kuluttua.

Kirjallisuus

- Esseen, P.-A., Renhorn, K.E. & Petersson, R.B. 1996. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: Effect of branch quality. *Ecological Applications* 6: 228–238.
- Harrington, C., O’Halloran, K., Roberts, S., Comfort, E., Carey, A., Wilson, T., Brodie, L., Peter, D., Dollins, J. & Stephens, D. 2009. Let’s mix it up! The benefits of variable-density thinning. *Science Findings, Pacific Northwest Research Station, Ministry of Forests, British Columbia*. 6 s.
- Koivula, M. 2002. Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Forest Ecology and Management* 167: 103–121.
- Kuuluvainen, T. 2009. Forest management and biodiversity conservation based on natural ecosystem dynamics in Northern Europe: the complexity challenge. *AMBIO* 38: 309–315.
- Matveinen-Huju, K. & Koivula, M. 2008. Effects of alternative harvesting methods on boreal forest spider assemblages. *Canadian Journal of Forest Research* 38: 782–794.
- Päivinen, J., Björkqvist, N., Karvonen, L., Kaukonen, M., Korhonen, K.-M., Kuokkanen, P., Lehtonen, H. & Tolonen, A. (toim.). 2011. Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67, Metsähallitus. 162 s.
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.). 2010. Suomen lajien uhanalaisuus. Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen Ympäristökeskus. 685 s.
- Siira-Pietikainen, A. & Haimi, J. 2009. Changes in soil

fauna 10 years after forest harvestings: comparison between clear felling and green-tree retention methods. *Forest Ecology and Management* 258: 332–338.

Valkonen, S., Sirén, M. & Piri, T. (toim.). 2010. Poiminta- ja pienaukkohakkuut – vaihtoehtoja avohakkuulle. Metsäkustannus Oy. 125 s.

Hanke esitellään netin osoitteessa <http://metla.fi/hanke/3524/index.htm>

■ Matti Koivula, Juha Siitonen & Sauli Valkonen, Metsäntutkimuslaitos, Vantaa
Erkki Hallman, Metsähallitus, Vantaa
Jari Kouki, Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu
Timo Kuuluvainen, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos, Helsinki
Sähköposti matti.koivula@metla.fi

Liite IA. Pohjoisamerikkalaisia ja kotimaisia metsänkäsittelykokeita, joissa tutkitaan ekologisia vaikutuksia. Hakkuumenetelmät: tärkeimmät uudistamismetodit tiivistetysti. Tiedot on poimittu hankkeiden internet-sivuilta ja hankkuvauksista tutkijoiden henkilökohtaisin kommentein täydennettynä.

