

KOOSTE ASiantuntijoiden Taustapapereista KMO:n Metsien Ekologinen Kestävyys -työryhmälle

Mähönen & Horne
luonnos 3.5.2007

Metsäluonnon monimuotoisuus	2
Paula Horne, Juha Siitonen ja Jussi Uusivuori, Metsäntutkimuslaitos - luonnos 3.5.2007	2
Kansallinen metsäohjelma 2015 ja ilmastonmuutos	11
Heikki Granholm, MMM - Luonnos 26.3.2007.....	11
Miten ilmastonmuutos vaikuttaa metsäekosysteemien toimintaan?	18
Elina Vapaavuori, Seppo Neuvonen (metsätuhot), Michael Müller (metsätaudit), Metsäntutkimuslaitos	18
Maaperän ja sen suojelun huomioon ottaminen kansallisen metsäohjelman tavoitteiden asettelussa	26
Hannu Ilvesniemi, Metsäntutkimuslaitos - 2.5.2007	26
Metsätalouden vesiensuojelun tila ja tulevaisuus	30
Samuli Joensuu, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio - 27.4.2007.....	30
Maiseman huomioonottaminen metsätaloudessa.....	38
Liisa Tyrväinen & Eeva Karjalainen, Metsäntutkimuslaitos - versio 21.3 2007.....	38
Metsien ekologiseen kestävyteen liittyvä tutkimus KMO:ssa	42
Paula Horne, Metsäntutkimuslaitos, ja Harri Tukia, Suomen ympäristökeskus - 20.4.2007	42

Metsäluonnon monimuotoisuus

Paula Horne, Juha Siitonen ja Jussi Uusivuori, Metsäntutkimuslaitos - luonnos 3.5.2007¹

Nykytilanne ja tavoitteet

Monimuotoisuudella tarkoitetaan kaikkea luonnossa esiintyvää vaihtelua eri hierarkkisilla tasoilla. Usein erotetaan perinnöllinen monimuotoisuus (perintötekijöiden vaihtelu yhden lajin, alalajin tai kannan sisällä), lajistollinen monimuotoisuus (lajimäärä, lajikoostumuksen vaihtelu) sekä elinympäristöjen monimuotoisuus (esim. Mönkkönen 2004). Suomesta tunnetaan yhteensä noin 43 000 eliölajia, mutta todellisen lajimäärän on arvioitu olevan yli 50 000 (Rassi ym. 2001). Hiukan vajaa puolet tunnetusta lajistosta eli noin 20 000 lajia elää metsissä (Siitonen ja Hanski 2004). Valtaosalla metsälajeistamme levinneisyysalue ulottuu laajoille alueille Euraasian pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä tai (meillä eteläisillä lajeilla) lehtimetsävyöhykkeessä (Metsien suojelun tarve ... 2000). Lajien perinnöllisestä vaihtelusta levinneisyysalueidensa eri osissa on toistaiseksi vähän tietoja, mutta yleensä maantieteellisesti kaukaiset kannat ovat myös geneettisesti erilaistuneita. Suomessa ei ole kotoperäisiä metsälajeja, mutta monilla itäisillä taigalajeilla pääosa kannasta tai ainoat esiintymät EU:n alueella ovat Suomessa. Myös tietyt luontotyypit esiintyvät pääosin tai lähes pelkästään Suomessa. Tällaisia maallemme ominaisia luontotyyppisiä ovat mm. useat etelä- ja keskiborealiset suotyypit, harjumetsät ja maankohoamisrannikon suknessiometsät (Metsien suojelun tarve ... 2000).

Metsäluonnon monimuotoisuudella on huomattava merkitys kansalaisten kokemalle hyvinvoinnille. Metsät tuottavat puuraaka-aineen lisäksi myös muita, biologiseen monimuotoisuuteen liittyviä aineellisia ja aineettomia hyödykkeitä ja palveluita, jotka lisäävät hyvinvointia (Horne ja Ovaskainen 2001, Kuuluvainen ja Ollikainen 2004). Metsien tuottama kokonaisyöty koostuu aineellisten ja aineettomien hyödykkeiden ja palvelujen arvosta. Monimuotoisuushyödyt ovat tyyppillisesti julkishyödykkeitä, joita kaikki voivat vapaasti käyttää ja joille ei siksi synny markkinahintaa. Monimuotoisuuden turvaamisen kustannukset puolestaan liittyvät joko suoriin suojelusta aiheutuviin korvauskustannuksiin tai epäsuoriin kustannuksiin, jotka aiheutuvat puuraaka-aineen saatavuuden, puuntuotannon tai sen kasvupotentiaalin supistumisesta ja näistä seuraavista kerrannaisvaikutuksista työllisyydessä ja tuloissa.

Suomen metsäluonnon monimuotoisuuden suojelu perustuu kansainvälisiin ja kansallisiin sitoumuksiin ja säädöksiin. Keskeisiä kansainvälisiä sitoumuksia ovat Rio de Janeirossa 1992 järjestetyn YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssin biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus ja metsäperiaatteet, EU:n luontodirektiivi 1992, Euroopan metsäministerikokouksissa Helsingissä 1993 ja Lissabonissa 1998 määritellyt ja hyväksytyt kestävä metsätalouden yleisperiaatteet, kriteerit ja indikaattorit (Suomen metsätalouden tila 2000) sekä biologista monimuotoisuutta koskeva Euroopan unionin strategia vuodelta 1998. EU on asettanut tavoitteekseen monimuotoisuuden vähenemisen pysäyttämisen vuoteen 2010 mennessä.

Rion kokouksen ja EU-säädösten tavoitteet ovat heijastuneet myös Suomen kansalliseen lainsäädäntöön ja metsäpolitiikkaan. Monimuotoisuuden turvaamisen tavoite on kirjattu jopa uudistettuun perustuslakiimme. Perustuslain (731/1999) 20 §:n mukaan vastuu luonnosta ja sen

¹ pohjautuu julkaisuun Hetemäki ym. 2006 Suomen metsiin perustuva hyvinvointi 2015. Katsaus Suomen metsäalan kehitykseen ja tulevaisuuden vaihtoehtoihin, Metla

monimuotoisuudesta kuuluu kaikille. Luonnonsuojelulain (1096/1996) yhtenä tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen. Tavoitteen saavuttamiseksi luonnonsuojelussa on tähdättävä maamme luontotyyppien ja luonnonvaraisten eliölajien suotuisan suojelutason saavuttamiseen ja säilyttämiseen. Metsälain (1093/1996) 1 §:n mukaan lain tarkoituksena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä hoitoa ja käyttöä siten, että metsät antavat kestävä tuoton samalla, kun niiden biologinen monimuotoisuus säilytetään.

Myös erilaisissa ohjelmissa ja strategioissa monimuotoisuuden turvaaminen on noussut esille. Metsätalouden ympäristöohjelmassa (Metsätalous ja ympäristö 1994) asetettiin tavoitteita sekä kuvattiin keinoja ekologisesti kestävä metsänhoidon kehittämiseksi. Kansallisessa metsäohjelmassa 2010 (KMO) on asetettu tavoitteeksi saavuttaa sekä ylläpitää metsien eliölajien ja elinympäristöjen suotuisan suojelun taso. Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön strategiaksi vuosiksi 2006–2016. Strategiassa on asetettu tavoitteeksi Etelä-Suomen metsien luontotyyppien, uhanalaisille eliölajeille tärkeiden elinympäristöjen ja metsien rakennepiirteiden turvaaminen suojelualueita laajentamalla ja lisäämällä, suojelualueverkoston kytkeytyneisyyttä parantamalla, suojelualueiden hoitoa ja ennallistamista lisäämällä ja kehittämällä luonnonhoitoa talousmetsissä. Myös Vanhasen toisen hallituksen ohjelmaan on kirjattu luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön strategian toteuttaminen vuoteen 2016 asti. Tavoitteena on pysäyttää luonnon monimuotoisuuden väheneminen ja vakiinnuttaa monimuotoisuuden suotuisa kehitys.

Suomen lajiston uhanalaisuus on arvioitu kolme kertaa, ja uhanalaisarvioinnit on julkaistu vuosina 1985, 1991 ja 2001. Uusimman arvioinnin mukaan (Rassi ym. 2001) metsät ovat ensisijainen ympäristö 62 hävinneeksi luokitellulle, 564 uhanalaiselle ja 416 silmälläpidettävälle lajille. Metsät ovat siten ensisijainen elinympäristö 37 %:lle uhanalaisista lajeista. Kun lisäksi otetaan huomioon metsätalouden maalla olevat muut elinympäristöt, suot, metsien pienvedet, puustoiset kalliot ja puustoiset perinneympäristöt, metsätalouden toimenpiteet voivat vaikuttaa noin puoleen Suomen uhanalaisista lajeista. Uhanalaisten metsälajien ensisijaisia uhanalaisuuden syitä ovat metsien lahoppuun väheneminen, metsien ikärakenteen muutokset, puulajisuhteiden muutokset ja yleisemmin metsien käyttö. Noin viidennes metsälajeistamme, 4000–5000 lajia, on kuolleista ja lahoavista puista riippuvaisia, ja lahoppuun väheneminen metsien hoidon ja käytön seurauksena on merkittävin yksittäinen syy metsälajien taantumiseen ja uhanalaistumiseen (Siitonen 2001, Rassi ym. 2001). Luontotyyppien uhanalaisuutta arvioidaan parhaillaan Suomen ympäristökeskuksen koordinoimassa hankkeessa (Kontula ja Raunio 2005). Arvioinnin on tarkoitus valmistua 2007.

Metsien suojelu

Suojeltuja tai rajoitetussa talouskäytössä olevia metsiä on Suomessa kaikkiaan 2,9 miljoonaa hehtaaria eli 12,6 % metsä- ja kitumaan yhteenlasketusta alasta. Metsämaan alasta on tiukasti suojeltua 924 000 hehtaaria eli 4,6 % metsämaan alasta (Metsätilastollinen vuosikirja 2006). Suojelualueverkko on kuitenkin alueellisesti hyvin epätasaisesti jakautunut. Valtaosa suojelumetsistä on maan pohjoisosissa. Pohjoisborealisessa metsäkasvillisuusvyöhykkeessä metsämaasta on suojeltu 17 % (Virkkala ym. 2000), kun taas Etelä-Suomen ja Pohjanmaan suojellun metsämaan osuus on vain 1,8 % (Metsien suojelun tarve ... 2000). Metsien suojelualueverkon suurimmat puutteet ovatkin Etelä- ja Keski-Suomessa, ja erityisen alhainen suojeltujen metsien osuus on hemi- ja eteläborealisella vyöhykkeellä sekä keskiborealaisen vyöhykkeen länsiosassa (Virkkala ym. 2000). Useissa selvityksissä on arvioitu, että Etelä-Suomen suojelualueverkko on riittämätön turvaamaan lajiston monimuotoisuuden säilymisen alueella (Virkkala 1996, Heikkinen ym. 2000, Metsien suojelun tarve ... 2000). Pääsyy tähän on se, että

monia uhanalaisille lajeille tärkeitä luontotyyppisiä sisältyy hyvin vähän suojelualueverkkoon. Näitä ovat erityisesti lehdot, rehevät kangasmetsät, korvet sekä eräät harvinaiset luontotyyppit, kuten harjumetsät, metsäluhdut, tulvametsät, maankohoamisrannikon sukkessiometsät ja hakamaat. Pääosa Etelä-Suomen suojelualueista on pieniä ja eristyneitä, ja vain osa niiden metsistä ja soista on jokseenkin luonnontilaisia. Luonnontilaisen kaltaisia nuoria sukkessiovaiheita (metsäpalon tai myrskytuhon jälkeen luontaisesti syntyneet metsiköt) ei ole juuri lainkaan, ja toisaalta vanhojen, yli 140-vuotiaiden metsien osuus esim. hemi- ja eteläboreaalisen vyöhykkeen suojelluista metsistä on vain reilu 5 %.

Metsäntutkimuslaitoksen tutkimuksen mukaan kansalaisista kolme neljäsosaa kannatti metsien suojelun lisäämistä maan eteläosissa nykyisestä 1,8 %:n tasosta (Horne ym. 2004). Osa vastaajista painotti metsien hyötykäyttöä ensisijassa raaka-aineiden lähteenä, osa taas aineettomia hyötyjä ja luontoarvoja. Vajaa puolet vastaajista ilmoitti hyväksyvänsä suojelusta mahdollisesti aiheutuvat työpaikkamenetykset. Selkeästi suurempi osa, kaksi kolmasosaa vastaajista, oli halukas maksamaan jonkin verran lisää veroja kymmenen vuoden ajan, jotta suojelupinta-alaa lisättäisiin Suomessa. Asenneryhmien välillä oli selkeä ero: hyötykäyttöä korostavat hyväksyivät pienempiä suojelusta aiheutuvia sosioekonomisia kustannuksia kuin aineettomia ja luontoarvoja korostavien ryhmä. Myös aiempien maksuhalukkuustutkimusten (Kuuluvainen ym. 2002, Lehtonen ym. 2003) tulosten perusteella valtaosa kansalaisista haluaa, että metsien suojelua lisätään. Vastaajien keskimääräinen maksuhalukkuus vaihteli välillä 100–200 euroa riippuen suojeluohjelman laajuudesta ja sen vaikutuksista uhanalaisten lajien määrään.

Maksuhalukkuus sinänsä ei kerro yhteiskunnallisesti optimaalista suojeltujen metsien osuutta tai pinta-alaa. Kokonaisyötyjen ja kustannusten erotus on suurin mahdollinen, kun suojelun rajahyödyt ja rajakustannukset ovat yhtä suuret. Kuuluvainen ja Ollikainen (2004) esittivät voimakkaasti yksinkertaistettuihin oletuksiin perustuvan esimerkkilaskelman suojelun optimitasosta Etelä-Suomessa. Suojelun kustannukset perustuivat Leppäsen ym. (2000) laskelmiin erisuuruisiin suojeluohjelmiin kuuluvan metsämaan lunastuksesta valtiolle aiheutuvista suorista kustannuksista, ja kansalaisten maksuhalukkuus em. Kuuluvaisen ym. (2002) ja Lehtosen ym. (2003) tuloksiin. Kotitalouksien kokonaismaksuhalukkuus ylitti suojelun kustannusten alaraja-arvion suurimmassakin, noin 1 miljoonan hehtaarin lisäsuojeluohjelmassa. Oletetut rajahyödyt ja rajakustannukset olivat yhtä suuret, kun suojeluala kasvoi nykyisestä noin 300 000 hehtaarista 500 000 hehtaariin. Koska esimerkkitarkastelusta jätettiin tarkoituksella pois useita suojeluun liittyviä hyöty- ja kustannuseriä (esim. suojelun suotuisat vaikutukset matkailuun, puun hinnan nousu puumarkkinoilla), ei tuloksena saatu hehtaarimäärä ole välttämättä "oikea" optimiratkaisu. Tarkastelu valaisee kuitenkin hyödyllisellä tavalla sitä, millä tavoin ylipäänsä pitäisi tarkastella suojelun hyötyjä ja kustannuksia samanaikaisesti.

Talousmetsien luonnonhoito, energiapuun korjuu

Talousmetsien hoitoa ja käyttöä säätelevää metsäpolitiikkaa sekä metsänhoidon suosituksia uudistettiin voimakkaasti 1990-luvulla tavoitteena monimuotoisuuden – tai yleisemmin ekologisen kestävyuden – turvaaminen aiempaa paremmin. Muutoksen taustalla vaikuttivat kansainvälisten sopimusten lisäksi metsäteollisuuden asiakkaiden näkemykset sekä yleisemmin yhteiskunnan arvojen ja asenteiden muutos, jossa metsien muiden kuin puuntuotannollisen hyötyjen suhteellinen arvostus lisääntyi. Vuonna 1997 voimaan tulleen metsälain perusteluiden mukaan talousmetsien hoidossa ja käytössä tavoitteena olisi edistää sellaisia metsän käsittelymenetelmiä, jotka turvaisivat erilaisiin biotooppeihin ja metsän eri kehitysvaiheisiin sekä ekologisiin tilanteisiin sopeutuneille eliöille riittävästi elinmahdollisuuksia. Tarkoitus olisi metsän luontaista kehitystä jäljittelemällä

ylläpitää vaihtelevaa puulajikoostumusta ja metsiköiden puustorakennetta sekä säästää tilanteen niin salliessa vanhaa puustoa tai vanhoja järeitä puita sekä olemassa olevaa ja kehittyvää lahoppuuta. Metsälaissa määriteltiin seitsemän erityisen tärkeää elinympäristöä tai paremminkin elinympäristötyypiryhmää, joiden ominaispiirteet tulee säilyttää, mikäli kohteet ovat luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia, selvästi ympäristöstään erottuvia ja (lain perusteluiden ja vallitsevan tulkinnan mukaan) yleensä pienialaisia.

Eri metsäorganisaatioiden uusituissa metsänhoitosuosituksissa on painotettu monimuotoisuuden ylläpitämistä (esim. Korhonen ja Savonmäki 1997, Monimuotoisuus UPM-Kymmenen metsissä 1998, Hyvän metsänhoidon suositukset 2001, Heinonen ym. 2004). Talousmetsien luonnonhoidon keinoja ovat luonnonsuojelullisesti arvokkaiden elinympäristöjen säästäminen, säästöpuiden jättäminen metsänuudistamisen yhteydessä, lahoppuuston säästäminen ja lisääminen, lehtisekapuuston suosiminen, kulotuksen lisääminen sekä maiseman- ja riistanhoito. Metsäsertifioinnin kriteerit tukevat osaltaan talousmetsien luonnonhoidon tavoitteiden toteutusta ja seurantaa.

Arvokkaiden elinympäristöjen rajaaminen pääosin hakkuiden ulkopuolelle sekä säästöpuuston jättäminen uudistushakkuiden yhteydessä ovat merkittävimmät panostukset talousmetsien luonnonhoitoon. Metsälaissa määritellyt erityisen tärkeät elinympäristöt kartoitettiin yksityismetsissä lain voimaan tulon jälkeen (Yrjönen 2004). Metsälakikohteiden pinta-ala yksityismailla on noin 60 000 hehtaaria. Kun mukaan lasketaan metsälakikohteet yhtiöiden ja valtion mailla sekä myös muut arvokkaat, metsänhoitosuosituksen mukaan säästettävät tai ominaispiirteet säilyttävät käsiteltävät kohteet, on arvokkaiden elinympäristöjen kokonaispinta-ala suuruusluokkaa 250 000 hehtaaria. Uudistusaloille jätetyn elävän ja kuolleen säästöpuuston määrää on seurattu vuosittain sekä yksityisten ja yhtiöiden mailla että Metsähallituksen mailla (Kotiharju ja Niemelä 2000, Hänninen 2001, Rissanen 2004, Kuusinen 2005). Ainespuuna käyttökelpoisen, elävän säästöpuuston tilavuus on keskimäärin noin 3 m³/ha yksityisten ja 5 m³/ha Metsähallituksen mailla. Yhteensä säästöpuustoa on jätetty eri omistajaryhmien maille uudistushakkuissa suuruusluokkaa 1 miljoona kuutiometriä vuodessa. Havaintojen mukaan osa säästöpuustosta korjataan kuitenkin myöhemmin mm. polttopuiksi (Kurttila ja Hänninen 2006), joten pysyvästi säästetyn säästöpuuston kokonaismäärää on vaikea luotettavasti arvioida.

Talousmetsien luonnonhoidon lisääminen nykytasosta edellyttäisi sitä, että taloudelliset menetykset korvataan metsänomistajalle esim. ympäristötuen tai luonnonarvojen tuottamisesta maksettavan palkkion muodossa. Metsänomistajista runsas puolet hyväksyisi tilallaan pienialaisten luontokohteiden pysyvän säästämisen tai luonnonarvojen tuottamisen luonnonhoitosuunnitelman mukaan edellyttäen, että tästä maksetaan korvaus (Horne ym. 2004). Pouta (2005) tutki ehdollisten arvostusten menetelmällä kansalaisten maksuhalukkuutta säästöpuiden määrän kasvattamiseen nykytasolta 15–35 puuhun/ha päätehakkuiden yhteydessä. Keskimääräinen maksuhalukkuus puiden lukumäärän kasvattamisesta oli 40 euroa/ha.

Koskela ym. (2004) ja (2005) analysoivat yhteiskunnallisesti optimaalista säästöpuiden määrää, kustannusrasitetta ja taloudellisesti perusteltuja ohjauskeinoja kansalaisten arvostusten ja perinteisen kiertoaikamallin perusteella. He käyttivät laskelmissaan Poudan saamaa arviota kuvaamaan kansalaisille koituvaa hyötyä säästöpuiden jättämisestä. Vuoden 2005 puun hinnalla ja hakkuukustannuksilla yhteiskunnallisesti optimaaliseksi säästöpuumääräksi osoittautui noin 9 m³/ha, mikä tarkoittaa noin 20 järeää runkoa hehtaarille. Laskelmien oletuksena oli, että puumarkkinavaikutus tarjonnan supistumisen vuoksi ei ole merkittävä.

Elävän ja kuolleen säästöpuuston jättämisen tärkein ekologinen tavoite on se, että tällä tavoin pystytään lisäämään talousmetsiin uhanalaisten ja lukuisten muiden harvinaistuneiden lajien kannalta keskeisiä rakennepiirteitä, vanhoja järeitä puuyksilöitä sekä järeää lahoppuustoa. Ajan mittaan säästöpuusta kehittyvät järeitä ylispuuta. Kuollessaan säästöpuut tuottavat järeää lahoppuuta läpi metsikön kiertoajan. Monimuotoisuuden kannalta suuri ongelma metsänuudistamisessa on se, että valtaosa hakkuuta edeltävän uudistuskypsän metsän lahoista maapuista häviää puunkorjuun ja maanmuokkauksen yhteydessä. Maapuustosta pirstoutuu ja hautautuu keskimäärin 70 %, mutta lehtimaapuista ja pitkälle lahonneista maapuista, jotka ovat monille uhanalaisille lajeille tärkeimpiä lahoppuutyyppejä, jopa 80–90 % (Hautala ym. 2004).

Kun hakkuutähteiden ja kantojen korjuu uudistusaloilta lisääntyy, tällä tulee olemaan kahdenlaisia vaikutuksia lahoppuulla elävän lajiston monimuotoisuuteen. Ensinnäkin olemassa olevasta lahosta maapuustosta yhä suurempi osa häviää korjuun yhteydessä. Samalla uhanalaisille lahoppuulla eläville lajeille sopivien elinympäristöjen määrä talousmetsissä vähenee edelleen. Toiseksi, talousmetsämaisemassa runsaana sekä alueellisesti ja ajallisesti tasaisesti esiintyvät hakkuutähteet ja kannot ovat tarjonneet kokonaisia kuolleita puita korvaavia elinympäristöjä lukuiseksi lahoppuulla eläville lajeille. Lajit, jotka pystyvät merkittävässä määrin hyödyntämään hakkuutähteitä ja kantoja elinympäristönään, eivät ole siten toistaiseksi olleet uhattuina metsätalouden takia. Mikäli energiapuun korjuu tulee kattamaan suuren osan uudistusaloista, vähenee lahoppuun määrä talousmetsissä edelleen, ja lahoppuulla elävien lajien uhanalaistumiskehitys voi hidastumisen sijasta kiihtyä. Säästöpuuston nykytason avulla uudistusalojen lahoppuun määrää pystytään lisäämään ehkä 0,5 miljoonaa kuutiometriä, kun samaan aikaan energiapuun korjuu vähentää suuruusluokaltaan kymmenkertaisen määrän lahoavaa hakkuutähdettä – noin 5 miljoonaa kuutiometriä tai enemmän riippuen energiapuun korjuun kehityksestä lähivuosina.

Metsänhoitosuositukset ja talousmetsien monimuotoisuus

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisemat hyvän metsänhoidon suositukset on keskeinen informaatio-ohjauksen väline. Metsänhoitosuositukset eivät sido metsänomistajia, mutta niitä käytetään laajasti neuvonnassa ja metsäammattilaisten koulutuksessa. Siten suositusten linjauksilla on suuri vaikutus käytännön metsänhoitoon.

Metsänhoitosuositukset on uudistettu äskettäin. Sekä kivennäis- että turvemaiden metsän- ja luonnonhoitoon on tehty tarkennuksia. Kivennäismaiden käsittelysuositukset valmistuivat vuoden 2006 syksyllä (Hyvän metsänhoidon ... 2006). Yksi merkittävimmistä muutoksista aikaisempiin suosituksiin verrattuna on metsänkasvatuksen yksityistaloudellisen kannattavuuden korostaminen.

Suositukset sisältävät vaihtoehtoisia käsittelyohjelmia, ja metsänomistajaa kannustetaan valitsemaan vaihtoehto, joka on hänen tavoitteidensa kannalta tarkoituksenmukaisin. Kivennäismaiden päätehakkuita koskeviin keskiläpimita- ja ikäkriteereihin on tulossa aiempaa suuremmat vaihteluvälit. Mikäli metsänomistajalla soveltaa matalaa korkoa, häntä kannustetaan käyttämään vaihteluvälin ylärajaa. Toisaalta korkeampaa korkoa soveltavan metsänomistajan kannattaa käyttää vaihteluvälin alarajaa. Kiertoaikoihin tulee siten mahdollisesti enemmän vaihtelua, kun osa metsänomistajista lykkää ja osa aikaistaa päätehakkuita. Keskimäärin suositellut päätehakkukypsän puuston keskiläpimitat pienenevät noin 1 cm kuusikoissa ja noin 2 cm männikoissä.

Tapio on esittänyt kasvatus- ja uudistushakkuita koskevan maa- ja metsätalousministeriön päätöksen (14.3.1997/224) muuttamista siten, että lakisääteisiä uudistushakkukriteereitä

väljennettäisiin. Mahdollinen "lakirajojen" ja suositusten päätehakkukriteerien alarajan alentaminen lisäävät merkittävästi päätehakkuukypsäksi luokiteltavien metsien laskennallista pinta-alaa Suomessa. On kuitenkin vaikeaa arvioida, kuinka voimakkaasti ja millä aikajänteellä väljentyvä normisto ja suurempi suositusten liikkumavara vaikuttavat uudistushakkuiden määrään ja niiden kautta metsien ikäluokkajakaumaan sekä metsien rakenteelliseen ja lajistolliseen monimuotoisuuteen (esim. lahopuun määrään, eliölajien määriin ja runsauksiin) koko Suomen tasolla.

Ainespuun ja muiden metsien tuotteiden ja palveluiden markkinat ohjannevat voimakkaasti hakkuumääriä myös tulevaisuudessa (vrt. Kuuluvainen ym. 2004). Nykyisillä hakkuumäärillä ja harvennushakkuiden lisääntyvän osuuden seurauksena keskimääräiset kiertoajat eivät lyhene. Mikäli pieniläpimittaisen ainespuun kysyntä esimerkiksi massa- ja paperiteollisuuden raaka-aineena tai energiakäytössä kasvaa, on luultavaa, että suomalaisissa talousmetsissä siirrytään pitkällä aikavälillä lyhyempään kiertoon. Mikäli toisaalta korkealaatuisen, järeän puutavaran kysyntä kasvaa, tai metsien sitomalle hielle muodostuu markkinat, kiertoajat voivat keskimäärin pidentyäkin.

Kiertoajan lyhentyminen tai pidentyminen 10–20 vuodella ei merkittävästi vaikuta metsänluonnon monimuotoisuuteen, jos muutokset kohdistuvat voimaperäisesti käsiteltyihin viljelymetsiin. Talousmetsien monimuotoisuuden kannalta oleellisimpia ovat selvästi suositetun uudistamiskypsyyden ylittäneet vanhojen metsien laikut, jotka on metsänomistajan luontoarvostusten tai muiden syiden takia jätetty pitkään käsittelemättä. On todennäköistä, että uudistuskypsyyden alarajojen laskeminen nykyisestä ei vaikuta niiden metsänomistajien metsänuudistamispäätöksiin, jotka ovat aikaisemminkin pitäytyneet hakkuista. Viimeisimmän valtakunnan metsien inventoinnin (VMI9) mukaan Etelä-Suomessa on noin 548 000 ha yli 120-vuotiaita metsiä, joista 92,4 % on talousmetsissä. Yli 140-vuotiaita metsiä on noin 185 000 ha, joista 86,9 % on talousmetsissä. Pohjois-Suomessa yli 140-vuotiaita metsiä on 1 548 000 ha, joista 55,7 % on talousmetsissä. Tämä kertoo ensinnäkin, että metsänomistajien metsänuudistamista (tai uudistamatta jättämistä) koskeviin päätöksiin vaikuttavat ilmeisesti muutkin seikat kuin puuntuotannollinen tai korkonäkökulmasta taloudellinen optimaalisuus. Toisaalta vanhojen talousmetsien huomattava pinta-ala kertoo talousmetsien suojelupotentiaalista.

Merkittävin harvennuksia koskeva tarkennus liittyy yläharvennuksiin, joissa poistetaan huonolaatuisten ja vallittujen runkojen lisäksi suurimpia tukkipuita. Yläharvennusta suositellaan tasaikäisten ja intensiivisesti hoidettujen talousmetsien viimeisiin harvennuksiin. Voimakkailla yläharvennuksilla voi olla sekä negatiivisia että positiivisia vaikutuksia monimuotoisuuteen. Voimakkaat yläharvennukset voivat lisätä metsiköiden välistä rakenteellista vaihtelua. Harvennukset mm. lisäävät valoisuutta, mikä vaikuttaa suotuisasti varpuihin ja muuhun kenttäkerroksen kasvillisuuteen ja tätä kautta kenttäkerroksen muuhunkin lajistoon. Talousmetsät ovat keskimäärin tiheämpiä ja kuusivaltaisempia kuin toistuvien metsäpalojen muokkaamat luonnonmetsät tai ihmisvaikutuksen muokkaamat perinnebiotoopit (metsälaitumet ym.). Toisaalta harvennusten leimausrajat nousevat, mikä voi vähentää nuorten kasvatusmetsien varpuja ja muuta aluskasvillisuutta.

Turvemaiden metsissä taloudellisen kannattavuuden korostaminen on johtamassa siihen, että puuntuotannon kannalta heikoimpia alueita siirretään joko laajaperäisempään käsittelyyn tai osin puuntuotannon ulkopuolelle. Kunnostusojituksen ja hakkuiden rajaamisella vain kannattavimmille kohteille on positiivisia vaikutuksia sekä vesiensuojelulle että suoluonnon monimuotoisuudelle. Suoluonto alkaa hitaasti ennallistua käsittelemättä jätettävillä epäonnistuneilla ojituskohteilla. Kunnostusojituksista luopuminen nostaa pohjaveden tasoa ja lisää puustoisten soiden lahpuuston

määrää. Toisaalta tehokas metsänkäsittely ja useammin toistuvat käsittelyt parhaiten puuntuotantoon soveltuvilla turvemailla saattavat sisältää riskejä vesiensuojelun kannalta.

Metsähallituksen talousmetsien metsänhoitosuosituksen on julkaistu Metsätalouden ympäristöoppaassa, jonka uusin versio ilmestyi 2004 (Heinonen ym. 2004). Oppaassa tarkastellaan luonnon monimuotoisuuden turvaamista maisematasolla. Perustan muodostaa suojelualueisiin perustuva ekologinen verkko, jota tukevat valtion talousmetsien monimuotoisuuden erityiskohteet, luontokohteet, sekä uhanalaisten ja eräiden muiden lajien esiintymät. Verkon yhtenäisyys pyritään turvaamaan valtion mailla alue-ekologisella suunnittelulla ja erikseen määritetyillä ekologisilla yhteyksillä. Luontokohteet jätetään pääsääntöisesti metsätalouden ulkopuolelle. Talousmetsiin pyritään saamaan rakenteellista vaihtelevuutta jättämällä säästöpuita, suosimalla kulotusta, lehtipuustoa ja nuoria lehtipuuvaltaisia metsiä sekä turvaamalla maiseman yhteyttä. Ympäristöoppaassa on lisäksi määritelty ekologisen verkon ja talousmetsän väliin erilaisia monimuotoisuuden yhteys- ja tukialueita.

Pohjois-Suomessa valtionmaiden suojelualueiden sekä talousmetsien luontokohteiden muodostama suojelualueverkko kattaa useimmilla alueilla yli 10 % kaikesta metsämaasta. Etelä-Suomessa tilanne on toinen. Valtion maat kattavat ensinnäkin useimmilla alueilla vain pienen osan pinta-alasta. Lisäksi valtion maat ovat keskimääräistä karummilla mailla. Valtion mailla on vähän lehtoja ja ne ovat jo pääsääntöisesti metsätaloustoiminnan ulkopuolella. Myös eräitä muita luontotyyppisiä, kuten metsäisiä perinnebiotooppeja, on valtion mailla hyvin vähän. Niinpä Etelä-Suomessa valtion mailla voidaan vaikuttaa pääasiassa kangasmetsien ja vanhojen kangasmetsien lajeihin, puustosten soiden (korvet ja rämeet) lajeihin sekä metsäpaloalueiden lajeihin.

Ympäristöopas on pyritty kohdentamaan nimenomaan näiden lajien säilymisen turvaamiseen valtion talousmetsissä. Alue-ekologisen suunnittelun luontokohteet muodostavat keskeisen verkon, jossa esiintyvää lajistoa Ympäristöoppaan ohjeilla pyritään tukemaan. Metsähallituksen talousmetsissä on ekologisin perustein määritelty 237 000 ha metsämaata (7 % talousmetsien metsämaasta) metsätalouden ulkopuolelle. Luontokohteet painottuvat keskimääräistä rehevämpiin metsiin ja myös puustoltaan keskimääräistä iäkkäämpiin ja runsaspuustoisempiin metsiin, joiden merkitys monimuotoisuuden turvaamiselle on suurempi kuin kohteiden pinta-alaosuus. Näiden kohteiden puusto käsittää 10 % kaikkien valtion talousmetsien puustosta.

METSO-ohjelma

Eliölajien ja elinympäristöjen suotuisan suojelun tason saavuttamiseksi käynnistettiin valtioneuvoston hyväksymänä Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma METSO vuonna 2002. METSO-ohjelma on 17-kohtainen toimintasuunnitelma, jossa uusia suojelukeinoja ovat luonnonarvokauppa, tarjouskilpailu ja yhteistoimintaverkostot. Uudet keinot perustuvat maanomistajan vapaaehtoisuuteen sekä suojeltavien kohteiden määräaikaisesta tai pysyvästä suojelusta maksettaviin korvauksiin.

METSOon kuuluva MOSSE-tutkimusohjelma on tuottanut tuloksia vapaaehtoisten keinojen yhteiskunnallisten vaikutusten arvioimiseksi. Vapaaehtoisuuteen perustuvien ja osallistavien, alhaalta päin lähtevien menettelytapojen laajempi käyttö voi lisätä merkittävästi monimuotoisuuden turvaamisen hyväksyntää erityisesti metsänomistajien näkökulmasta. Tämä on omiaan vähentämään suojeluun liittyvien ristiriitojen todennäköisyyttä. Noin 70 % luonnonarvokauppaan kohteita tarjonneista suhtautui luonnonsuojeluun ennen luonnonarvokauppaa myönteisesti. Luonnonarvokaupan jälkeen kaksi kolmasosaa arvioi asenteensa muuttuneen vapaaehtoisten suojelukeinojen myötä myönteisemmäksi (Juutinen ym. 2005). Valtakunnallisesti noin kolmannes

metsänomistajista ja luonnonarvokauppaan osallistuneista yli 70 % on ilmoittanut suojelleensa tilansa luontoarvoja omaehtoisesti jo ennen luonnonarvokauppahankkeen käynnistymistä (Horne ym. 2004, Juutinen ym. 2005).

Vapaaehtoinen määräaikainen suojelu ei välttämättä ole yhteiskunnalle halvempaa kuin perinteinen maan hankintaan perustuva suojelu. Juutisen (2005) mukaan kymmenen vuoden välein uusittaviin, määräaikaisiin sopimuksiin ja nykyisiin keskihintoihin perustuva suojelu on yhteiskunnalle yhtä kallista kuin maan osto, kun korkokanta on 2,8 %. Vapaaehtoisten keinojen kehittäminen ja laajempi käyttöönotto kuitenkin todennäköisesti alentaisi sopimusten hehtaariohjaista keskihintaa, mikäli potentiaalisten suojelukohteiden kysynnän (maksettavat korvaukset) ja tarjonnan (maanomistajien määräaikaiseen suojeluun tarjoamat kohteet) välille muodostuisi toimivat markkinat. Suojelumyönteisemmät metsänomistajat hyväksyisivät alhaisemman palkkion suojelusopimuksesta kuin metsänomistajat keskimäärin (Horne 2006). Vapaaehtoisen suojelun vaikutukset aluetalouteen jäänevät myös pienemmiksi, jos suojelu kohdistuu ympäristöarvoja korostavien metsänomistajien metsiin, joista osa olisi muutenkin jäänyt hakkuiden ulkopuolelle (Mäki-Hakola ja Toropainen 2005). Haasteena kustannustehokkuuden ja pienempien puumarkkinavaikutusten realisoitumiselle uusien keinojen käytössä on kuitenkin passiivisten, mutta luonnonsuojelumyönteisten metsänomistajien aktivoituminen kohteiden tarjontaan.

METSO-ohjelman loppuarviointi valmistui syksyllä 2006. Arvioinnin mukaan toimenpiteet on pääsääntöisesti toteutettu valtioneuvoston periaatepäätöksen mukaisesti. METSO onnistui myös tavoitteissaan luoda uutta toimintakulttuuria ja monipuolistaa monimuotoisuuden turvaamisen keinovalikoimaa.

Arvioinnin mukaan metsien suojeluverkostoa tulee laajentaa ja kehittää. Ekologisesti perusteltujen tavoitteiden lisäksi tulee ottaa huomioon sosiaaliset ja taloudelliset vaikutukset paikallisesti, alueellisesti ja valtakunnallisesti. Keskeistä on käyttää joustavaa suojelukeinovalikoimaa tilannekohtaisesti paikallisiin olosuhteisiin soveltaen ja edistää paikallista yhteistoimintaa ja uusia toimintamalleja koko maassa. Eri luontotyyppien ja lajiryhmien turvaamiseksi tarvitaan sekä erityisiä elinympäristöjä säilyttäviä alueverkostoja että monimuotoisuuden kannalta tärkeiden rakennepiirteiden turvaamista talousmetsissä. Suojeluverkoston ekologisten tavoitteiden määrittelyssä tulee tarkastella sekä valtakunnallisia että alueellisia prioriteetteja.

Ekosysteemilähestymistapa eli luonnon eri toimintojen ja luonnon eri käyttötapojen kokonaisvaltainen tarkastelu erityisesti paikalliset tarpeet huomioon ottaen auttaa ekologisesti tarkoituksenmukaisen suojeluverkon rakentamisessa. Suojeluverkoston suunnittelussa pitäisi ottaa huomioon nykyistä paremmin myös lajinsisäinen geneettinen monimuotoisuus, joka saattaa lisätä populaatioiden säilymistä ja palautumista esimerkiksi ilmaston muutoksen aiheuttamissa olosuhteiden vaihteluissa.

Arvioinnin loppupäätelmien mukaan edellytyksenä uuden toimintaohjelman onnistumiselle on riittävän rahoituksen ja työvoimaresurssien takaaminen ohjelmakaudelle sekä ohjelman ekologinen tarkoituksenmukaisuus ja yhteiskunnallinen hyväksyttävyys. Monimuotoisuuden rahoituskeinoja ja tukimuotoja eri omistajaryhmiä varten tulee kehittää. Myös pienmetsäomistajille tulisi suunnata neuvontaa ja tukimuotoja luontopalveluiden tuottamiseksi. Hallinnollisten sektoreiden välistä yhteistyötä ja vuorovaikutusta monimuotoisuuden turvaamiseksi tulee lisätä.

2.7.6 Johtopäätökset

Sekä kansainvälisten ja kansallisten sitoumusten että kansalaisten arvostusten perusteella Suomessa tarvitaan nykytasoa laajempaa metsien suojelua lähinnä maan eteläisissä osissa vuosina 2006–2015. Metsäluonnon ns. suotuisan suojelun tason turvaaminen vaatii lisäsuojelua, ja tutkimusten perusteella kansalaiset ovat myös valmiita maksamaan tästä.