Lyhenne	Nimi	Maa	Hakkuumenetelmät
<i>Pohjoisamerikkalaisia kokeita</i>			
STEMS	Silviculture Treatments for Ecosystem Management in the Sayward	Kanada	Avo-, säästöpuu- ja poimintahakkuut, pidennetty kierto
SAFE	Silviculture et Aménagement Forestier Écosystémique en forêt boréale	Kanada	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin, avohakkuu
EMEND	Ecosystem Management Emulating Natural Disturbance	Kanada	Avo-, säästöpuu- ja harvennushakkuu, kulutus
SCSE	Sicamous Creek Silvicultural Experiment	Kanada	Poiminta- ja säästöpuuhakkuu
OMSSP	Opax Mountain Silvicultural Systems Project	Kanada	Poiminta- ja säästöpuuhakkuu
FES	Forest Ecosystem Study	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
CWS	Clearwater Study	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
DEMO	Demonstration of Ecosystem Management Options Study	USA	Säästöpuuhakkuu (ryhmiin ja tasaisesti) vaihteleviin tiheyksiin/tilavuuteen
DMSIT	Density Management Study, Initial Thinning	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
DMSRT	Density Management Study, Re-Thinning	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
LTEP	Long-Term Ecosystem Productivity Study	USA	Harvennus- ja avohakkuu
OHDS	Olympic Habitat Development Study	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
STUDS	Siuslaw Thinning and Underplanting For Diversity Study	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
UAMP	Uneven-Aged Management Project	USA	Poiminta- ja säästöpuuhakkuu
YSTDS	Young Stand Thinning and Diversity Study	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin
SOYDF	Silvicultural Options for Young-Growth Douglas-Fir	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin, eri aukkohakkuut
OMEM	Ouachita Mountains Ecosystem Management Research Project	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin, eri aukkohakkuut
RSCP	Restoring Complex Structure and Composition in Great Lakes Red Pine Ecosystems	USA	Harvennus, vaihtelevan kokoiset aukot
AFERP	Acadian Forest Ecosystem Research Program	USA	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin, eri aukkohakkuut
HEE	Hardwood Ecosystem Experiment	USA	Avo- ja säästöpuuhakkuu
SASAB	Southern Appalachian Silviculture and Biodiversity Project	USA	Säästöpuuhakkuu (ryhmiin ja tasaisesti) vaihteleviin tiheyksiin/tilavuuteen
FEMDP	Vermont Forest Ecosystem Management Demonstration Project	USA	Säästöpuuhakkuu (ryhmiin ja tasaisesti) vaihteleviin tiheyksiin/tilavuuteen
EMNHFS	Experimental Manipulation of Northern Hardwoods Forest Structure	USA	Poiminta- ja säästöpuuhakkuu, lahoppuun lisäys
MOFEP	Missouri Ozark Forest Ecosystem Project	USA	Poiminta- ja säästöpuuhakkuu
<i>Kotimaisia kokeita</i>			
MONTA	MONimuotoisuus TALousmetsien uudistamisessa	Suomi	Avo-, pienaukko-, harvennus- ja säästöpuuhakkuu
FIRE	Boreal forest FIRE experiment	Suomi	Säästöpuuhakkuu, kulutus
EVO	Rehabilitating boreal forest structure and species composition	Suomi	Harvennus vaihteleviin tiheyksiin, kulutus
RETREE	Erikokoisten säästöpuuryhmien vaikutus uudistumiseen ja monimuotoisuuteen	Suomi	Säästöpuuhakkuu ryhmiin
ERIKA	ERI-ikäisen metsikön KASvattaminen	Suomi	Poimintahakkuu
DISTDYN	Metsien luontaiseen häiriödynamiikkaan perustuvat käsittelymallit (Forest management models based on natural DISTurbance DYNAMics)	Suomi	Avo-, osittais-, pienaukko- ja poimintahakkuu, lahoppuun lisäys, erirakenteisharvennus

Liite IB. Pohjoisamerikkalaisia ja kotimaisia metsänkäsittelykokeita, joissa tutkitaan ekologisia vaikutuksia. Erirak: hankkeessa asetettu erirakenteisuustavoite (K = kyllä, E = ei); Mittakaava: tarkastelun taso (metsiköiden tai alueiden vertailu); Kesto: hankkeen kesto vuosina; Tutkimusalue: hankkeen kokonaispinta-ala (ha);