Lisäsuojelun yhteiskunnalliset ja taloudelliset hyödyt perustuvat pitkälti kansalaisten ja kuluttajien kokeman hyvinvoinnin kasvuun. Suojelun suoria taloudellisia hyötyjä ovat metsänomistajien saamat mahdolliset korvaukset suojelluista metsistä sekä suojelu- ja ennallistamisprojektien tuomat työllisyysvaikutukset. Epäsuorat hyödyt tulevat esiin metsien virkistys- ja matkailukäytön edellytysten parantumisen kautta, sekä välillisten ekosysteemipalvelujen kautta. Metsien lisäsuojelun kustannukset realisoituvat valtion lisääntyvien budjettirasitteiden kautta, mahdollisten kantohintavaikutusten sekä vähentyvien puunmyyntien ja näiden työllisyys- ja vientivaikutusten kautta. Olettamalla jokin metsäteollisuuden investointien taso, metsien suojelun vaikutuksia selvittäneissä tutkimuksissa on havaittu lisäsuojelun johtavan puumarkkinoilla vaihdetun puumäärän vähenemiseen ja hinnan kohoamiseen (Leppänen ym. 2000). Tämä viittaisi siihen, että metsäteollisuus on suurin tappion kärsijä metsien suojelusta olettaen, että metsänomistajille korvataan suojelun aiheuttamat kustannukset. On myös todettu, että vapaaehtoisilla suojelukeinoilla metsien suojelun negatiiviset taloudelliset vaikutukset metsäteollisuuden puunsaantiin ja työllisyyteen ovat selvästi vähäisempiä kuin nk. totaalisuojelulla (Kallio-Mannila ym. 2005, Mäki-Hakola ja Toropainen 2005). Kallion ja Hännisen (2006) tutkimuksen mukaan Etelä-Suomen metsien suojeluasteen nostamisella 5 prosenttiin olisi melko vähäiset vaikutukset verrattuna metsäsektorin toimintaympäristön muuhun kehitykseen.

Viimeaikainen luonnonsuojelukeskustelu on keskittynyt pitkälti luonnon monimuotoisuuden ympärille ja erityisesti uhanalaisten lajien suojeluun. Ilmaston ääri-ilmiöiden yleistyessä voidaan olettaa, että huomio kiinnittyy nykyistä enemmän luonnon ekosysteemipalvelujen säilyttämiseen. Tällöin talousmetsien käsittelyn merkitys korostuu nykyisestään niiden suuren pinta-alan takia.

Tulevaisuuden kehitysnäkymien keskeisiä piirteitä ovat seuraavat tekijät: 1) jonkinasteisesti suojeltujen tai rajoitetussa metsätalouksikäytössä olevien metsien ala kasvaa merkittävästi Etelä-Suomessa; 2) talousmetsien käsittely monipuolistuu väljempien metsänhoitosuositusten, metsänomistajakunnan erilaistumisen ja metsien luonnonhoitoa tukevien toimenpiteiden myötä; 3) energiapuun käytön lisäämisen ja monimuotoisuuden ylläpitämisen tavoitteet voivat muodostua ristiriitaisiksi ja aiheuttaa eri eturyhmien välisiä konflikteja; 4) metsänomistajien asennoituminen suojelutoimiin muuttuu positiivisemmaksi vapaaehtoisten suojelukeinojen yleistyessä; ja 5) huomio siirtyy uhanalaisesta lajistosta ekosysteemipalvelujen ylläpitoon.

Kansallinen metsäohjelma 2015 ja ilmastonmuutos

Heikki Granholm, MMM - Luonnos 26.3.2007

1. TAUSTA

Ilmastonmuutos on merkittävä uhka ihmiskunnan ja ympäristön hyvinvoinnille. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi hyväksyttiin vuonna 1997 Kioton pöytäkirja, joka täydentää vuonna 1992 hyväksyttyä YK:n puitesopimusta. Tämän pöytäkirjan ja EU:n sisäisen ns. taakanjaon mukaisesti Suomen veloitteena on pitää kasvihuonekaasupäästöt enintään vuoden 1990 tasolla keskimäärin vuosina 2008–2012.

Valtioneuvosto hyväksyi 24.11.2005 eduskunnalle annettavan selonteon siitä, minkälaisia toimenpiteitä se aikoo toteuttaa lähiaikoina energia- ja ilmastopolitiikassa.² Selonteossa kerrotaan, miten hallitus aikoo toimeenpanna Suomea koskevat kansainväliset veloitteet kasvihuonekaasujen rajoittamiseksi niin sanotulla Kioton sitoumuskaudella 2008-2012, ja minkälaisiin pitemmän aikavälin tavoitteisiin se tähtää kasvihuonekaasupäästöjen kehityksessä.

Eurooppa-neuvosto vahvisti maaliskuussa 2007 EU:n tavoitteeksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen 30 prosentilla vuoteen 2020 mennessä (vuoden 1990) tasosta edellyttäen, että muut kehittyneet maat sitoutuvat vastaaviin tavoitteisiin. Se vahvisti myös EU:n välivaiheen riippumattoman tavoitteen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Osana energiapolitiikan toimintaohjelmaa Eurooppa-neuvosto sopi sitovasta tavoitteesta nostaa uusiutuvien energianlähteiden osuus 20 prosenttiin EU:n energian kokonaiskulutuksesta vuoteen 2020 mennessä. Päämiehet sitoutuivat myös biopolttoaineiden käytön lisäämiseen siten, että niiden osuus tieliikenteen energian kokonaiskulutuksesta on vähintään 10 prosenttia vuoteen 2020 mennessä.

2. ILMASTONMUUTOKSEN HILLITSEMINEEN

Metsillä ja maataloudella on merkittävä rooli ilmastopolitiikassa. Kasvihuonekaasuja (erityisesti hiilidioksidi) sitoutuu ja varastoituu kasvillisuuteen ja maaperään - tällöin puhutaan hiilinielusta. Metsät ja maaekosysteemit ovat merkittävä hiilidioksidin sitoja ja varasto. Uusiutumattomia energialähteitä, raaka-aineita tai tuotteita voidaan korvata uusiutuvalla biomassalla kuten puuperäisillä tuotteilla ja peltobiomassalla.

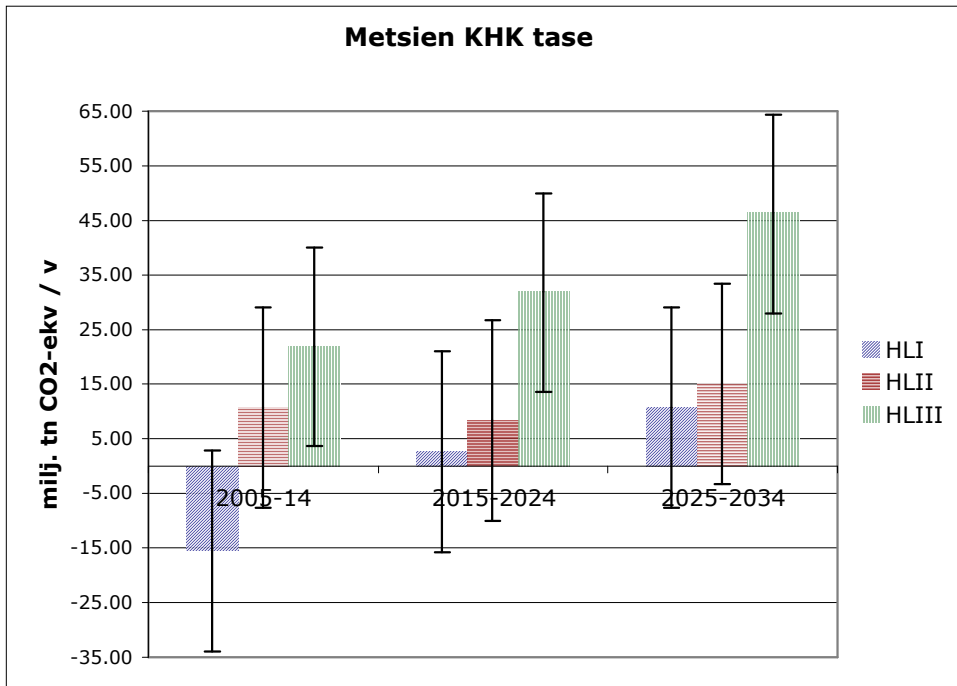
Metsätalous voi vaikuttaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja siihen liittyen hiilikierron tasapainoon kolmella tavalla: (a) suojelemalla ja lisäämällä olemassa olevia hiilivarastoja ja -nieluja, (b) perustamalla uusia varastoja ja nieluja, sekä (c) korvaamalla fossiilista energiaa, raaka-aineita ja tuotteita uusiutuvalla biomassalla.

Vuonna 2005 maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous kategorian alla raportoitiin 31 miljoonaa hiilidioksiditonnia vastaava nettonielu eli noin 45 % Suomen muiden sektoreiden kasvihuonekaasujen päästöistä. Metsien hiilivaraston muutoksen arviointi on osa YK:n ilmastopöytäkirjan raportointivelvoitetta, mutta metsien päästöt ja nielut eivät suoranaisesti vaikuta

² <http://www.ktm.fi/index.phtml?s=164>

Kioton päästömäärien vertailuun. Metsätuotteisiin sitoutuneen hiilen varastomuutosten arviointi ei ole vielä vakiintunut osaksi kasvihiuonekaasujen inventaariota ja bioenergia merkitys päästöjen rajoittamisessa heijastuu kansalliseen päästötaseeseen energiasektorin kautta. Keskeinen puuston hiilivaraston muutoksiin vaikuttava tekijä on markkinahakkuiden taso, joka vaihtelee vuosittain.

Kioton pöytäkirjan artiklan 3.3 toimenpiteen osalta metsän raivaaminen rakennetuksi maaksi arvioidaan aiheuttavan noin kahden hiilidioksiditonin suuruisen vuosittaisen nettopäästön jaksolla 2008 - 2012³. Päästöjen pitämiseksi mahdollisimman pieninä uuden pellon raivausta ei edistetä maatalouden tukitoimin.



Kuva 1. Arvio metsä- ja kitumaiden kasvihiuonekaasujen taseesta (+ = nielu, - = lähde) eri hakkuumahdollisuusarvioilla kymmenvuotiskausittain. HLI vastaa suurinta mahdollista hakkuumäärää, joka voisi tulla markkinoille lakeja ja suosituksia rikkomatta ja edellyttäen, että kaikelle markkinoille tulevalle puulle olisi kysyntää ja metsänomistajat hakkaisivat metsiään metsikkökohtaisten suositusten ja tuottovaatimuksen mukaisesti, HLII heijastelee syksyllä 2006 laaditun metsäsektorin tulevaisuuskatsauksen mukaista hakkuukertymätaavoitetta ja HLIII on lähellä viime vuosien hakkuukertymän toteutunutta tasoa. Kuvassa on esitetty myös nykyisen inventaarion epävarmuusväli⁴ (Lähde Sievänen R. et al. 2006⁵)

Kioton pöytäkirjan artikla 3.4 tarjoaa maille mahdollisuuden valita lisätoimenpiteitä, joiden aikaansaamat nielut otetaan myös laskennassa huomioon. Koska maatalousmaan hoito, laidunmaan hoito sekä kasvillisuuden palauttaminen -toimenpiteiden käyttöön liittyy useita epävarmuuksia ja riskejä, Suomi ei käytä näitä artiklan 3.4 mukaisia toimenpiteitä Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä sitoumuskaudella. Vuoden 2006 joulukuussa tehtiin päätös, että Suomi soveltaa metsien hoito -toimenpidettä jo Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä sitoumuskaudella 2008 - 2012. Talouspoliittisen ministerityöryhmän linjauksena todettiin, mm. että

³ http://www.mmm.fi/attachments/5gA9ccoKa/5lil4OZRL/Files/CurrentFile/Kioton_poytakirjan_artikla_3_3.pdf

⁴ Hakkuumahdollisuuksien kuvaus tarkemmin teoksessa Nuutinen T: & Hirvelä H. 2006. Hakkuumahdollisuudet Suomessa valtakunnan metsien 10. inventoinnin perusteella. Metsätieteen aikakauskirja 1B/2006; 223-237.

⁵ http://www.mmm.fi/attachments/5gA9ccoKa/5lijCzaF5/Files/CurrentFile/Kioto_3_4-selvitys-21-12.pdf

- Energia- ja ilmastostrategian linjauksen mukaisesti jatketaan metsäenergian käytön, puurakentamisen ja puutuotteiden lisääntyvän käytön edistämistä. Metsien roolia ilmastonmuutoksen hillitsemisessä tulee tarkastella useamman vuoden aikajänteellä.
- Kestävän metsätalouden harjoittamiselle, puunmyynnille sekä puun ja muun biomassan hankinnalle ei ilmastopolitiikan johdosta aseteta rajoitteita Kioton ensimmäisellä kaudella 2008 -2012.
- Suomi pyrkii tulevaisuudessa ilmastoneuvotteluissa siihen, että metsiä koskevat päätökset ovat yhdenmukaisia kestävän metsätalouden tavoitteiden kanssa ja että tulevassa ilmastopoliittisessa Suomelle ei muodostu metsien roolista johtuvia, haastavampia päästövähennysvelvoitteita.
- Selvitetään ja valmistellaan toimenpiteet, joilla voidaan varmistaa pitkäjänteisesti Suomen metsien nielupotentiaali. Lisäksi varmistetaan resurssit metsien kasvihuonekaasujen arviointia sekä tulevia nieluja koskevaa politiikkavalmistelua varten.

Maa- ja metsätalousministeriö asetti maaliskuussa 2007 ilmasto- ja energia-asioiden valmisteleminen työryhmän, jonka tehtävinä ovat:

- Tukea ministeriötä kansallisen energia- ja ilmastostrategian, YK:n ilmastopoliittisesta ja Kioton pöytäkirjan kansallisessa toimeenpanossa maa- ja metsätalouden osalta.
- Tukea ministeriötä tulevaisuuden Suomen ilmasto- ja energiapolitiikan valmistelussa ministeriön toimialoilla.
- Avustaa ministeriötä kansainvälisen ja EU:n ilmastopolitiikan valmistelussa.
- Toimia yhteistyöryhmänä ministeriön toimialaan liittyvien ilmasto- ja energia-asioiden osalta ministeriöiden, muun hallinnon, tutkimuslaitosten sekä keskeisten sidosryhmien kesken.

Jatkovalmistelussa joudutaan miettimään mm. mikä taho ottaa kantaakseen Kioton pöytäkirjan artiklan 3.4 metsien hoito -toimenpiteestä aiheutuvat hyödyt ja haitat? Vaihtoehtoina voisivat olla esimerkiksi:

- Valtio ottaa ns. nielutoimenpitein aikaansaadut yksiköt haltuunsa ja vastaa metsien hoito toimenpiteistä johtuvista seuraamuksista ja riskeistä. Tällöin valtio voi joutua varautumaan myös siihen tilanteeseen, että metsien hoito -toimenpiteen johdosta ei synny nettonieluja. Tulisiko aktiivista nielupoliittikkaa kehittää osana kansallista metsäpolitiikkaa tai erityisesti ohjaamaan puumarkkinoita? Toimenpiteitä suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon kestävän metsätalouden kokonaisuus, puuntuotanto, energia, luonnon monimuotoisuus, jne. Erillisvaihtoehtoja olisivat esimerkiksi:
 - Metsien hoidon ja metsänparannuksen tukipoliittikan kehittäminen tukemaan metsien hiilinielun vahvistamista.
 - Puumarkkinoita ohjaavan yhteiskunnallisen säätelymekanismin kehittäminen.
 - Luotetaan siihen, että tulevaisuudessa Suomen metsien kasvihuonekaasujen tase on positiivinen eikä uusien yhteiskunnallisten säätelymekanismien kehittämiseen nähdä tarvetta.
- Metsien hoitotoimenpiteistä johtuvat hyödyt ja velvoitteet kohdennetaan metsien omistajille erikseen määriteltävien menettelytapojen pohjalta. Metsänomistajille voitaisiin periaatteessa suorittaa maksu ilmastohyödykkeestä jolloin heille muodostuisi kannuste metsien hiilivaraston kasvattamiseen. Esimerkiksi metsänomistajille suoritettava maksu artiklan 3.3 nettopäästön kompensaaion (1,9 - 2,4 CO₂ -ekv. tonnia) ja artiklan 3.4 metsien hoito -toimenpiteen (0,59 CO₂ -ekv. tonnia) suuruusena voisi olla vuosittain noin 25 - 30 milj. € kaudella 2008–2012 (hintatasolla 10 € / CO₂ -ekv. tonni). Vastaavasti koko hiilinielupotentiaalin (maankäytön, maankäytön muutoksen metsätalouden nettonielu noin

31 miljoonaa hiilidioksiditonnia vastaava määrä vuonna 2005) "julkishyödykkeen arvo" olisi laskennallisesti noin 310 milj. €. Erikseen olisi selvitettävä mm. mistä metsänomistajalle suunnatut maksuvarat koottaisiin ja kuinka kannuste/kompensaatio kohdennettaisiin metsänomistajille. Olisi myös selvitettävä kuinka epävarmuuksien ja riskein hallinnan kanssa tulisi toimia.

Ympäristöklusterin tutkimusohjelman konsortio "Suomen metsät ja puutuotteet ilmastonmuutoksen torjunnassa – nielut ja substituuotiot sekä niiden taloudellinen ja oikeudellinen ohjaus" tarkasteli vuosina 2003 - 2006 puu ja metsien roolia ilmastonmuutoksen hillitsemisessä.⁶

3. BIOENERGIA

EU:n päästökauppajärjestelmän käyttöönotto on muuttanut keskeisesti uusiutuvien energialähteiden edistämisen tilannetta. Päästökauppa edistää jo sellaisenaan uusiutuvan energian kilpailukykyä ja käyttöä. Suomi on johtava maa bioenergian tuotannon ja käytön osalta. Uusiutuvan energian kokonaiskäyttö riippuu hyvin keskeisesti metsäteollisuuden kehityksestä, koska metsäteollisuuden tuotannosta riippuvat biopolttoaineet muodostavat valtaosan Suomen uusiutuvan energian käytöstä. Uusiutuvien polttoaineiden käyttöä voidaan lisätä energiapolitiikan toimilla lähinnä metsähakkeen, peltobiomassan, biokaasun sekä puun pienkäytön osalta. Energiapuun korjuuta ja haketusta on tuettu osana puuntuotannon kestävyuden turvaamista. Puun pienkäytössä energiatuotannossa on merkittäviä lisäsmahdollisuuksia uudis- ja korjausrakentamisen yhteydessä sekä täydentävänä lämmitysmuotona etenkin sähkölämmityksen ohella.

Hallitus linjasi vuonna 2005 laatimassaan energia- ja ilmastostrategiassa, että pienpuuhakkeen käytön tukemista tulee jatkaa ainakin Kioton sopimuksen kaudella vuosina 2008 - 2012. Tuen avulla ohjataan yksityismetsistä energiatuotantoon sellainen puu, joka ei ole käytettävissä teollisuuden raaka-aineena eikä ohjaudu markkinavetoisesti energiakäyttöön. Vuonna 2005 metsähaketta käytettiin Suomessa 3 miljoonaa kiintokuutiometriä. Metsähakkeen käyttö on kasvanut 2000-luvulla voimakkaasti pääasiassa hakkuutähdehakkeen tuotannon kasvun seurauksena. Pienpuuhakkeen käytön kasvua ovat rajoittaneet korjuun korkeat kustannukset. Kansallisen metsäohjelman tavoite lisätä metsähakkeen käyttöä vuoteen 2010 mennessä noin 5 miljoonalla kiintokuutiometrillä näyttää toteutuvan.

Osana kansallisen energia- ja ilmastostrategian toimeenpanoa maa- ja metsätalousministeriö teetti selvityksen metsäenergiasta⁷. Selvityksen mukaan kestävä metsätalouden rahoituslain tuki energiapuun korjuuseen, metsäkuljetukseen ja haketukseen parantaa merkittävästi pienpuun korjuun kannattavuutta. Lisäksi se edistää energiatuotannon, metsätalouden ja -teollisuuden toimintaa. Energiapuutuen hyöty jakaantuu tuotantoketjun eri osiin. Tuki ei ole päällekkäinen tukimuoto EU:n laitokohtaisen päästökaupan kanssa. Tuen vaikutus pienpuuhakkeen kokonaiskäyttöön on kuitenkin ollut melko vähäinen. Energiapuun tukimuotoja tulisi kehittää yhdessä energiapuun mittausmenetelmien ja -käytäntöjen kanssa. Vuoden 2005 alussa alkanut EU:n päästökauppa parantaa metsähakkeen kilpailukykyä siihen kuuluvissa laitoksissa. Pienissä päästökaupan ulkopuolisissa laitoksissa päästökaupalla ei ole suoraa vaikutusta polttoainekustannuksiin. Metsähake on kilpailukykyisin polttoaine päästökauppaan kuuluvissa laitoksissa jo melko alhaisilla päästöoikeuksien hinnoilla. Päästökaupan ulkopuolisissa, pääosin pienissä lämpölaitoksissa turve on kilpailukykyisin polttoaine nykyisellä metsähakkeen hinnalla. Mikäli metsähakkeen kysyntä

⁶ <http://www.mm.helsinki.fi/~valsta/carbon/hiililoppuraportti-final.pdf>

⁷ http://www.mmm.fi/attachments/5eWDKveQh/5iOSHijmp/Files/CurrentFile/52A07161_Loppuraportti_090806.pdf

lisääntyä voimakkaasti esimerkiksi öljyn hinnan nousun vuoksi, metsähakkeen tuotantoa on mahdollista kasvattaa yli kaksinkertaiseksi ilman erityisiä investointeja. Metsähakkeen teknis-taloudelliseksi tuotantopotentiaaliksi on arvioitu noin 12 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa. Metsähakkeen käyttö- ja korjuupotentiaalissa on kuitenkin huomattavia alueellisia eroja.

Myös turpeen aseman turvaaminen on tärkeää bioenergian käytön edistämisen kannalta, sillä turve on välttämätön tukipolttoaine puun ja peltobiomassojen poltossa lämpölaitoksissa. Liikenteen biopolttonesteiden edistäminen luo hyviä tuotantomahdollisuuksia suomalaiselle maataloudelle sekä muutaman vuoden kuluessa metsäteollisuudelle ns. toisen sukupolven liikennebiopolttonesteiden kehityksen myötä.

Marraskuussa 2006 asetettiin maa- ja metsätalousministeriön bioenergiatuotannon strategiatyöryhmä. Työryhmän ensimmäisenä tehtävänä oli määrittää Manner-Suomen maaseudun kehittämissuunnitelman 2007–2013 bioenergiaa koskevat alueelliset ja tuotantoalakohtaiset kehittämiskohteet.

Metsäntutkimuslaitos käynnisti vuonna 2007 " Bioenergiaa metsistä tutkimus- ja kehittämissuunnitelma (BIO)"⁸. Tutkimussuunnitelmassa selvitetään energiapuun ja muiden metsistä saatavien biopolttoaineeksi soveltuvien raaka-aineiden korjuun ja käytön ekologisia, ekonomisia, teknologisia ja sosiaalisia vaikutuksia sekä puuperäisen biomassan uusia käyttömahdollisuuksia.

4. ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET JA SOPEUTUMINEN

Kasvihuonekaasujen pitoisuuden kasvu ilmakehässä lämmittää maapalloa ja johtaa muutokseen maapallon ilmastojärjestelmässä. Arviot tulevaisuuden ilmastomuutoksesta Suomessa ennakoivat keskilämpötilan nousevan vuoteen 2080 mennessä jopa 4–6°C ja keskimääräisen sademäärän kasvavan 15–25 %. Sääilmiöiden äärimuotojen kuten myrskyjen, kuivuusjaksojen ja rankkasateiden arvioidaan runsastuvan jo aikaisemmin.

Ilmastomuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia⁹ määrittää ilmastomuutoksen tulevia vaikutuksia Suomessa. Ilmastomuutokseen sopeutumisella tarkoitetaan luonnon ja ihmisen mukautumista ilmastollisiin muutoksiin joko minimoimalla haittoja tai hyödyntämällä etuja. Sopeutumisstrategian tavoitteena on vahvistaa ja lisätä sopeutumiskykyä ilmastomuutokseen. Siinä on määritelty toimenpiteet eri toimialoille: maatalous- ja elintarviketuotanto, metsätalous, kalatalous, porotalous, riistatalous, vesivarat, luonnon monimuotoisuus, teollisuus, energia, liikenne, alueidenkäyttö ja yhdyskunnat, rakentaminen, terveys, matkailu ja luonnon virkistyskäyttö sekä vakuutus toiminta.

Kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa todetaan, että ilmastoon ja säävaihteluihin sopeutuminen vaatii jo nykyisin voimavaroja useilla ilmastolle herkällä toimialoilla. Kansallinen kyky sopeutua ilmastomuutokseen edellyttää, että Suomen taloudellinen ja sosiaalinen hyvinvointi säilyy ja että ilmastomuutokseen ryhdytään varautumaan riittävän aikaisessa vaiheessa. Keskeistä on kansallisten valmiuksiemme ja sopeutumiskykymme kasvattaminen riittävän ajoissa, jotta voimme kohdata ilmastomuutoksen uhkat sekä käyttää hyväksemme ilmastomuutoksesta aiheutuvia mahdollisuuksia. Seuraavilla, vuosille 2006 – 2015 ajoittuvilla toimenpiteillä lisätään kansallisia valmiuksia sopeutua ilmastomuutokseen.

⁸ <http://www.metla.fi/tutkimus/>

⁹ http://wwwb.mmm.fi/julkaisut/julkaisusarja/2005/MMMjulkaisu2005_1.pdf

- Ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointi ja sopeutumistoimenpiteiden määrittäminen liitetään eri toimialoilla osaksi tavanomaista suunnittelua, toimeenpanoa ja seurantaa.
- Varaudutaan eri toimialoilla äärevien sääilmiöiden runsastumiseen sekä sisällytetään ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointi osaksi pitkäkestoisten investointien suunnittelua.
- Sopeutumisvalmiuksien parantamiseksi kehitetään olemassa olevia ja uusia havainnointi- ja varoitusjärjestelmiä tarpeen mukaan kansainvälisenä yhteistyönä ja turvaamalla järjestelmien ja niiden toiminnan kansainvälinen yhteensopivuus.
- Valmistellaan vuoden 2005 aikana ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelma vuosille 2006 – 2010.
- Varaudutaan ilmastonmuutoksen tuomiin kansainvälisen toimintaympäristön muutoksiin, nostetaan ilmastonmuutokseen sopeutuminen yhdeksi painopisteeksi Suomen harjoittamassa kehitysyhteistyössä ja integroidaan sopeutuminen osaksi kansallisia kestäväen kehityksen ohjelmia.

Taulukossa 1 on esitetty tämän hetken tietämyksen mukaisia metsänhoitotoimia, joiden tavoitteena on sopeutuminen ilmastonmuutoksen. Käytännön metsänhoidossa joudutaan ottamaan huomioon useita toisinaan keskenään ristiriitaisiakin metsien eri käyttömuotoja: puuntuotanto, monimuotoisuuden suojeleminen, ilmastonmuutoksen hillitseminen joko hiilivarantoja kasvattamalla ja suojelemalla tai korvaamalla haitallisempia raaka-aineita ja energiamuotoja puulla sekä ilmastonmuutokseen sopeutuminen.

Taulukko 1. Metsänhoitotoimenpiteiden sopeuttaminen ilmastonmuutokseen - esimerkkejä.

Metsänhoitotoimenpide	Ilmastonmuutokseen sopeutuminen
Jalostus	<ul style="list-style-type: none"> • Metsänviljelyaineistojen sopeuttaminen muuttuvaan ilmastoon laaja-alaiseen viljelyvarmuuteen tähtäävän metsänjalostuksen avulla • Tuhoihin resistentit alkuperät
Luontainen uudistaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Puiden luontainen sopeutumispotentialiaali on käytössä
Metsänviljely	<ul style="list-style-type: none"> • Metsänviljelyn käyttö, mikäli halutaan suosia havupuita • Mahdollistaa paremmin sopeutuneiksi jalostettujen siemenviljelyssiementen ja kloonien käytön
Taimikonhoito	<ul style="list-style-type: none"> • Taimikonhoitoa ja -perkausta voidaan joutua aikaistamaan
Harvennukset	<ul style="list-style-type: none"> • Soveltuvat harvennusvälit ja -voimakkuudet • Säännöllinen metsänhoito ehkäisee hyönteis-, sienitauti- ja myrsky-, ja lumituhoja
Kiertoaika	<ul style="list-style-type: none"> • Lisääntynyt kasvu mahdollistaa kiertoajan lyhentämisen
Metsäojitus	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnostus- ja täydennysojitustarpeen uudelleenarvioiminen

Ilmastonmuutosten vaikutusten arviointi ja sopeutumistoimenpiteiden määrittäminen liitetään osaksi toimialojen suunnittelua ja seurantaa. Strategiassa esitetään tutkimusohjelman käynnistämistä. Tärkein keino vähentää ilmastonmuutoksen vaikutuksia ja siten sopeutumistarvetta on kasvihuonekaasujen päästöjen hillitseminen maailmanlaajuisesti mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Taulukko 2. Yhteenvedo ilmastonmuutokseen sopeutumisen mahdollisista toimenpidelinjauksista metsätaloudessa.

		Ennakoiva	Reaktiivinen
Julkinen	Hallinto ja suunnittelu	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastonmuutoksen näkökohtien sisällyttäminen kansalliseen metsäohjelmaan* • Metsänhoitosuositusten tarkistaminen vastaamaan ilmastonmuutosta** • Metsäpuiden geenivarojen suojele* 	
	Tutkimus ja tiedotus	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmastonmuutokseen sopeuttavan ja sitä hillitsevän metsänhoidon kehittäminen* • Tuhojen ennakointi ja seuranta-järjestelmän kehittäminen* 	
	Taloudelliset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Puunkorjuun kehittäminen* • Puiden jalostus* • Tuholaisten ja tautien torjuminen*** • Metsäteiden kunnossapito* 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuulituhojen nopea korjaaminen seuraustuhojen estämiseksi** • Metsänviljelyaineiston alkuperän valinta**
	Normatiiviset toimenpidelinjaukset	<ul style="list-style-type: none"> • Metsälainsäädännön muutostapeiden arviointi muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa**/*** • Mahdolliset puuntuontikiellot pahiten tuholaisten saastuttamilta alueilta*** 	
Yksityinen		<ul style="list-style-type: none"> • Metsäsuunnitelmien tekeminen uusittujen hoitosuositusten pohjalta**/*** 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuulituhojen nopea korjaaminen seuraustuhojen estämiseksi**

Ilmastonmuutoksen sopeutumistutkimusohjelma on käynnistetty osana kansallista ilmastonmuutoksen sopeutumisstrategiaa. Tutkimusohjelman tavoitteena on tuottaa käytännön sopeutumistoimien suunnitteluun tarvittavaa tietoa ja edistää tiedon soveltamista käytäntöön. Tutkimusohjelma on viisivuotinen (2006 - 2010) ja sen rahoitus tulee useasta lähteestä. Tutkimuksia toteutetaan eri laitosten tulohajauksen, ministeriöiden hankerahoituksen sekä muun tutkimus- ja kehitysrahoituksen turvin.

Metsäntutkimuslaitos aloitti vuonna 2007 tutkimusohjelman "Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL)"¹⁰. Tutkimusohjelman tavoitteena on tuottaa tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista metsäekosysteemeihin sekä niistä metsä- ja ympäristöpoliittisista toimista ja vaihtoehdoista, joiden avulla ilmaston muutosta voidaan torjua ja hillitä ja joiden avulla ilmastonmuutokseen voidaan sopeutua.

5. ILMASTONÄKÖKOHTIEN SISÄLLYTTÄMINEN KANSALLISEEN METSÄOHJELMAAN

Tavoitetilan kuvaus vuonna 2015, keinovalikoimien valinta sekä resurssiarvio edellyttävät jatkovalmistelua.

¹⁰ <http://www.metla.fi/tutkimus/>

Miten ilmastonmuutos vaikuttaa metsäekosysteemien toimintaan?

Elina Vapaavuori, Seppo Neuvonen (metsätuhot), Michael Müller (metsätaudit), Metsäntutkimuslaitos

Ilmakehä ja sen kaasukoostumuksen aiheuttama kasviuoneilmiö ovat olleet edellytyksenä elämän muodostumiselle ja kehittymiselle maapallolla. Maapallon historiassa vaihdelleet lämpimät ja kylmät ajanjaksot ovat muuttaneet eliölaajien olemassaoloa ja niiden monimuotoisuutta. Käynnissä oleva ilmastonmuutos poikkeaa kuitenkin aiemmista ilmastonmuutoksista, koska sen johdosta muutokset ovat poikkeuksellisen nopeita. Tästä johtuen nykyistä ilmastonmuutosta on kutsuttu 'ihmiskunnan laajimmaksi biogeokemialliseksi kokeeksi', jolla ennustetaan ekosysteemimuutosten lisäksi olevan tulevaisuudessa merkittäviä taloudellisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia.

Metsäekosysteemi on monimutkainen ravintoketjuverkosto, jossa häiriö ravintoketjun jossakin osassa voi vaikuttaa yksittäisten eliölaajien menestymiseen. Häiriötapahtuman seurauksena koko ravintoketjun toiminta voi häiriintyä tai katketa. Ekosysteemitason tietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista eliölajeihin ja niiden keskinäisiin vuorovaikutus- ja runsaussuhteisiin on vähän. Olemassa oleva tieto on saatu yksittäisistä, pääasiassa yhden ilmastonmuutosfaktorin case – tutkimuksista, joiden skaalaaminen ekosysteemitason ennusteiksi on ongelmallista.

Uusimpien ilmastonmuutosennusteiden mukaan ilmastonmuutoksen aiheuttama lämpeneminen on voimakkainta pohjoisilla alueilla (IPCC 2007; http://www.fmi.fi/tutkimus_ilmasto/ilmasto_51.html). Suomelle laadittujen alueellisten ilmastoennusteiden mukaan vuotuinen keskilämpötilan nousu nykytilasta vuoteen 2030 mennessä on noin 1°C. Lämpötilan kohoaminen on suurinta talvella ja pienempi kesällä. Sademäärät pohjoisilla alueilla kasvavat, ja ennusteiden mukaan sademäärän lisääntyminen on suurin talvella ja vähäisempi kesällä (Helsingissä 4.5% lisäys talvella ja 2.8% lisäys kesällä nykytilaan verrattuna) (Räisänen & Ruokolainen 2006). Ennusteiden mukaan ilmaston ääri-ilmiöiden esiintyminen lisääntyy, ominaispiirteinä rankkasateiden ja tulvien, pitkien hellejaksojen ja lämpötilan nopeiden vaihteluiden yleistyminen. Pohjoisilla alueilla talvikausien lämpötilan nousun vuoksi maaperän routaantuminen heikkenee ja lumipeite ohenee, minkä seurauksena maaperän epävakaas lisääntyy ja eroosioherkkyys kasvaa.

1. Ilmastonmuutoksen vaikutukset kasvuun

Nykyisessä ilmastossa hiilidioksidipitoisuus ja lämpötila ovat kasvien yhteytystä rajoittavia tekijöitä, mistä johtuen puiden kapasiteetti sitoa hiiltä ja lisätä kasvua ja biomassan tuotantoa lisääntyy hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan noustessa. Puiden kasvua borealisessa vyöhykkeessä lisää tulevaisuudessa myös pidentyvä kasvukausi, koska silmujen puhkeaminen keväällä varhentuu ja lehtien tippuminen syksyllä viivästyy. Nykyiset arviot metsäpuiden kasvunlisäyksestä perustuvat pisimmilläänkin vain 10 vuoden altistuskokeisiin olosuhteissa, joissa on simuloitu ilmastoskenaarioiden mukaisia olosuhteita 50 - 100 vuoden aikaperspektiivillä. Tutkimustulosten perusteella puiden maanpäällisten osien kasvunlisäys on vaihdellut kohotetun hiilidioksidipitoisuuden vaikutuksesta suuresti (4-242%) (Medlyn ym. 2001) keskimääräisen kasvunlisäyksen ollessa ~25% luokkaa (Nowak ym. 2004). Borealisen vyöhykkeen metsäpuilla lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden nousu yhdessä ovat yleensä lisänneet puiden kasvua enemmän kuin lämpötila ja hiilidioksidi erikseen (esim. Peltola ym. 2002, Kilpeläinen ym. 2005).

Kokeellisten altistustutkimusten perusteella hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan nousun todellisia **pitkäaikaisvaikutuksia metsäekosysteemitason hiilen sidontaan** on vaikea ennustaa, koska puiden kasvureaktioihin vaikuttavat myös muut ympäristötekijät, kuten valon, veden ja ravinteiden saatavuus, geneettiset tekijät sekä puuston kasvutiheys, puulajisuhteet ja kehitysvaihe. Äärevöityvät ilmasto-olot ja niistä johtuvat pakkasvauriot keväällä ja syksyllä ovat riskitekijöitä, jotka voivat merkittävästi muuttaa puiden hiilen sidontaa ja kasvuvasteita. Metsäekosysteemeissä ravinteista erityisesti typpi on yleisesti kasvua rajoittava tekijä, ja sen puute voi hiilidioksidipitoisuuden noustessa korostua ja näkyä odotettua pienempänä positiivisena kasvuvasteena tai jopa estää kasvunlisäyksen (Nowak ym. 2004). Toisaalta on olemassa tutkimustuloksia siitä, että typen mineralisaatio voi nopeutua lämpötilan noustessa, millä puolestaan voi olla positiivisia palautevaikutuksia puiden kasvuun (Rustad ym. 2002, Strömngren & Linder 2002).

Kloonimateriaaleilla tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että eri genotyyppien kyky reagoida muuttuvaan ilmastoon vaihtelee hyvinkin paljon riippuen mm. genotyyppien välisistä fysiologisista eroista kasvussa, kuivuudenkestävyydessä, ravinteiden käytössä sekä lämpötila- ja valovasteissa.

Metsänkasvatuksen kannalta ongelmalliseksi voi osoittautua se, että nykyilmastossa tehdyt arviot genotyyppien välisistä eroista kasvussa ja yksilöiden keskinäisessä kilpailukyvyssä eivät välttämättä ennusta menestymistä ja paremmuutta tulevaisuuden ilmasto-oloissa (Kubiske ym. 2006). Tästä johtuen metsänkasvatuksessa alkuperävalinnoilla ja erityisesti metsänviljelymateriaalin riittävästä geneettisestä variaatiosta huolehtimisella varmistetaan puulajien sopeutumis- ja muuntumiskyky muuttuvassa ilmastossa. Se, miten ja milloin boreaalisen vyöhykkeen metsien kapasiteetti toimia hiilinieluna saturoituu tulevaisuudessa, on monen tekijän yhteisvaikutuksen tulos. Metsien hyödyntäminen ilmastonmuutoksen hillinnässä, maksimaalisen hiilinielun ylläpitämiseksi, on haasteellinen optimointitehtävä, johon on mahdollista vaikuttaa metsänkäsittelyn ja -hoidon avulla.

2. Ilmastonmuutoksen vaikutukset juuristosysteemin toimintaan

Terrestrisissä ekosysteemeissä 80-90 % vuotuisesta primäärituotannosta siirtyy maahan kuolleen orgaanisena aineena (Vogt ym. 1986, Bardgett 2005). Maaperäprosesseilla onkin tärkeä merkitys globaalissa hiilen kierrossa, koska ne hajotus- ja hengitysprosessien kautta säätelevät maaperän isoja hiilivarastoja ja siksi ovat potentiaalisesti erittäin herkkiä ilmastonmuutoksesta aiheutuville suorille ja epäsuorille vaikutuksille (Pendall ym. 2004). Terrestrisessä ekosysteemissä maaperä on keskeinen hiilen lähde, minkä johdosta muutokset maaperäprosesseissa sekä maaperän käsittelyssä ja käytössä vaikuttavat ekosysteemin kokonaishiilensidontaan.

Hiilidioksidipitoisuuden nousun suorat vaikutukset näkyvät hieno- ja paksujuurten kasvun lisääntymisenä (Nowak ym. 2004, Riikonen ym. 2004, Karnosky & Pregitzer 2006) ja mykoritsallisten juurten muodostumisessa, minkä seurauksena juuriston kyky ottaa vettä ja ravinteita paranee ja kasvu kiihtyy. Tutkimustulosten perusteella kasvun jakautuminen maanpäällisten ja maanalaisten osien välillä ei kuitenkaan yleensä muutu (Riikonen ym. 2004, Karnosky & Pregitzer 2006). Lisääntynyt hiilivuo juuristosysteemiin näkyy maahengityksen lisääntymisenä (Karnosky & Pregitzer 2006). Tämä johtuu nopeutuneesta hienojuurten kasvusta ja ravinteiden otosta, vilkastuneesta hienojuurten hajoamisesta ja maamikrobitoiminnasta sekä lisääntyneestä maamikrobien määrästä.

Hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan nousun seurauksena kariketuoanto ja kuolleen orgaanisen aineen määrä boreaalisen vyöhykkeen metsäekosysteemeissä kasvaa, mikä voi suotuisissa lämpötila-, kosteus- ja ravinneoloissa vilkastuttaa maaperämikrobien hajotusprosesseja.