Hankkeen perustiedot								
Lyhenne	Aloitusvuodet	Erirak	Mittakaava	Kesto	Tutkimusalue	Osa-alueita	Metsiköitä	Mets-koko
<i>Pohjoisamerikkalaisia kokeita</i>								
STEMS	2001–2008	E	Metsikkö	80	600*	3	21	10–35
SAFE	1999	E	Metsikkö	pitkäkestoinen	55*	3	27	1–3
EMEND	1998	K	Metsikkö (Alue)	hakkuukierto	1000	10	36	10
SCSE	1994	K	Metsikkö	ei määritely	360	3	12	30
OMSSP	1993	K	Metsikkö	ei määritely	300	2	12	25
FES	1991–1993	K	Metsikkö	20+	1250	4	16	78
CWS	1994–1995	K	Metsikkö	hakkuukierto	180	2	30	6
DEMO	1994	K	Metsikkö	pitkäkestoinen	470	6	36	13
DMSIT	1996–2000	E	Metsikkö	40–120	913	8	30	13–90
DMSRT	1996–2007	K	Metsikkö	40–120	156	4	8	5–40
LTEP	1996–1998	E	Metsikkö	200	700*	4	100	6–8
OHDS	1997–2006	K	Metsikkö	25	130*	8	16	5–10
STUDS	1992–1993	K	Metsikkö	25–30	30*	3	12	2–3
UAMP	1997–2000	K	Metsikkö	200	172	4	16	6–17
YSTDS	1994–1996	K	Metsikkö	ei määritely	400*	3	16	12–36
SOYDF	1998–2004	K	Metsikkö	ei määritely	300	3	18	13–29
OMEM	1992	E	Metsikkö	ei määritely	780	4	52	15
RSCP	2001	E	Metsikkö	ei määritely	259	4	16	16
AFERP	1995–1997	E	Metsikkö	ei määritely	90	3	9	10
HEE	2006	K	Metsikkö	100	9712	2	9	81
SASAB	1992–1998	K	Metsikkö	80–100	98	7	47	2
FEMDP	1995	K	Metsikkö	pitkäkestoinen	98	7	49	2
EMNHFS	2004–2007	K	Metsikkö	50+	320	3	35	1
MOFEP	1991	K	Alue	100+	3700	9	370*	10
<i>Kotimaisia kokeita</i>								
MONTA	1995	K	Mets	1995–2007	75*	8	43	1–2
FIRE	2000	K	Mets	pitkäkestoinen	100	1	24	3–5
EVO	2002	E	Mets	pitkäkestoinen	50*	1	24	1–3
RETREE	1998	E	Mets	1998–2001	67	3	6	7–14
ERIKA	1991	K	Mets	pitkäkestoinen	50	1	25	1–2
DISTDYN	2009	K	Alue	100	2000 (3000)*	12 (18)	200 (300)*	1–10*

* = arvio perustuen ilmoitettuun koejärjestelyyn. SOYDF on sama kuin useissa raporteissa esiintyvä CFS.

Osa-alueita ja Metsiköitä: tutkimuslohkojen ja -metsiköiden lukumäärä; Mets-koko: tutkimusmetsikön keskipinta-ala (ha). Tutkitut eliöryhmät, muut tutkimuskohteet ja lisätiedot voivat koskea vain osaa tutkimusalueesta. Tiedot on poimittu hankkeiden internet-sivuilta ja hankekuvauksista tutkijoiden henkilökohtaisin kommentein täydennettynä.

Tutkitut eliöryhmät						Muut tutkimuskohteet				Lisätieto	
Putkilo- kasvit	Jäkälät	Sammalet	Sienet	Selkä- rangatt.	Selkä- rankaiset	Mikro- ilmasto	Laho- puusto	Puun kasvu	Sosiaal. vaikut.	Taloud. tuotto	
X		X	X	X	X	X	X	X		X	
X			X	X			X				Hiilen sitominen
X	X	X	X	X	X		X				
X			X	X	X	X	X			X	Puustovauriot, uudistuminen
X	X	X	X	X	X	X		X			Hajotustoiminta, kulohistoria
X			X	X	X	X	X				Lahopuun luominen, metsäpatologia
X		X				X	X	X		X	
X	X	X	X	X	X	X	X		X		Vesitalous
X	X	X	X	X	X	X	X				
X							X				
X	X		X		X	X	X	X	X	X	Metsäpatologia
X		X	X	X	X	X	X	X		X	
X		X				X	X	X		X	
X	X	X					X	X		X	
X			X		X		X	X	X	X	
X					X		X	X	X	X	
X					X		X				
X				X	X		X				Metsäpatologia
X				X	X		X				
X				X	X				X		Alkuperäislajisto
X				X	X	X	X				Maaperän ravinteet ja eroosio
X				X	X		X	X		X	
X			X	X		X	X				Maaperäkemia, herbivoria
X	X		X	X	X	X	X			X	Maaperäkemia, genetiikka
X	X	X	X	X			X	X		X	
X	X	X	X	X	X	X	X				Maaperäkemia, herbivoria, tulen vaikutus
X		X	X	X			X				Tulen vaikutus, haapapopulaatiot
X				X							
X								X		X	Metsäpatologia
X			X	X	X		X	X	X	X	