Hajotusprosesseihin vaikuttaa myös karikkeen laatu: hiilidioksidipitoisuuden lisääntyessä karikkeen hiili-tyyppi –suhde nousee (Cotrufo & Ineson 1996, Norby ym. 2001, Parsons ym. 2004, Kasurinen ym. 2006), minkä seurauksena karikkeen hajotus luonnossa heikkenee (Parsons ym. 2004, Cotrufo ym. 2005) ja hajotuksessa vapautuvien ravinteiden kiertonopeus ja saatavuus kasvuprosessien ylläpitämiseen hidastuu. Vaikka orgaaninen aine hajoaa maaperässä pääasiallisesti maamikrobien toimesta, myös maaperäeläinten tiedetään edistävän eri tavoin orgaanisen aineksen hajotusta (Lavelle ja Spain 2001). On oletettu, että ilmastonmuutoksen aiheuttamalla muutoksilla karikkeen laadussa ja ravintoarvossa voisi olla vaikutuksia myös maaperäeläinten syöntikäyttäytymiseen, kasvuun ja keskinäisiin runsaussuhteisiin. Kokeellista tietoa näiden olettamusten tueksi on kuitenkin vähän, vain muutamilta mallilajeilta, ja niistä saatu tutkimustieto ristiriitaista (Hättenschwiler ym. 1999, Hättenschwiler & Bretcher 2001, Kasurinen ym. 2007).

Yhteenvedo: ks Hannu Ilvesniemen teksti!

3. Ilmastonmuutoksen vaikutus metsätuhoihin

Hyönteisten aiheuttamien metsätuhojen riski voi kasvaa muuttuvassa ympäristössä eri syistä (Day & Leather 1997, Niemelä ym. 2001), joiden vaikutukset metsätaloudelle voivat olla merkittävät. Joidenkin lajien aiheuttamien tuhojen riski liittyy suoraan ilmaston muutokseen (Virtanen ym. 1996, 1998, Neuvonen ym. 1999). Myös luontaiselle lajistollemme vieraitten tuholaislajien uhka on kasvamassa maailmanlaajuisen liikkumisen ja kaupan vapautumisen ja lisääntymisen myötä (Liebhold ym. 1995, Niemelä & Mattson 1996, Brockerhoff ym. 2006). Tuhoriskejä voivat kasvattaa myös muuttuvat metsänhoidon käytännöt ja luonnon monimuotoisuuden lisäämiseen tähtäävät toimenpiteet (esim. lahoppuun määrän lisääminen).

Pohjois-Euroopan metsäpuilla elävistä hyönteislajeista vain suhteellisen pieni osa on merkittäviä tuholaisia (Day & Leather 1997). Tietyn lajin esiintymiseen tuholaisena vaikuttavat mm. lajin ominaisuudet sekä paikalliset abioottiset ja bioottiset ympäristötekijät. Puilla elävien tuhohyönteisten populaatiodynamiikkaan voivat vaikuttaa abioottisten tekijöiden lisäksi sekä ravinnon laadun vaihtelu että hyönteisten monet luontaiset viholliset. Näiden suhteellinen merkitys vaihtelee systeemistä toiseen ja myös alueellisesti.

Ilmaston muutosten vaikutuksia metsien hyönteistuhoriskiin voidaan arvioida, mikäli ymmärretään puiden, tuhohyönteisten ja näiden luontaisten vihollisten väliset vuorovaikutukset sekä ympäristötekijöiden vaikutukset näihin. Tällaista tietämystä on vähän. Luotettavien riskiarvioiden ja ennusteiden tekeminen edellyttää tuholaiskantojen jatkuvaa seuranta ja populaatiodynaamisia malleja, jotka realistisesti kuvaavat lajien välisiä vuorovaikutussuhteita ja ympäristötekijöiden vaikutuksia näihin. Tällaisten mallien kehittäminen on metsiemme tuhohyönteisten osalta vasta alkuvaiheessaan.

Ravinnon laatu muuttuu - vaikutuksia hyönteisten menestymiseen?

Hiilidioksidipitoisuuden nousun on arveltu aiheuttavan ennennäkemättömän nopeita ja isoja muutoksia kasvien kemialliseen koostumukseen (Körner 2000). Yleinen havainto on, että hiilidioksidipitoisuuden nousu vähentää lehtien typpipitoisuutta (Norby ym. 1999, Ainsworth & Long 2005, Riikonen ym. 2005), jolloin samanaikaisesti fenolisten yhdisteiden pitoisuus lehdissä kasvaa ja niiden kemiallinen koostumus muuttuu (Bezemer & Jones 1998, Koricheva ym. 1998, Peltonen ym. 2006). Fenolit toimivat kasvien kemiallisessa puolustuksessa herbivoreja vastaan (Leimu & Koricheva 2006, Morris 2006). On arveltu, että fenoleihin hiilipitoisina yhdisteinä ohjautuvat 'ylimääräiset' yhteytystuotteet, joita kasvit eivät

hiilidioksidipitoisuuden noustessa pysty hyödyntämään kasvuun. Fenolien kertymisen seurauksena lehdet muuttuvat kemialliselta koostumukseltaan hiilipitoisemmiksi, niiden C:N –suhde nousee ja ravintoarvo heikkenee. Näillä kemiallisilla muutoksilla voi olla vaikutuksia herbivorien ruoan valintaan, syöntikäyttäytymiseen ja ontogeniaan. Purevasuisten hyönteisten osalta lehtien ravintoarvon muutokset voivat aiheuttaa kompensaatiosyöntiä, jolloin syöntiä lisäämällä toukkien kasvuun ja kehitykseen tarvittava ravintovaatimus täyttyy (Bezemer & Jones 1998, Cotrufo ym. 1998, Peltonen ym. käsikirjoitus). Hiiliyhdisteiden, erityisesti sokereiden, pitoisuuden nousu lehdissä puolestaan suosii imeväsuisten hyönteisten (esim. kirvat) kehitystä ja voi johtaa esim. kirvapopulaatioiden koon kasvuun.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat metsätuhot ovat riskitekijä metsätaloudelle tulevaisuudessa. Perustietoa ilmastonmuutoksen vaikutuksista tuhohyönteisten biologiaan ja lajien keskinäisiin vuorovaikutuksiin tarvitaan lisää. Metsätuhohyönteisten seurantajärjestelmää on kehitettävä hyönteistuhoriskien ymmärtämiseksi ja hallitsemiseksi. Tarvitaan myös malleja, jotta tuhohyönteisten populaatiodynamiikkaa voidaan ymmärtää ja joiden pohjalta voidaan laatia ennusteita hyönteisten aiheuttamista metsätuhoista. Koulutusta ja tiedotusta tuhohyönteisistä ja niiden aiheuttamista riskeistä tulee lisätä metsäammattilaisille, metsänomistajille ja suurelle yleisölle.

4. Metsätaudit muuttuvassa ilmastossa

Nykytietämys metsän mikrosienipopulaatioiden reaktioista ilmaston nopeille muutoksille on vähäinen, eikä se anna mahdollisuutta puustomme terveydellisen kehityksen ennustamiselle. Monien tautiepidemioiden puhkeaminen metsissä on viime vuosikymmenien aikana pystytty selittämään poikkeavilla sääoloilla. Yleisesti oletetaan tautien lisääntyvän lämpötilan ja sadannan lisääntyessä, mutta kokeellista näyttöä metsien osalta ei ole.

Ilmaston lämpeneminen muuttaa puilla elävien sienten elinmahdollisuuksia ja valintapaineita, jotka johtavat populaatorakenteiden muuttumiseen (Boland et al. 2004). Muutaman lämpöasteen ero voi taudin etenemisen kannalta olla ratkaiseva. Esimerkiksi männyntaimien alttius surmakalle riippuu merkittävästi jo muutaman asteen lämpötilamuutoksesta (Petäistö ja Laine, 1999). Douglas-kuusella esiintyvän *Phaeocryptopus* –neulaskaristein on Oregonissa arvioitu lisääntyvän kaksivuotisissa neulasissa 6 %:lla keskimääräisen päivittäisen talvilämpötilan noustessa 1°C:lla (Manter et al. 2005). Kanadan länsirannikolla alueen alkuperäislajistoon kuuluva neulaspatogeeni *Dothistroma septosporum* on muuttunut heikosta patogeenistä aggressiiviseksi tuholaiseksi kontortamännällä lisääntyneiden kesäsateiden myötä (Woods et al. 2005).

Metsäntautien osalta metsien terveydentilan seuranta on tehostettava eri tavoin, yhtenä keinona metsäammattilaisten koulutus tuhojen tunnistuksessa sekä toimenpiteissä metsätuhojen estämiseksi. Perustietämyksen lisääminen taudinaiheuttajien biologiasta, leviämisestä ja epidemiologiasta on välttämätöntä. Tutkimuksen tavoitteena tulee olla kehittää malleja, joita voidaan käyttää metsänsuunnittelun työkaluina metsätuhoriskien ehkäisemiseksi ja niiden ennustamisessa.

Tutkimuksellisesti keskeisiä ovat seuraavat kysymykset:

Miten nykyiset patogeenipopulaatiot muuttuvat geneettisiltä ominaisuuksiltaan ilmaston muuttuessa? Tuleeko meille kokonaan uusia patogeenilajeja ilmastomuutoksen myötä?

Jos nykyisten lajien populaatiot saavat runsaasti uusia ominaisuuksia, niiden patogeenisuus voi myös muuttua. Ilmastonmuutos voi aiheuttaa osapopulaatioiden nopeaa geneettistä muuntumista, mikäli geenejä kaukokulkeutuu, ja varsinkin, jos eri lajien osapopulaatiot ovat

pitkälle erikoistuneita paikallisiin olosuhteisiin. Ilmaston lämpeneminen voi johtaa eteläisten meille uusien tulokaslajien leviämiseen maahamme. Ihmisten aiheuttamista tulokaslajien kulkeutumisista on maailmanlaajuisesti runsaasti esimerkkejä (jalavatauti Euroopassa ja Amerikassa, eurooppalainen surmakka Amerikassa, haavanroso pohjoismaissa, kastanjansurma Amerikassa, ym.). Dokumentoiduista tulokaspatogeeneista suurin osa lienee levinnyt ihmistoiminnan seurauksena taimiaineksen tai puuaineksen kuljetuksien kautta. Sen sijaan tietoa sienien luonnollisesta leviämisestä (ilmalevintä, hyönteisvektorit ym.) muuttuvien olosuhteiden myötä on niukasti.

5. Alailmakehän otsonipitoisuuden nousun hillitseminen tärkeää

Alailmakehän otsoni on metsäpuiden kannalta merkittävin kaasumainen ilmansaaste, koska se on lisääntynyt kaikkialla maapallolla, on erittäin pieninä pitoisuuksina toksinen kasveille ja kulkeutuu pitkiäkin matkoja mm. Keski-Euroopasta Skandinaviaan. Alailmakehän otsoni on noussut 0.5-2% vuodessa, mikä johtuu liikenteen ja teollisuuden tuottamista typenoksidi- ja hiilivetypäästöjen lisäyksestä. Otsoni heikentää puiden yhteytystä ja näin ollen myös kasvua. Otsonin vaikutukset metsien kasvuun ovat kumuloituvia ja voivat näkyä viiveellä vasta usean vuoden kuluttua. Kasvutappioissa on lajienvälistä vaihtelua, mutta niiden arvellaan olevan metsäpuilla jopa 10% luokkaa. Heikentyneen yhteytyksen vuoksi hiilen allokaatio muuttuu ja tällöin vähäisempi osa yhteytystuotteista ohjautuu juuristosysteemiin, minkä seurauksena juuriston kasvu hidastuu. Juuriston kunnan heikkeneminen johtaa ravinnepuutoksiin, puun yleiskunnan heikkenemiseen ja siten altistaa kasveja patogeeni- ja hyönteistuhoilta (cf. Oksanen 2005).

Metsien hiilen sidonnan kannalta hiilidioksidi- ja otsonipitoisuuden samanaikainen lisääntyminen on ongelmallista, koska tällöin hiilidioksidipitoisuuden kasvua edistävä vaikutus pienenee tai jopa kumoutuu. Tällöin metsäekosysteemien kyky toimia hiilen nieluina heikkenee. Ilmatieteen laitos seuraa otsonipitoisuuksien vaihteluja osana laitoksen ilmanlaadun seurantajärjestelmää. Otsonivaurioiden ja kasvutappioiden ehkäisemiseksi tarvitaan kansainvälisiä sopimuksia, joiden tavoitteena tulee olla teollisuuden ja liikenteen päästöjen vähentäminen mm. puhtaampaa teknologiaa kehittämällä.

Kirjallisuus

Ainsworth, E.A. & Long, S.P. (2005) What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytologist* 165, 351-372.

Bardgett 2005Bezemer, T.M. & Jones, T.H. (1998) Plant-insect herbivore interactions in elevated atmospheric CO₂: quantitative analyses and guild effects. *Oikos* 82, 212-222.

Boland, G. J., Melzer, M.S., Hopkin, A., Higgins, V., Nassuth, A. (2004) Climate change and plant diseases in Ontario. *Canadian Journal of Plant Pathology* 26, 335-350.

Brockerhoff, E.G., Liebhold, A.M., & Jactel, H. (2006) The ecology of forest insect invasions and advances in their management. *Can. J. For. Res.* 36: 263-268.

Cotrufo, M.F. & Ineson, P. (1996) Elevated CO₂ reduces field decomposition rates of *Betula pendula* (Roth) leaf litter. *Oecologia* 106, 525-530.

Cotrufo, M.F., Briones, M.J.I. & Ineson, P. (1998) Elevated CO₂ affects field decomposition rate and palatability of tree leaf litter: importance of changes in substrate quality. *Soil Biology & Biochemistry* 30, 1565-1571.

Cotrufo, M.F., DeAngelis, P. & Polle, A. (2005) Leaf litter production and decomposition in a poplar short-rotation coppice exposed to free air CO₂ enrichment (POPFACE). *Global Change Biol.* 11, 1-12.

Day, K.R. & Leather, S.R. (1997) Threats to forestry by insect pests in Europe. In: Watt, A.D., Stork, N.E. & Hunter, M.D. (eds) *Forests and Insects*. Chapman & Hall, London. Pp. 177-205.

Hättenschwiler, S., Bühler, S. & Körner, C. (1999). Effects of elevated CO₂ on quality, decomposition and isopod consumption of tree litter. *Oikos* 85, 271-281.

Hättenschwiler, S. & Bretscher, D. (2001) Isopod effects on decomposition of litter produced under elevated CO₂, N deposition and different soil types. *Global Change Biology* 7, 565-579.

IPCC 2007. <http://www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf>

Karnosky, D.F. & Pregitzer, K.S. (2006) Impacts of elevated atmospheric [CO₂] and [O₃] on northern temperate forest ecosystems: Results from the Aspen FACE experiment. *Kirjassa Managed Ecosystems and CO₂. Case Studies, Processes, and Perspectives* (Nösberger, J., Long, S.P., Norby, R.J., Stitt, M., Hendrey, G.R. & Blum, H., toim.), pp.213-229. *Ecological Studies* 187. Springer-Verlag, Berlin.

Kasurinen, A., Riikonen, J., Oksanen, E., Vapaavuori, E. & Holopainen, T. (2006) Chemical composition and decomposition of silver birch leaf litter produced under elevated CO₂ and O₃. *Plant and Soil* 282, 261–280.

Kasurinen, A., Peltonen, P. A., Julkunen-Tiitto, R., Vapaavuori, E., Nuutinen, V., Holopainen, T. & Holopainen, J. K. 2007. Effects of elevated CO₂ and O₃ on leaf litter phenolics and subsequent performance of litter-feeding soil macrofauna. *Plant Soil*
DOI 10.1007/s11104-007-9199-3

Kilpeläinen A., Peltola H., Ryyppö A. & Kellomäki S. (2005) Scots pine responses to elevated temperature and carbon dioxide concentration: growth and wood properties. *Tree Physiology* 25, 7583.

Koricheva, J., Larsson, S., Haukioja, E. & Keinänen, M. (1998) Regulation of woody plant secondary metabolism by resource availability: hypothesis testing by means of meta-analysis. *Oikos* 83, 212-226.

Kubiske, M.E., Quinn, V. S., Heilman, W. E., McDonald, E. P., Marquardt, P. E., Teclaw, R. M., Friend, A. L. & Karnosky, D.F. (2006) Interannual climatic variation mediates elevated CO₂ and O₃ effects on forest growth. *Global Change Biology* 12, 1–15,

Kubiske, M. E., Quinn, V. S., Marquardt, P. E. & Karnosky, D. F.
Effects of elevated atmospheric CO₂ and/or O₃ on intra- and interspecific competitive ability of aspen. *Plant Biology*, submitted.

- Körner, C. (2000) Biosphere responses to CO₂ enrichment. *Ecological Applications* 10, 1590-1619.
- Lavelle, P. & Spain, A.V. (2001) *Soil Ecology*. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. 654p.
- Leimu, R. & Koricheva, J. (2006) A meta-analysis of tradeoffs between plant tolerance and resistance to herbivores: combining the evidence from ecological and agricultural studies. *Oikos* 112, 1-9.
- Liebhold, A.M., Macdonald, W.L., Bergdahl, D. & Mastro, V.C. 1995. Invasion by exotic forest pests: a threat to forest ecosystems. *Forest Science Monographs* 30. 49 p.
- Manter, D. K., P. W. Reeser, et al., (2005). A climate-based model for predicting geographic variation in Swiss Needle Cast severity in the Oregon Coast Range. *Phytopathology* 95: 1256-1265.
- Medlyn B.E., Badeck F. -W., De Pury D.G.G., Barton C.V.M., Broadmeadow M., Ceulemans R., De Angelis P., Forstreuter M., Jach M.E., Kellomäki S., Laitat E., Marek M., Philippot S., Rey A., Strassmeyer J., Laitinen K., Liozon R., Portier B., Roberntz P., Wang K. & Jarvis P.G. (1999) Effects of elevated [CO₂] on photosynthesis in European forest species: a meta-analysis of model parameters. *Plant Cell and Environment* 22, 1475-1495.
- Morris, W.F., Traw, M.B. & Bergelson, J. (2006) On testing for a tradeoff between constitutive and induced resistance, *Oikos* 112, 102-110.
- Neuvonen, S., Niemelä, P. & Virtanen, T. (1999) Climatic change and insect outbreaks in boreal forests: the role of winter temperatures. *Ecological Bulletins* 47, 63-67.
- Niemelä, P., Chapin, F.S.III, Danell, K. & Bryant, J.P. (2001) Herbivory-mediated responses of selected boreal forests to climatic change. *Climatic Change* 48: 427-440.
- Niemelä, P. & Mattson, W.J. (1996) Invasion of North American Forests by European Phytophagous Insects. Legacy of the European crucible? *BioScience* 46:741-753.
- Nowak, R.S., Ellsworth, D.S. & Smith, S.D. 2004. Functional responses of plants to elevated atmospheric CO₂ – do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions? *New Phytologist* 162, 253-280.
- Norby, R.J., Wullschleger, S.D., Gunderson, C.A., Johnson, D.W. & Ceulemans, R. (1999). Tree response to rising CO₂ in field experiments: implications for the future forests. *Plant, Cell and Environment* 22, 683-714.
- Oksanen, E. 2005. Ilmastonmuutoksen biologiset vaikutusmekanismit metsäpuilla. Kirjassa 'Ilmasto muuttuu – mukautuvatko metsät (Riikonen, J. & Vapaavuori, E., toim.), 41-51. Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja 944.
- Parsons, W.F.J., Lindroth, R.L. & Bockheim, J.G. (2004) Decomposition of *Betula papyrifera* leaf litter under the independent and interactive effects of elevated CO₂ and O₃. *Global Change Biol.* 10, 1666-1677.

Peltola H., Kilpeläinen A. & Kellomäki S. (2002) Diameter growth of Scots pine (*Pinus sylvestris*) trees grown at elevated temperature and carbon dioxide concentration under boreal conditions. *Tree Physiology* 22, 963-972.

Peltonen, P.A., Vapaavuori, E. & Julkunen-Tiitto, R. (2006) Accumulation of phenolic compounds in birch leaves is changed by elevated carbon dioxide and ozone *Global Change Biology* (2005) 11, 1305–1324.

Peltonen, P.A., Vapaavuori, E., Heinonen, J., Julkunen-Tiitto, R. & Holopainen, J.K. Food quality mediated interactive effects of CO₂ and O₃ on folivorous insects in birch *Käsikirjoitus arvioitavana Global Change Biology –lehdessä*.

Pendall, E., Bridgman, S., Hanson, P.J., Hungate, B., Kicklighter, D.W., Johnson, D.W., Law, B.E., Luo, Y., Mezonigal, J.P., Olsrud, M., Ryan, M.G. & Wan, S. (2004) Below-ground process responses to elevated CO₂ and temperature: a discussion of observations, measurement methods, and models. *New Phytologist* 162, 311–322

Petäistö, R. L. and A. Laine (1999). Effects of Winter storage temperature and age of *Pinus sylvestris* seedlings on the occurrence of disease induced by *Gremmeniella abietina*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14, 227-233.

Riikonen, J., Lindsberg, M.-M., Holopainen, T., Oksanen, E., Lappi, J., Peltonen, P. & Vapaavuori Elina. 2004. Silver birch and climate change: variable growth and carbon allocation responses to elevated concentrations of carbon dioxide and ozone. *Tree Physiology* 24, 1227-1237.

Riikonen, J., Holopainen, T., Oksanen, E. & Vapaavuori, E. (2005) Leaf photosynthetic characteristics of silver birch during three years of exposure to elevated concentrations of CO₂ and O₃ in the field. *Tree Physiology* 25, 621-632.

Rustad LE, Campbell JL, Marion GM et al. (2001) A metaanalysis of the response of soil respiration, net nitrogen mineralization, and aboveground plant growth to experimental ecosystem warming. *Oecologia*, 126, 543–562.

Räisänen & Ruokolainen 2006

Virtanen, T., Neuvonen, S., Nikula, A., Varama M. & Niemelä, P. (1996) Climate change and the risks of *Neodiprion sertifer* outbreaks on Scots pine. *Silva Fennica* 30, 169-177.

Virtanen, T., Neuvonen, S. & Nikula, A. (1998) Modelling topoclimatic patterns of egg mortality of *Epirrita autumnata* (Lep., Geometridae) with Geographical Information System: predictions in current climate and in scenarios with warmer climate. *Journal of Applied Ecology* 35, 311-322.

Vogt, K.A., Grier, C.C. & Vogt, D.J. (1986) Production, turnover and nutrient dynamics of above- and below-ground detritus of world forests. *Adv. Ecol. Res.* 15, 303-377.

Woods, A., Coates, K.D. and Hamann, A. (2005). Is an unprecedented *Dothistrom* needle blight epidemic related to climate change? *BioScience* 55, 761-769.

Maaperän ja sen suojelun huomioon ottaminen kansallisen metsäohjelman tavoitteiden asettelussa

Hannu Ilvesniemi, Metsäntutkimuslaitos - 2.5.2007

Maaperä on metsäekosysteemien pysyvä osa, jonka ominaisuudet perustuvat maan mineraaliaineksen kivilajiin ja raekoostumukseen. Ominaisuudet ovat muodostuneet jääkauden jälkeisten sulan maan vaiheiden aikana. Maaperän ominaisuudet eivät ole pysyviä, vaan niihin ovat vaikuttaneet jääkauden jälkeinen ilmasto ja siinä tapahtuneet muutokset, paikalla kasvanut kasvillisuus ja muu eliöstö sekä maan kohoamisesta aiheutuneet muutokset hydrologisissa olosuhteissa. Nämä tekijät muuttavat myös nyt ja tulevaisuudessa maaperän ominaisuuksia Näiden tekijöiden yhdysvaikutuksesta maaperä on muuntunut tuhansien vuosien aikana sellaiseksi kuin sen tänä päivänä tunnemme. Maaperän mineraalikoostumus, maan partikkelien kokojakauma ja tarkasteltavan alueen asema hydrologisessa gradientissa vaikuttavat voimakkaasti kasvillisuuden lajistoon ja kasvuun ilmastoltaan samanlaisilla kasvupaikoilla. Kasvupaikalla kasvaneiden kasvien kuolleista osista muodostunut maan orgaaninen aines puolestaan vaikuttaa keskeisesti kaikkeen maassa tapahtuvaan biologiseen toimintaan ja myös kemiallisiin reaktioihin.

Maaperän kiviaines ja myös vuosituhansien aikana kertynyt maan orgaaninen aines (sekä turve- että kivennäismailla) on kymmenen vuoden tarkastelujakson pituisena ajanjaksona pysyvää. Ojitus, maanmuokkaus, turpeen nosto ja mineraaliaineksen käyttö esimerkiksi rakennusteollisuuden raaka-aineena vaikuttavat suoraan maaperään. Toiminnallisena kokonaisuutena maaperä on ekosysteemi, ja mikäli tavoitteena on säilyttää tai muuttaa maaperää tai maaperän eliöyhteisöjä, tavoitteeseen voidaan päästä vain huolehtimalla siitä, että maaperän ominaisuudet pysyvät tai muuttuvat ekosysteemien tulevan kehityksen kannalta halutun kaltaisiksi.

Puuston ja aluskasvillisuuden lajikoostumuksen ja maan ominaisuuksien väliset riippuvuudet tunnetaan Suomessa melko hyvin jo pelkästään siksi, että Suomessa käytössä oleva metsien ja soiden kasvupaikkaluokitus perustuu aluskasvillisuuden lajisuhteiden havainnoimiseen.

Maaperän eliöyhteisöjen rakenne, maaperässä elävien lajien määrä ja eri lajien edustajien yksilömäärä, sekä maaperäeliöiden väliset vuorovaikutukset ovat olleet vain varsin harvojen tutkijoiden tutkimuksen kohteena. Tämän vuoksi mahdollisuutemme luoda tutkimukseen perustuvia maaperäeliöstöä koskevia tavoitteita ja näiden tavoitteiden saavuttamista kuvaavia mittareita on rajallinen, joskaan ei olematon. Koska maaperän eliöstö (eläimet, sienet, bakteerit, alkueläimet) ovat yleisesti varsin huonosti tunnettuja, ei yleistä kansalaismielipidettä maaperäeliöstön monimuotoisuutta koskevista tavoitteista ole syntynyt, eikä sellaista voi olettaa syntyvänkään muutoin kuin asiantuntijoiden toimesta.

Tavoite monet keskeiset maaperäelämistön monimuotoisuutta ylläpitävät ja lisäävät tavoitteet voidaan saavuttaa huolehtimalla siitä että erilaiset ekosysteemit ja niiden eri sukkessiovaiheet säilyvät metsissämme mahdollisimman edustavasti. Maaperän ominaisuuksien säilymisen kannalta keskeisiä toimenpideohjeita tulee sisällyttää metsätalouden, bioenergian ja luonnonsuojelulain mukaisten toimenpiteiden toimintaohjeisiin.

Maaperän suojelun puitedirektiivin vaikutukset

Euroopan parlamentin ja neuvoston ehdotus direktiiviksi maaperän suojelun puitteista tulee valmistumaan lähivuosina. 'Common Criteria for Risk Area Identification' käsitteet koskevat kaikkia maankäyttäjää ja ovat siten erittäin työläitä toteuttaa ja valvoa. Maaperän suojelun puitedirektiivin tultua hyväksytyksi näköpiirissä on tarkastelujaksolla useita hallinnollisia velvoitteita, jotka edellyttävät nykyistä huomattavasti kattavampia tietoja maaperästä ja maaperäeliöstöstä.

Tavoite: Maaperän suojelun puitedirektiivistä aiheutuvien tiedon tarpeiden täyttämiseen olisi syytä varautua ennakolta, ja luoda riittävän monipuolinen seurantajärjestelmä. Suomessa tällaisen metsämaita koskevan seurantajärjestelmän tulisi pohjautua jo käynnissä olevien seurantojen ja niiden käyttämien seurantaverkkojen (VMI, ICP-Forest) käyttöön niin että seurattavien tunnusten määrää lisätään nykyisestä kattamaan ennakoitavissa olevat tiedon tarpeet. Tämä edellyttää myös riittävien resurssien kohdentamista toiminnan toteuttamiseen.

Toimenpide-ehdotus: Tarkastelujaksolla valmistellaan nykyisiin seurantajärjestelmiin pohjautuva ja niitä täydentävä seurantajärjestelmä, joka mahdollistaa erilaisten metsäekosysteemien muutosten jatkuvan monitoroinnin ja 2) aloitetaan kattava maaperäeliöstöä koskeva alueellinen kartoitus. Tämä toiminta integroidaan osaksi olemassa olevia seurantajärjestelmiä. 3) huolehditaan nykyisten maaperän kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia kartoittavien seurantojen jatkamisesta.

Ilmaston muutoksen aiheuttamat vaikutukset maaperään

Tällä hetkellä voimassa olevista kansainvälisistä sopimuksista huolimatta kasvihuonekaasujen päästöt ilmakehään jatkavat kasvuaan globaalilla tasolla. On oletettavaa, joskin tämän tarkastelun ulkopuolella, että ilmaston muutos etenee ennustetun kaltaisesti. Erityisesti pohjoisilla alueilla muutokset sekä kasvukauden aikaisissa että lepokauden aikaisissa olosuhteissa ovat huomattavat, ja nämä muutokset heijastuvat kasvillisuuteen kasvu- ja lajistomuutoksina ja nämä muutokset vaikuttavat ekosysteemien kaikkiin osiin, myös maaperään. Lisäksi kosteusoloissa ja lämpötilassa tapahtuvat muutokset heijastuvat myös suoraan esim. hajottajaeliöiden elintoimintojen nopeuteen. Huomionarvoista on, että nykyilmastossa tyypillisten pohjoisten ekosysteemien muuttuminen ja puuttomien kasvupaikkojen osuuden väheneminen ja tunturien lakien metsittyminen on todennäköistä.

Metsiin ja siten välillisesti myös maaperään kohdistuvia, ilmaston muutoksesta johtuvia muutospaineita ovat esimerkiksi:

Kasvukauden aikaiset kuivuusjaksot ja pitkät sadejaksot
– vaikutukset puulajisuhteisiin ja erityisesti pintakasvillisuuteen
– huuhtoutuminen ja eroosio pitkien sadejaksojen aikana

Lämpimien jaksojen määrän ja pituuden kasvu syksyllä, talvella ja keväällä
– kasvien talveentuminen kasvukauden lopussa,
– kasvien energiavarstojen kulutus lämpimän syysjakson aikana,
– Etelä-Suomessa lumettoman jakson aikana tapahtuvat pohjoiset ilmavirtaukset ja niiden aiheuttama syvä routa, roudan vaikutukset puiden juuriin ja maaperän eliöstöön.
– kasvukauden alkamisen aikaistuminen;

– lämpimän kevätjakson väliin sattuvien pohjoisten ilmavirtausten aikaisten pakkasjaksojen vaikutus erityisesti kasvillisuuteen

Ilmastossa tapahtuvien muutosten maaperässä aiheuttamiin vaikutuksiin on varsin vaikea varautua muuten kuin yleisesti ilmaston muutosta ehkäisevin toimenpitein..

Teollisuuden puunkäytössä tapahtuvien muutosten vaikutukset

Venäjän puuntuonnin mahdollinen tyrehtymien aiheuttaa kasvaneen tarpeen kotimaisten hakkuiden lisäämiseen. Tämä puolestaan aiheuttaa metsikköjen keskimääräisen nuorentumisen ja aukkojen osuuden lisääntymisen koko maapinta-alasta. Nämä lisääntyneiden hakkuiden aiheuttamat muutokset kohdistuvat myös maaperään ja maaperäeliöstöön.

Kokopuun korjuu ja kantojen nosto vaikuttavat aukkojen kasvillisuuden kehitykseen etenkin viljavilla kasvupaikoilla. Runsaasta maan pinnan rikkomisesta aiheutuu usein runsas koivun ja muiden lehtipuiden uudistuminen. Sekä kantojen nosto että uudet turvetuotantomenetelmät lisäävät monien, etenkin aukeille kasvupaikoille ja sukkessiokehityksen alkuvaiheille tyypillisten kasvi- ja eläinlajien elinmahdollisuuksia. Kokopuun korjuun aiheuttamien ravinnepoistumien ekologisten vaikutusten arvioiminen on vaikeaa. On kuitenkin ilmeistä, että kasvupaikan kasveille käyttökelpoisten ravinnevarastot pienenevät ja vastaavasti ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin vähenee. Kokopuun korjuun aiheuttaman lisääntyneen ravinnepoistuman vaikutusta maaperän toimintaan ei tunneta.

Kantojen noston vaikutukset lahopuun määrään ja jakaantumiseen maaperän eri osiin on melko suuri, koska n. 20 % metsikön biomassasta on kannoissa. Kantojen noston yhteydessä mineraalimaata sekoittuu runsaasti humuskerrokseen (sirottelu ja kääntämisvaikutukset). Mineraaliaineksen rapautumisnopeus ja saostuneiden sekundääristen mineraalien liukoisuus muuttuvat näissä uusissa olosuhteissa. Näiden muutosten merkitystä ekosysteemin toimintaan ei kuitenkaan vielä tunneta.

Kantojen nosto kohdistuu pääasiassa kuusivaltaisille alueille, joiden maaperä on keskimääräisesti mäntyvaltaisia kasvupaikkoja hienojakoisempaa. Sen johdosta maa on alttiimpaa kostean ajan painumisvaurioille. Urautuminen ja maata sitovien juurien poistaminen lisäävät maan eroosioherkkyyttä, ja nämä vaikutukset yhdistyvät muuttuvan ilmaston aiheuttamiin vaikutuksiin. Tarkastelujaksolla on varauduttava etenkin Salpausselän eteläpuoleisten alueiden hienojakoisilla mailla mahdollisten eroosio-ongelmien ehkäisyyn laatimalla tarvittavat maanmuokkausta ja kantojen nostoa koskevat toimenpideohjeet.

Tarkastelujaksolla otetaan todennäköisesti käyttöön uudenlaisia turvetuotantomenetelmiä, joiden käytön seurauksena syntyy uusia ja monipuolisia kasvupaikkoja erilaisille kosteikkolajeille. Samalla turvetuotannon mahdollisuudet manipuloida syntyvien uusien ekosysteemien ominaisuuksia paranevat.

Kasvava tarve bioenergian tuottamiseen voi lisätä myös lyhytkiertoviljelyyn perustuvien metsiköiden määrää. Mikäli kasvatus perustuu lisäravinteiden käyttöön, tulee mahdolliset vesistövaikutukset ottaa huomioon jo alueiden perustamisvaiheessa.

Luonnonsuojelu

METSO -ohjelman jatkaminen ja edelleen kehittäminen luo hyvät edellytykset pienialaisten luontoarvoiltaan poikkeuksellisen arvokkaiden kohteiden säilyttämiselle ja kehittämiselle. Tällaiset kohteet ovat usein myös maaperän suojelun kannalta tärkeitä kohteita, jolloin METSON tavoitteiden toteuttamiseen pyrkiminen tukee myös maaperän suojeluun liittyviä tavoitteita.

Etelä-Suomen yhtenäisten koskemattomien alueiden luonnonmukaisten sukessiovaiheiden jatkuvan säilyttämisen mahdollistavan suojelualueverkon toteuttaminen vaatii eri-ikäisten metsikkövaiheiden jatkuvan syntymisen huomioimisen alueiden kehittämisessä. Tämä toiminta vaatii aluehankintoja joissa huomioidaan hyvin pitkän aikavälin, esim. sadan vuoden, suunnittelu ja tavoitteen asettelu. Metsien lajiston ja puuston nykytila ei tällöin ole aluelaajennusten merkittävin valintakriteeri.

Riittävän monipuolinen ekosysteemien suojelu on myös hyvää maaperän suojelua.

Metsätalouden vesiensuojelun tila ja tulevaisuus

Samuli Joensuu, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio - 27.4.2007

1. Kuormituslähteet

Vesistöjemme suurimmat kuormittajat ovat maatalous, yhdyskunnat, haja-asutus, teollisuus, metsätalous, kalankasvatus ja turvetuotanto. Lisäksi vesistöihin tulee ravinteita luonnonhuuhtoumana. Valtakunnan tason kokonaisarvioissa maataloutta pidetään suurimpana yksittäisenä ihmistoiminnan aiheuttamana vesistöjen typen ja fosforin lähteenä. Vastaava metsätalouden osuus typpikuormituksesta on noin viisi prosenttia ja fosforikuormituksesta noin kahdeksan prosenttia. Metsätalouden aiheuttama kuormitus on siten samaa suuruusluokkaa kuin haja-asutuksen kuormitus. Tarkasteltaessa yksittäisten vesistöjen valuma-alueita, metsätalouden aiheuttama kuormitusosuus voi kuitenkin olla huomattavasti suurempi. Erityisesti latvavesistöjen, kuten pienten lampien ja jokien sekä purojen valuma-alueilla metsätalouden aiheuttama kuormitus voi olla jopa pääasiallinen.

Metsätalouden toimenpiteistä kunnostusojituksella on maanmuokkauksen ja lannoituksen ohella arvioitu olevan suurimmat vesistövaikutukset. Vesistövaikutukset koostuvat lähinnä typpi- ja fosforikuormituksen aiheuttamasta rehevöitymisestä, orgaanisen kuormituksen aiheuttamasta hapenkulutuksesta, raudan, alumiinin ja happamuuden aiheuttamasta ekotoksisuudesta ja kiintoaineshuuhtouman aiheuttamasta pohjien liettymisestä. Vesiensuojelun tavoiteohjelmasta 1995-2005 tehdystä arviosta ilmenee, että metsätalouden aiheuttaman fosforikuormituksen vähentäminen on onnistunut melko hyvin. Sen sijaan typpikuormitusta on voitu vähentää vain tyydyttävästi.

2. Nykytilan kuvaus

2.1 Päästölähteet ja vesiensuojelutoimet

Metsätaloustoimenpiteistä kunnostusojitus, maanmuokkaus, uudistushakkuut, lannoitus ja energiapuun korjuu aiheuttavat eniten kiintoaine- ja ravinnehuuhtoutumia. Suomessa tehdään hakkuita vuosittain noin 450 000 hehtaarin alalla. Tästä noin kolmannes on uudistushakkuita ja kaksi kolmannesta harvennushakkuita. Metsämaata muokataan keskimäärin 128 000 hehtaaria vuodessa. Tästä määrästä noin kolmannes on ojitusmätästystä, jossa johdetaan vesiä metsänuudistusalueelta. Metsänlannoitusta on tehty 2000-luvulla keskimäärin 23 000 hehtaaria vuodessa. Tästä määrästä noin puolet on terveyslannoitusta, jolla parannetaan muun muassa ravinne-epätasapainoisten metsäojitus- ja pellonmetsitysalueiden metsänkasvatuskykyä. Metsänlannoituspinta-alat ovat vähentyneet kymmenenteen osaan 1970-luvun alkupuolen lannoitusmääristä. Kunnostusojitusta tehdään tällä hetkellä keskimäärin 75 000 hehtaaria vuodessa. Pääosa tästä määrästä toteutetaan yksityismailla. Metsäojitukset ovat nykyisin yksinomaan kunnostusojituksia, joilla tarkoitetaan vanhojen ojitusalueiden kunnostamista perkaamalla olemassa olevia ojia sekä kaivamalla täydennysojia kuivatuksen tehostamiseksi.

Hakkuut ja maanmuokkaus

Harvennushakkuista aiheutuva ravinnekuormitus on vähäistä, koska hajoavaa hakkuutähdettä syntyy suhteellisen vähän. Uudistushakkuualueilla hakkuutähteitä syntyy paljon, joten ravinteitakin vapautuu huomattavasti enemmän kuin harvennushakkuissa. Huuhtoutumien kasvun painopiste

ajoittuu muutamaan ensimmäiseen hakkuunjälkeiseen vuoteen. Kivennäismailla ravinteiden huuhtoutumista rajoittaa se, että fosfori sitoutuu pääosin maakerrokseen ja hakkuutähteistä vapautuva typpi sitoutuu mikrobien toimintaan. Turvemaiden uudistushakkuiden seurauksena valumaveden happamuus sekä liunneen orgaanisen aineksen eli humuksen huuhtoutuminen lisääntyvät. Samoin kaliumin huuhtoutuminen lisääntyy. Fosforin huuhtoutuminen lisääntyy karuilta soilta sekä ammonium- ja nitraattitypen huuhtoutuminen reheviltä soilta. Sulan maan aikana tehtävän hakkuun jälkeen puolestaan kiintoaineksen huuhtoutuminen lisääntyy.

Vesistöjen ja pienvesien yhteyteen jätetään hakkuiden ja maanmuokkauksen yhteydessä aina muokkaamaton suojakaista. Myös kulotuksessa jätetään rannoille kulottamaton ja muokkaamaton suojakaista vähentämään ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Maa muokataan ravinteiden ja kiintoaineksen huuhtoutumisen vähentämiseksi poikittaissuuntaisena rinteeseen ja maanmuokkaustyö tehdään kuivana aikana. Rinteissä suositellaan katkomuokkausta, jolloin ei synny yhtenäistä maanmuokkausvakoja. Navero- ja ojitusmätästettäessä käytetään samoja vesiensuojelumenetelmiä kuin kunnostusojituksessa.

Kunnostusojitus

Kunnostusojitus lisää hetkellisesti kiintoaineksen huuhtoutumista. Samoin ammoniumtypen huuhtoutuminen lisääntyy. Fosforin huuhtoutumisen lisääntyminen liittyy pääosin kiintoaineshuuhtouman väliaikaiseen kasvuun, sillä suurin osa fosforista on sitoutuneena hienoon kivennäismaa-ainekseen, erityisesti savekseen. Valumaveden rauta- ja alumiinipitoisuudet saattavat hetkellisesti kohota kunnostusojituksen jälkeen. Myös natrium-, kalium-, kalsium- ja magnesiumipitoisuudet kohoavat. Valumaveden humuspitoisuus pienenee yleensä pitkäksi aikaa kunnostusojituksen jälkeen. Kunnostusojitus sen sijaan pienentää lähes aina muutamaksi vuodeksi valumaveden happamuutta. Kunnostusojituksen kuormitusvaikutukset palautuvat keskimäärin runsaassa kymmenessä vuodessa ennen kunnostusojitusta vallinneelle tasolle.

Kunnostusojituksessa ojakohtaista kiintoaineskuormaa voidaan vähentää jättämällä ojaan kaivu- tai perkauskatkoja. Erilaisilla padotuksilla (pohjapadot, säätöpadot ym.) voidaan hidastaa ojassa olevan veden virtausnopeutta. Pintavalutuskenttä on tehokkain vesiensuojelumenetelmä kiintoaineksen ja osittain myös liukoisten ravinteiden pidättämiseen. Laskeutusaltaat ovat käyttökelpoinen vesiensuojelutoimenpide sellaisilla ojitusalueilla, joiden pohjamaa on keskikarkeaa tai karkeaa kivennäismaata. Kosteikot ovat myös käyttökelpoisia vesiensuojelutoimenpiteitä kunnostusojituksessa. Kosteikolla tarkoitetaan aluetta, joka on ainakin suuren virtaaman aikana veden peitossa ja pysyy muunkin ajan märkänä tai kosteana. Rakenteellisesti kosteikkoihin kuuluu syvänteitä ja kasvillisuuden peittämiä matalan veden osia. Ojitusalueiden lähetytyillä voi olla luontaisia painanteita kosteikkojen paikoiksi. Rakennettu kosteikko taas voi olla esimerkiksi laskeutusaltaan ja pintavalutuskentän yhdistelmä.

Metsänlannoitus

Erityisesti turvemaiden lannoitus lisää fosforin huuhtoutumista, mikäli lannoite sisältää vesiliukoista fosforia tai lannoitetaan sellaisia soita, joiden turve on hapanta rahkaturvetta, joka sisältää vähän rautaa ja alumiinia. Tuotekehityksessä on viimeaikoina edistytty ja on pystytty kehittämään fosforilannoitteita, joiden huuhtoutumisriskit ovat vähäisiä. Samoin puuntuhkan käyttö maanparannusaineena vähentää fosforin huuhtoutumista. Lannoitteiden huuhtoutumista voidaan vähentää myös lannoituskohteiden ja lannoitteiden valinnalla sekä levitystekniikan ja lannoitusajankohdan huolellisella suunnittelulla.

Lisäksi vesistöjen ja ojien reunoille jätettävällä suojakaistalla voidaan ainakin osittain vähentää ravinteiden huuhtoutumista. Suojakaistan leveys määräytyy pääasiassa levitystekniikan ja suojakaistan

ominaisuuksien perusteella. Levitystasaisuutta myös tarkkaillaan ja lannoitteiden joutumista ojiin pyritään välttämään. Tärkeillä pohjavesialueilla ja muilla vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla olevia soita ei lannoiteta.

Vesiensuojelun suunnittelu ja toteutus

Vesiensuojelu kuuluu olennaisena osana niihin metsätalouden töihin, joissa maaperää muokataan, maita siirrellään tai vesiä johdetaan. Erityisesti kunnostusojituksen suunnittelussa ja toteutuksessa vesiensuojelun suunnittelulla on pitkä perinne. Ojituksen suunnittelija laatii kunnostusojitussuunnitelman yhteydessä vesiensuojelusuunnitelman, jota noudattaen hanke toteutetaan. Suunnitelmaan kuuluu vesiensuojelurakenteiden mitoitus vesiensuojeluohjeiden mukaisesti. Lisäksi suunnitelma pyritään toteuttamaan vesiensuojelun kannalta edullisimpaan ajankohtaan. Vesiensuojelua on myös se, että kunnostusojituksen suunnittelussa vältetään sellaisia kohteita, joissa ensikertainen ojitus ei ole tuottanut taloudellista tulosta ja, että kaivun ajoituksessa vältetään tulvajaksoja.

Urakoitsija toteuttaa kunnostusojitushankkeen saamansa suunnitelman perusteella. Työnjohto valvoo työn toteutusta siten, että myös vesiensuojelusuunnitelman mukaiset toimenpiteet tulevat tehdyiksi. Kunnostusojitushankkeen päättämisvaiheessa muun muassa vesiensuojelutoimenpiteiden tila käydään tarkistamassa maastossa. Tarvittaessa esimerkiksi laskeutusaltaat tyhjennetään. Kun hanke on luovutettu maanomistajille, samalla vastuu vesiensuojelurakenteiden toimivuudesta on siirretty maanomistajille.

2.2 Vesiensuojelun ohjaukset ja panostus

Lainsäädäntöön perustuva ohjaus

Metsätalouden vesiensuojelulla on tavoitteena, että vesistöjen ekologinen tila sekä vesistöjen virkistyskäyttömahdollisuudet säilyvät hyvinä. Vesi- ja ympäristönsuojelulaki antavat metsätaloudelle toiminnan raamit vesiensuojelun osalta. Samoin kestävän metsätalouden rahoituslain keskeisenä tavoitteena on, että vesistöille ei aiheuteta vältettävissä olevaa haittaa. Näitä tavoitteita pyritään sertifioinnilla ja siihen sisältyvillä tarkastuksilla sekä kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisten hankkeiden otantatarkastuksilla todentamaan.

Lakisäätöisiä ohjaukset ovat Kestävän metsätalouden rahoituslaki sekä erilliset MMM:n asetukset ja kirjeet. MMM:n asetuksella edellytetään muun muassa, että toimijoiden laatimiin Kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisiin kunnostusohjelmisiin sisältyy vesiensuojelusuunnitelma. Vesiensuojelusuunnitelman sisällön standardi on selostettu ao. asetuksen liitteessä. Rahoituslain mukaisten hankkeiden tarkastusten yhteydessä kiinnitetään erityistä huomiota vesiensuojelun onnistumisen arviointiin.

Vapaaehtoinen ohjaus

Yksityismailla vapaaehtoisen ohjauksen keinoja ovat Tapion suositukset ja oppaat sekä toimijoiden toimintajärjestelmät ja niiden sisältämät aluetason työmaaohteet. Suosituksiin liittyen viimeisin uudistettu painos vesiensuojeluoppaasta ilmestyi maaliskuussa 2007. Metsähallitus antaa omia maitaan koskevia vesiensuojeluohjeita erikseen. Myös metsäfirmat ovat ohjeistaneet vesiensuojelua omilla maillaan.

Tapion yhtenä tehtävänä on muun muassa pitää yllä koulutustarjontaa vesiensuojelusta tai antaa asiantuntija-apua toimijoiden vesiensuojelukoulutustilaisuuksiin kentän henkilöstölle tai koneyrityksille. Tapio on myös tiiviisti mukana uusien vesiensuojelumenetelmien kehitystyössä. Vesiensuojelusta laaditaan asiantuntija-artikkeleita lehtiin ja välitetään alan tutkimustietoa kentälle.

Ilmoitusmenettely

Vuodesta 1983 lähtien on ollut käytössä vapaaehtoinen ilmoitusmenettely toimijoiden ja ympäristöviranomaisten välillä koskien uuden- ja kunnostusohjelmia.

Vesihallitus, Keskusmetsälautakunta Tapio ja Metsähallitus sopivat vuonna 1982 ohjelmien vapaaehtoisesta ilmoittamisesta ja lausunnotmenettelystä. Metsäkeskukset ja Metsähallitus ovat jatkaneet ohjelmien ilmoittamista ympäristökeskuksille tai kuntien ympäristöviranomaisille. Vesi- ja ympäristöhallitus ja Metsäteollisuus ry sopivat vuonna 1993 yleisluonteisesta yhteistyöstä aluetasolla metsätaloushankkeiden suunnittelussa ja niiden vesistövaikutusten arvioinnissa ja ehkäisemisessä. Käytäntö on jatkunut yllä kuvatun kaltaisena tähän saakka. Uudistettavana olevan vesilain luonnoksessa ilmoitusmenettely on otettu toiminnan edellytykseksi lakiin.

Sertifiointi

Suomen metsäsertifiointistandardissa - FFCS 1002 3:2003 ”Metsänomistajakohtaisen sertifioinnin kriteerit” – kriteerit 3.12, 3.14, 3.15, 3.16 ja 3.17 koskevat vesiensuojelua. Kriteerissä 3.12 *Metsätiesuunnitelmiin sisältyy ympäristöselvitys* on kirjattuna arvio metsätien tekemisen

vaikutuksista sen vaikutuspiirissä oleviin vesistöihin sekä tarpeellisista vesiensuojelutoimenpiteistä. Kriteerin 3.14 mukaan vesistöjen ja pienvesien varteen jätetään kiintoaine- ja ravinnekuormitusta sitova suojakaista. Kriteerissä 3.15 *Suoluontoa säilytetään*, luonnontilaisia soita ei uudisojiteta, kunnostusojituksia tehdään vain sellaisilla alueilla, joilla ojitus on lisännyt selvästi puuston kasvua ja kunnostusojituksen suunnittelussa otetaan erityisesti huomioon harvinaiset ja harvinaistuneet suotyypit sekä niiden luonnontilaan palautumisen mahdollisuudet. Kriteerissä 3.16 *Vesiensuojelusta huolehditaan ojituskohteilla*. Kriteerissä 3.17 *Pohjavesialueiden laatua ei heikennetä kemiallisilla torjunta-aineilla eikä lannoitteilla*.

Panostus vesiensuojeluun

Käytännön metsätalouden panostus vesiensuojeluun koostuu vesiensuojelurakenteiden suunnittelutyöstä, toteutuksesta, korvauksista, rakenteiden ylläpidosta ym. töistä. Työt on voitu toteuttaa joko metsätaloustoimenpiteisiin kuuluvina töinä tai ns. luonnonhoitohankkeina edellisiä täydentävänä työnä. Luonnonhoitohankkeina toteutettu vesiensuojelutyö rahoitetaan kokonaisuudessaan valtion tuella. Kaikkiaan vesiensuojeluun on vuosittain panostettu metsätalouden töissä runsaat 2,9 milj. €.

Rahoituslähde	milj. €
Maanomistaja	0,76
Valtio	2,14
EU	0,02
Muut	0,02

Yllä olevassa asetelmassa on karkea metsäkeskusalueittainen arvio metsätalouden vesiensuojeluun käytetystä vuotuisesta panostuksesta viime vuosina. Luvut sisältävät vain yksityismailla tehdyn työn.

Metsähallituksessa arvioidaan panostetun vuosittain koko valtakunnan tasolla noin 350 000 € vesiensuojeluun.

MMM:n rahoittama tutkimuspanos metsätalouden vesiensuojeluun on tällä hetkellä noin 150 000 € vuodessa. Lisäksi Metsäntutkimuslaitoksessa on vuosittain käytetty noin 3 htv:n asiantuntijatyöpanos vesiensuojelun tutkimukseen. Tutkimuksissa on tarkasteltu eri metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamaa kuormitusta ja sen kestoja. Lisäksi on kehitetty vesiensuojelumenetelmien tehokkuutta sekä mallinnusta kuormituksen arvioimiseksi. Lisäksi on pyritty kehittämään menetelmiä, joilla voidaan tunnistaa maastosuunnittelun yhteydessä eroosioherkät alueet.

3. Tavoitteet 2015

3.1 Vedet ja ilmasto

Yhteiskunnan arvojen muuttuessa puhtaiden vesistöjen arvostus kasvaa. Luontoarvoja halutaan korostaa ja vapaa-ajan lisääntyessä vesistöjen virkistyskäyttöön halutaan panostaa enemmän. Vesien puhtaus on myös tärkeä matkailuvaltti.

EU:n vesipuitedirektiivin mukainen tavoite on, että jäsenmaiden vesistöjen tila olisi hyvä 2015. Tavoitetilan saavuttamiseksi direktiivin toimeenpano ”pakottaa” positiivisessa mielessä eri

elinkeinojen, maatalouden, metsätalouden, teollisuuden ja muiden alojen toimijat yhteistyöhön ympäristöviranomaisten kanssa, kun valmistellaan vesienhoitoalueilla direktiivin mukaisia vesienhoitosuunnitelmia ja niihin liittyviä toimenpideohjelmaa. Metsätalouden vesiensuojelulla on tavoitteena, että vesistöjen ekologinen tila sekä niiden virkistyskäyttömahdollisuudet säilyvät hyvinä. Toimijoita pyritään jatkossakin ohjaamaan näihin tavoitteisiin hyvällä ohjeistuksella, koulutuksella, sertifioinnilla ja siihen sisältyvillä tarkastuksilla sekä kestävänsä metsätalouden rahoituslain mukaisten hankkeiden otantatarkastuksilla ja näiden palautteilla.

Ilmastonmuutos ja vesiensuojelu kytkeytyvät tiiviisti toisiinsa. Sääolojen muutos todennäköisesti lisää vuotuisen lämpimän jakson pituutta, vähentää kylmän talven kestoa sekä tasoittaa kevät- ja syystulvia. Sateiden kokonaismäärän lisääntyminen ja routakauden lyheneminen aiheuttavat kehittämistarpeita puutavaran hakkuille ja metsäkuljetuksille. Lisäksi maanmuokkauksessa ja kunnostusojituksessa sateisuuden ja virtaamien lisääntyminen on otettava entistä paremmin huomioon eroosioriskitekijänä ja vesiensuojelussa. Ilmastonmuutoksen vaikutusten seuranta tulee jatkossa kytkeä myös vesiensuojelun tutkimukseen.

3.2 Keinot

Paikkatietotekniikan sovellusten kehittyminen antaa tulevaisuudessa mahdollisuuksia kuormituksen entistä tarkempaan toimijakohtaiseen arviointiin ja ennustamiseen. Tämä kuitenkin edellyttää nykyistä huomattavasti suurempaa panostusta tekniikoiden kehittämiseen.

Vesiensuojelutavoitteiden toteutusta varten kehitetään ja otetaan käyttöön uusia toimintamalleja, joissa eri alueiden erilaiset olosuhteet on otettu huomioon. Metsätaloustoimenpiteiden suunnittelun yhteydessä vesiensuojelun suunnittelu on mahdollista ottaa entistä paremmin huomioon. Vesiensuojelullisesti merkittävät eroosioherkät maa-alueet ja vesiuomat ovat kartoitettavissa analysoimalla eri lähteistä saatavaa paikkatietoa. Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ja Geologian tutkimuskeskuksen maaperäaineistojen avulla voidaan kartoittaa kustannustehokkaasti erityisesti kiintoaineksen ja siihen sitoutuneen fosforin huuhtoutumisherkkiä kohteita. Analyysit mahdollistavat varsinaisen maastotyön suuntaamisen todennäköisille riskialueille, jolloin maastotyönä tehtävä varsinainen vesiensuojelun suunnittelu on kustannustehokkaampaa kuin ilman tietoa riskialueista. Analyysin luotettavuutta tulee kehittää. Tähän tarvitaan pitkäaikaista paikkatietotekniikoiden ja –tietojärjestelmien kehitystyötä.

Mallinnuksen keinoja käytetään tulevaisuudessa myös entistä enemmän hyväksi arvioitaessa metsätalouden kuormitusvaikutuksia. Mallinnusta tarvitaan ennen kaikkea EU:n vesipuitedirektiivin alueellisen toteutuksen yhteydessä, kun arvioidaan eri toimijoiden kuormituksen tasoa ja kuormituslähteitä eri vesistöalueilla.

Metsätalouden kuormitusarvioinnissa käytettävät mallisovellukset edellyttävät jatkossakin maastoseurantaan perustuvaa veden laadun seurantatietoa mallien kalibrointia varten. Mallien antama tulos riippuu aina paikallisen pohjatiedon luotettavuudesta. Metsätaloustoimenpiteiden vaikutusten arviot valumavesien laatuun perustuvat toistaiseksi käytännössä suhteellisen harvalukuisen seurantapisteverkon tietoihin ja niistä laskettuihin ominaiskuormituslukuihin. Esimerkiksi kunnostusojitusta koskevat koko valtakuntaa koskevat viralliset kuormitusarviot tehdään tällä hetkellä käytännössä yhden ojitusalueen seurantatietoihin perustuen.

Nykyaikaisella tekniikalla jatkuvatoiminen virtaamien automaattinen seuranta on suhteellisen huokeasti järjestettävissä. Tekniikka tärkeimpien ravinteiden kuormituksen automaattiseksi seuraamiseksi olisi olemassa, mutta järjestelmä on toistaiseksi vielä kallis. Vaihtoehtona on hakea ja

analysoida vesinäytteet manuaalisesti, jolloin kuormitus voidaan riittävän tarkasti arvioida jatkuvan virtaamadatan ja tietyin väliajoin tehtyjen vesianalyysien avulla.

Tavoitteena on perustaa metsätalouden aiheuttaman vesistökuormituksen seurantaverkko 2008-2013. Seurantaverkko käsittäisi 30-50 eri puolille Suomea maastoon asennettua virtaamanmittausasemaa, joihin liitetään säähavaintotietojen (sadanta, lämpötila, tuulen nopeus, haihdunta ym.) automaattinen seuranta. Vedenlaadun seurantaan varten otetaan vesinäytteitä, jolloin metsätalouden aiheuttama kuormitus saadaan arvioiduksi yhdistämällä ainepitoisuudet virtaamatietoon. Vesinäytteiden analysoinnin vaihtoehtona voidaan joidenkin ravinteiden, johtokyvyn, pH:n ja kiintoaineksen seuranta automatisoida.

Seurantaverkon on tarkoitus täydentää ympäristöhallinnon pienten valuma-alueiden seurantaverkkoa, joten uusien alueiden verkko rakennetaan koordinoitusti yhteistyössä ympäristöhallinnon kanssa. Kohteet valitaan siten, että alueilla tehdään aktiivisesti metsätaloustoimenpiteitä; hakkuita, maanmuokkausta, kunnostusojituksia tai lannoituksia, ja että toimenpiteet tehdään nykykäytännön mukaisesti ja vesiensuojelu hoidetaan suositusten mukaisesti.

3.3 Rahoitustarve

Vuotuinen vesiensuojelun kokonaispanostustarve vuoteen 2015 mennessä on noin 4,3 milj. €. Tarve panostaa käytännön vesiensuojelutoimenpiteisiin todennäköisesti lisääntyy tarkentuvan lainsäädännön ja vesipuitedirektiivin toteutuksen myötä. Vuositasolla työkustannukset ovat vähintään 3,5 milj. €. Vesiensuojelun tutkimuspanostuksen tarve on kaikkiaan noin 0,5 milj. € vuodessa.

Voidaan arvioida, että 30-50 kevyen, käyttökelpoisella uudella tekniikalla varustetun virtaamanmittausaseman laitekustannukset olisivat tämän hetken hintatasolla vähintään 0,6 – 0,8 milj. €. Tämän lisäksi tulisivat ylläpito- ja huoltokustannukset sekä tarvittavan vedenlaadun seurannan analyysikustannukset.

Erosioherkkien riskialueiden selvittämiseen tarvittava työpanos, paikkatieto-ohjelmistot, ohjelmien kehitystyö, ohjelmakoulutus, ArcView-lisenssit, Maanmittauslaitoksen maastotietokantojen kustannukset sekä Geologian tutkimuskeskuksen aineistokustannukset mukaan lukien, kokonaiskustannukset ovat vähintään 0,8 – 0,9 milj. €.

Taulukko 1. Arvio metsätalouden vesiensuojelun kokonaiskustannuksista 2008-2015.

Rahoituskohde	Kustannukset kaikkiaan € vuosina 2008 - 2015	Kustannukset €/vuosi
Käytännön vesiensuojelutoimet	28 000 000	3 500 000
Vesiensuojelun tutkimus	4 000 000	500 000
Seurantaverkon rakentamiskust. 2008-	750 000	150 000

2013		
Seurantaverkon ylläpitokust.	800 000	100 000
Paikkatietoaineistot	50 000	6 500
Paikkatieto-ohjelmat	60 000	7 500
Ohjelmien ylläpito	80 000	10 000
Sovelluskehitys	10 000	2 000
Ylläpito	40 000	5 000
Koulutuskustannukset	15 000	2 000
Riskialueanalyysien teko	500 000	65 000
Yhteensä	34 390 000	4 348 000

Maiseman huomioonottaminen metsätaloudessa

**Liisa Tyrväinen & Eeva Karjalainen, Metsäntutkimuslaitos - versio 21.3
2007**

Maiseman merkitys

Visuaalinen maisema on tärkeä osa elinympäristön laatua sekä maaseudulla että taajamissa. Maisema on myös merkittävä taloudellisen toiminnan voimavara, jonka suojeleminen, hoito, suunnittelu ja käyttö voivat lisätä työpaikkoja ja tuottaa muita taloudellisia hyötyjä.

Esteettiset elämykset ja maisemien kauneus ovat tärkeimpiä virkistyskäyttömotiiveja (esim. Tyrväinen ym. 2005). Suomalaiset ulkoilevatkin aktiivisesti, keskimäärin 150 kertaa vuodessa. Noin puolet kaikista ulkoilukerroista kohdistuu jokamiehenoikeudella käytettyihin metsäalueisiin. Suomalaisilla on noin 470 000 vapaa-ajan asuntoa, joista yhä useammat ovat ympärivuotisessa käytössä. Luontoympäristö ja metsämaisema edesauttavat psyykkisen terveyden ylläpitämistä ja stressistä palautumista (Korpela 2001, Korpela ym. 2007). Nämä metsien hyvinvointivaikutukset voivat tuottaa myös merkittäviä taloudellisia hyötyjä, kuten työkyvyn parantuminen ja terveydenhuollon kustannusten säästöt.

Maisema on keskeinen resurssi luonto – ja maatilamatkailussa. Matkailun ja luontoyrittämisen toimintaympäristön laatua tulisi parantaa metsänhoidon avulla (Hallituksen kestävän kehityksen ohjelma 2002). Matkailussa taloudellista tulosta tehdään yhä enemmän talousmetsissä, jolloin maisema-arvojen huomioon ottaminen metsien käsittelyssä korostuu. Maiseman huomioon ottaminen on tärkeää myös metsänomistajille. Nykyisin jo viidesosa metsänomistajista painottaa omien metsiensä omistamisessa maisema- ja virkistysarvoja (Karppinen ym. 2002).

Metsätalouden harjoittamista ja sen hyväksyttävyyttä arvioidaan pitkälti maiseman kautta. Kiinnostus maisemaan, sen suunnitteluun, suojelemaan ja hoitoon onkin kasvanut viime vuosina. Suomen luonnonsuojelulain yksi päämäärä on suojella luonnon kauneutta ja maisema-arvoja, ja metsälain mukaan maisemallisesti arvokkaat alueet voidaan käsitellä niiden ominaispiirteiden mukaan. Vuonna 2006 ratifioitu *maisemaa koskeva eurooppalainen yleissopimus* velvoittaa Euroopan neuvoston jäsenmaita sisällyttämään maisemanäkökohdat mm. maatalous- ja ympäristöpolitiikkaansa. Maisemasopimus edellyttää jäsenmaita paikantamaan, arvioimaan ja analysoimaan maisemien ominaispiirteet ja niitä muuttavat voimat ja paineet. Se velvoittaa lisäämään maiseman arvioinnin ja maisemaan liittyvien toimenpiteiden asiantuntijoiden koulutusta ja määrittämään maisemia koskevat laadulliset tavoitteet.

Maiseman huomioon ottaminen metsien suunnittelussa ja hoidossa

Keskeinen haaste on metsätalouden muovaamien ympäristöjen esteettisen laadun parantaminen. Maisemanhoito ei estä metsätaloutta, mutta hakkuiden ajoitus ja suunnittelu sopimaan paikalliseen maastoon ja maisemaan parantavat lopputulosta. Oikein ajoitetuilla ja maisemallisesti hyvin suunnitelluilla metsänkäsittelyillä on mahdollista myös lisätä ympäristön laatua (esim. Silvennoinen ym. 2002). Metsäsuunnittelussa ja metsien hoidossa tulisikin yhdistää puuntuotanto ja maanomistajille tärkeät maisema- ja virkistysarvot nykyistä paremmin. Tämä on keskeistä Kansallisessa metsäohjelmassa –2015 tavoitellun metsien monikäyttöperiaatteen saavuttamiseksi.

Vaikka metsälain mukaan metsien taloudellinen, ekologinen ja sosiaalinen kestävyys ovatkin yhtä tärkeitä metsänhoidon ja käytön tavoitteita, on sosiaalinen kestävyys - erityisesti metsien virkistys- ja matkailukäytön näkökulmasta - jäänyt puuntuotanto- ja suojeluarvojen varjoon metsäpolitiikassa, tutkimustoiminnassa ja metsänhoidon toteuttamisessa. Esimerkiksi 1990-luvulla tarkennetuissa eri organisaatioiden metsänhoidon ohjeistoissa painotetaan ekologisten arvojen suojelua. Kuitenkin luonnon monimuotoisuutta edistävät toimenpiteet ovat paremmin hyväksytyjä, mikäli ne samalla parantavat alueiden esteettistä laatua (MYTVAS-tutkimus 2005, Silvennoinen & Tyrväinen).

Metsähallituksen Metsätalouden ympäristöopas vuodelta 2004 sisältää ohjeita maisema-analyysistä ja maiseman huomioon ottamisesta metsätaloudessa, mutta avautunee vaikeasti henkilöille, joilla ei ole maisemahoidon peruskoulutusta. Yksityismetsien Hyvän metsänhoidon suositukset (2006) eivät juurikaan sisällä ohjeita maisemanhoidosta. Tapio ja Metsäteho julkaisivat vuonna 1997 Metsämaiseman hoito -oppaan, joka kuitenkin kaipaisi uudistamista.

Nykyisin ei ole kokonaiskäsitystä maisemanhoidon toteutuksesta ja osaamisen tasosta metsäalalla. Maisemanhoidon tutkimus Suomessa on melko vähäistä ja pirstaleista. Maisemanhoito ei ole metsäalan vahvaa osaamisaluetta eikä sen perusteita opeteta juurikaan yliopistotasolla. Maiseman laatua ei kattavasti auditoida metsäsuunnittelussa ja puunkorjuussa, eikä sitä oteta lainkaan huomioon metsien sertifiointikriteereissä. Epäselvää on missä määrin maisemanhoidon parantamista rajoittavat nykyohjeistojen puutteet, ammattilaisten tietotaidon vähäisyys, metsäalan asenteet yleensä tai riittämätön vuorovaikutus maanomistajien kanssa.

Toimintaympäristön muutokset

Metsämaiseman merkitys tulee vuoteen 2015 mennessä kasvamaan. Metsäsektori on muutosten edessä, ja metsälle ja puille tarvitaan uusia käyttömuotoja perinteisen puuntuotannon lisäksi. Tällaisia uusia käyttömuotoja ovat esimerkiksi luontomatkailu- ja metsien hyvinvointipalvelut (mm. sairauksista ja stressistä toipuminen), joiden tuottamisessa maisema-arvot ovat keskeisellä sijalla. Joillakin alueilla luontomatkailu on jo nyt tärkein metsien käyttömuoto.

On odotettavissa, että metsätalouden sosiaalisen kestävyiden painoarvo tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Tällöin myös metsämaiseman merkitys keskeisenä virkistäytymisen lähteenä ja stressiä helpottavana tekijänä tulee lisääntymään. Väestön kaupungistuessa metsämaisema tarjoaa vastapainoa kiireiselle työelämälle, kaupunkiympäristöille ja virtuaalimaailmoille. Lisäksi väestön ikääntyessä tietyn väestöosan vapaa-aika lisääntyy, mikä tulee edelleen lisäämään virkistysympäristöjen tarvetta. Keskeinen huolenaihe tällöin on esteettisesti korkealaatuisten ja ihmisten tarpeita täyttävien metsämaisemien tarjonta.

Jos metsät jäävät tulevaisuudessa nykyistä vähemmälle hoidolle, se voi olla toisaalta uhka, toisaalta mahdollisuus maisema-arvoille. Hoitamattomilla nuorilla metsillä on alhainen maisemallinen arvo, kun taas hoitamattomat vanhat metsät ovat usein maisemallisesti arvostettuja. Bioenergian lisääntyvä käyttö voi olla hyödyksi maisema-arvoille, sillä hakkuutähteet ovat esteettisesti häiritseviä. Toisaalta taas kantojen nosto hakkuualueilta voimaperäisenä käsittelymenetelmänä vaikuttaa maisemaan kielteisesti.

Toimenpide-ehdotukset maisemanhoidon parantamiseksi metsätaloudessa

Maisemanhoito kiinteäksi osaksi metsätaloutta

Metsätalouden tulisi tunnistaa oma merkittävä roolinsa maiseman tuottajana ja hoitajana nykyistä paremmin. Maisemaa koskevat tavoitteet tulisi saada konkreettisemmin mukaan metsien hoidon ja käytön periaatteisiin ja toimintamalleihin. Esimerkiksi metsän sertifiointikriteereihin tulisi lisätä maisema-arvot. Lisäksi tulisi määritellä maisemien laatua koskevat tavoitteet.

Puuntuotannon, maiseman ja ekologian yhteensovittamiseen tarvitaan uusia työkaluja ja lähestymistapoja käytännön suunnittelussa. Menetelmiä, joita tulisi edelleen kehittää ja soveltaa ovat mm. neuvotteluihin perustuvat menetelmät (esim. vuorovaikutteinen metsäsuunnittelu ja -neuvonta) ja erilaiset monitavoitteiset päätöksentekomenetelmät. Numeeriseen metsäsuunnitteluun tulisi kytkeä tutkimustietoa yleisistä metsämaisema-arvostuksista, jolloin maisema-arvot voitaisiin ottaa huomioon metsäsuunnittelun yhteydessä rutiininomaisesti.

Metsätalouden suunnittelussa tulisi selvittää, millä alueilla maisema on tärkeä vetovoimatekijä ja mitkä ovat näiden maisemien kehittämismahdollisuudet. Maiseman hoito ei onnistu pelkästään tilatasolla, vaan vaatii alueellista suunnittelua sekä maisema-alueen ja kaukomaiseman tarkastelua. Maisemanhoidon yhteistyötä alue-ekologisen suunnittelun ja luonnon monimuotoisuuden edistämisen kanssa tulisi lisätä. Maisemanhoidon ja -suunnittelun käytännön ohjeita tulisi parantaa ja liittää ne kiinteäksi osaksi muuta metsänhoitoa ja suunnittelua.

Maisemasuunnittelumenetelmien kehittäminen

Metsätaloudessa käytettäviä maisemasuunnittelumenetelmiä tulisi kehittää ja viedä käytäntöön. Keskeisiä menetelmiä ovat paikkatietoavusteiset tarkastelut kuten maiseman herkkyys- ja näkyvyysanalyysit sekä maisemanmuutosten havainnollistaminen. Erilaisten metsänkäsittelyvaihtoehtojen aiheuttamia muutoksia voidaan havainnollistaa esim. digitaalisen kuvanmuokkauksen tai maisemasimulaattoreiden avulla, mikä helpottaa maallikoittenkin osallistumista metsä- ja maankäyttösuunnitteluun. (Nousiainen ym. 1999, Tyrväinen & Uusitalo 2005). Maisemasimulaattoreita on kehitetty Suomessa useampia, mutta niitä on toistaiseksi testattu käytännön suunnittelussa vähän.

Maisematutkimuksen ja -koulutuksen lisääminen

Metsämaisemanhoidon ja -suunnittelun tutkimusta ja koulutusta tulisi lisätä. Laaja-alainen matkailu- ja virkistyskäytön huomioon ottaminen metsien suunnittelussa ja hoidossa edellyttää metsäalan ammattilaisilta kaikilla tasoilla nykyistä parempaa osaamista ja uudenlaista tietotaitoa. Maisema-alan tutkimustietoa ei ole riittävästi ja maisemaan erikoistuneita tutkijoita on Suomessa vähän. Lisää tutkimustietoa tarvittaisiin mm. maiseman kokemisen teoreettisista perusteista, käyttäjien arvostuksista, maisemanhoidon- ja suunnittelun menetelmistä, eri käyttömuotojen yhteensovittamisen menetelmistä, maisema-arvokaupasta ja maiseman taloudellisesta arvosta. Maisemanhoidon koulutukseen tulisi panostaa jatkossa nykyistä enemmän, erityisesti yliopistotasolla. Käytännön metsäammattilaisten tietotaitoa tulisi parantaa täydennyskoulutuksella.

Maisema-arvokaupan kehittäminen

Maisema on esimerkki hyödykkeestä, jossa yksityiset ja julkiset hyödyt ovat helposti vastakkaisia. Maisema- ja virkistysarvokaupan mahdollisuudet metsien maisema-arvojen säilyttämiseksi ja hyödyntämiseksi tulisi selvittää. Metsänomistajalle maksettu korvaus hakkuiden siirtämisestä tai hakkuutapojen muuttamisesta maisemaa huomioiviksi mahdollistaisi metsien käytön myös muuhun kuin puuntuotantoon nykyistä paremmin. Yksityismetsissä mahdollisia keinoja ovat esimerkiksi

vapaaehtoisuuteen perustuvat sopimukset, joilla turvattaisiin metsätalousalueiden matkailukäyttö. Sopimuksia voidaan verrata METSON uusiin suojelukeinoihin, joissa metsänomistaja sitoutuisi ylläpitämään maiseman laatua korvausta vastaan. Ulkoilureittien lähimetsien ja matkailullisesti tärkeiden metsien lisäksi kysyntää maisema- ja virkistysarvokaupalle voi olla esimerkiksi vapaa-ajan asuntojen ympäristöissä. Korvauseriaatteita ja sovellusmahdollisuuksia tulisi selvittää tutkimuksen keinoin. Monimutkaisemmaksi kysymys muuttuu, kun ei puhuta yksityisten vaan valtion omistamista metsistä.

Maisemaan perustuvan yrittäjyyden edistäminen

Pitkälti maiseman vetovoimaisuuteen perustuvia elinkeinoja ovat mm. luonto- ja maatilamatkailu. Näitä yrittäjyysmuotoja tulisi edelleen kehittää ja luontomatkailulle tulisi laatia strategia sekä kehittämisohjelma myös Etelä-Suomen osalta. Maisemanhoitoon erikoistunutta yrittäjyyttä tulisi kehittää mm. tarjoamalla alan yrittäjille riittävää koulutusta. Lähes käyttämätön yrittäjyysmahdollisuus on metsämaiseman sairauksista ja stressistä toipumista sekä terveyttä edistävässä potentiaalissa. Tätä yrittäjyyttä voitaisiin kannustaa ja edistää tutkimuksella, koulutuksella sekä tiedon levittämisellä.

Metsien ekologiseen kestävyysliittävään tutkimukseen KMO:ssa

Paula Horne, Metsäntutkimuslaitos, ja Harri Tukia, Suomen ympäristökeskus - 20.4.2007

Tutkimuksen tarve

Tutkimuksen tarve metsäsektorin kestävä kehityksen edellytyksenä on todettu laajalti mm. Kansallisessa Metsäohjelmassa, Metsäsektorin tulevaisuuskatsauksessa ja Suomen metsäklusterin tutkimusstrategiassa. Myös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön strategia painottaa tutkimuksen osuutta tietopohjan luomisessa. Luonnon monimuotoisuuden turvaaminen metsäympäristössä sosiaalisesti ja taloudellisesti kestäväällä tavalla toteutetaan hallinnonalojen välisellä yhteistyöllä poikkitieteelliseen tutkimukseen perustuen.

Toimenpide-ehdotukset:

1) Tutkimuslaitosten toiminnan kehittäminen

- Valtion sektoritutkimuslaitosten resurssit turvattava ja yhteistyötä, resurssien koordinoitua ja yhteisiä tutkimushankkeita tuettava monitieteellisten ja laajojen tutkimuskysymysten tunnistamisessa ja tutkimisessa (onko kilpailuttaminen järkevää Suomen mittakaavassa?)
- Seurantojen pitkäjänteinen suunnittelu ja toteuttaminen tutkimuslaitosten yhteistyönä
- Tietokantojen yhteensovittaminen ja käyttö
- Henkilöstön jaksaminen ja osaamisen välittyminen tärkeää tuottavuuden ja laadun kannalta
- Tutkimustiedon välittämistä ja soveltamista käytäntöön edesautettava yhteistyöllä metsä- ja ympäristöasiantuntijaorganisaatioiden kanssa
- Yhteistyön säilyminen kansainvälisten verkostojen kanssa turvattava

2) Tutkimusohjelma: Metsien ekosysteemipalveluiden turvaaminen muuttuvassa toimintaympäristössä

Tutkimusohjelman tarkoituksena on tuottaa ja välittää tutkimukseen perustuvaa tietoa luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön kustannustehokkaalle ja sopeutuvalla toimintapolitiikalle. Tutkimusohjelman tulee tukea päätöksentekoa ja käytännön toimintaa. Tutkimusta monipuolistetaan lisäämällä sosioekonomista ja yhteiskuntatieteellistä tutkimusta. Ohjelman koordinoinnissa tulee painottaa vuoropuhelua tutkijoiden ja tiedon käyttäjien välillä ja tiedon välittämistä päätöksentekijöille. Hankkeiden valinnassa tulee painottaa laaja-alaista ja monitieteellistä tutkimusta, joka yhdistää eri tieteenaloja ja eri ekosysteemipalveluja koskevaa tutkimusta.

Tutkimusohjelman aihealueita:

Ekosysteemipalvelut

- eri ekosysteemipalveluiden yhteistarkastelu
- markkinattomien metsien hyötyjen arvottaminen ja tuotteistaminen
 - metsien tuotteiden ja palveluiden sekä monikäytön kehittäminen

- luontopalveluyrittäjyys ja liiketoimintaosaaminen

Toimintaympäristön muutoksen vaikutukset

- ilmastonmuutos ja sopeutuminen
 - ilmastonmuutoksen vaikutukset metsäekosysteemin rakenteisiin ja prosesseihin ja niihin varautuminen
 - metsien ja metsäteollisuuden tuotteiden mahdollisuudet hiilensitomisessa ja ilmastonmuutoksen hidastamisessa sekä päästökaupan merkitys metsäklusterille
- metsänomistajakunnan muutokset
 - metsänomistajakunnan rakennemuutoksen vaikutukset metsätuotteiden tarjontaan
- metsätuotteiden kysynnän muutokset (bioenergia, metsäteollisuus)
 - energiapuun korjuun biodiversiteettivaikutukset lyhyellä ja pitkällä aikavälillä
 - puuraaka-aineen hyödyntämisen uusien tuotteiden vaikutus ekosysteemipalveluihin
- ympäristöarvojen (maisema, bd, virkistys...) kysynnän muutokset

Turvaaminen

- metsä- ja ympäristöpolitiikka
 - ilmasto- ja metsiä koskevan ympäristöpolitiikan (monimuotoisuus ja vesistöt) ohjauksen yhteensovittaminen
 - metsien ja metsäteollisuuden tuotteiden mahdollisuudet hiilensitomisessa ja ilmastonmuutoksen hidastamisessa sekä päästökaupan merkitys metsäklusterille
- ohjauskeinojen kehittäminen
 - avainbiotooppien rajaukseen ja sukkession huomioon ottamiseen liittyvä lainsäädäntö
- luonnonvarasuunnittelu alueellisella, ekosysteemi- ja tilatasolla
 - metsäsuunnittelun ja metsien hoitomenetelmien kehittämien muuttuvia tarpeita vastaavaksi
 - taloudellisten, sosiaalisten ja ekologisten vaikutusten arviointimenetelmien kehittäminen metsien tuotteille ja palveluille

3) Seurantajärjestelmät

Toimintakulttuuri

- Yhteiset ja kaikille avoimet tietokannat seurannoista, suorittajista, aineistoista ja raporteista
- Eri seurantayhteistyötahojen yhteistyön parantaminen
- Aineistojen hyödynnettävyyttä, tietojen yhteiskäyttöä ja raportointia on lisättävä

Olemassa olevat seurantahankkeet

- Luonnon monimuotoisuuden seurantahankkeiden resurssit (vastuu henkilötasolta organisaatitasolle, rahoitus) turvattava
- Luonnon monimuotoisuuden tiedonvälitysjärjestelmän (LUMONET) kehittäminen (mihin suuntaan?)

Uusia seurantoja uusille osa-alueille

- talousmetsien luonnonhoidon lyhyt- ja pitkäaikaisen seurantajärjestelmän luominen
- Luonnon monimuotoisuuden valtakunnallisen tilan ja kehityssuunnan seurantajärjestelmä 2010 mennessä
- Vapaaehtoisuuteen perustuvat toimintatavat, uudet yhteistyömuodot ja laaja-alainen viestintä

4) Tutkimustiedon välittäminen käytäntöön

- tutkimusohjelmassa tiedonkäyttäjät mukana tutkimushankkeissa vähintäänkin ohjausryhminä
- seminaareja tutkijoille yhteistyön lisäämiseksi
- tutkijoille ja tiedonkäyttäjille suunnatut aihekohtaiset workshopit
- viestintäsuunnitelma