

# Metsän tutkimus

Nro 1/2006

2/2006

3/2006

Metlan asiakaslehti

4/2006

## Maailman metsien inventointia

*Puu pärjää  
bioenergiamarkkinoilla*

Tietokoneille ja kasvun tutkimiseen



## Pallas-Ounastunturin kansallispuistokävijöiden merkitys paikallistaloudelle huomattava

Helsingin yliopiston ja Metlan tutkimuksen mukaan Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa tai sen lähialueella kulutettu euro 1,27-kerkaistui jäädessään kiertämään aluetalouteen. Matkailijoiden rahankäytöstä johtuvat työllisyysvaikutukset olivat runsaat 160 ympärivuotista työpaikkaa ja palkkatulovaikutukset noin 3,5 miljoonaa euroa.



Metla/Erikki Oksanen

Metsähallituksen arvion mukaan Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa käy vuosittain 100 000 henkeä, joista 60 000 kesä- ja 40 000 talviaikaan. Menopäiväkirjamenetelmällä toteutetun rahankäyttötutkimuksen mukaan vierailijat toivat alueelle talvella keskimäärin 365 ja kesällä 185 euroa käyntiä ja henkeä kohti. Yhteensä kansallispuistokävijät kuluttivat vuoden aikana noin 24,3 miljoonaa euroa, mutta suuri osa tästä summasta vuoti ulos paikallistaloudesta välituotehankintojen ja muiden tuotannontekijöiden mukana.

Talviajan hotelliöpyjät kuluttivat eniten korkeiden majoituskustannusten vuoksi, mutta paikallistalous hyötyi enemmän mökkiläisistä, joiden rahankäyttö jakautui useampiin kohteisiin. Alueen vähittäiskauppojen ja ravintoloiden kannattaisi pyrkiä tyydyttämään erityisesti mökin tai lomaosakkeen omistajien tarpeita, sillä he tulevat alueelle säännöllisesti, viiptyvät pitkiäkin aikoja, ja ovat palautteen perusteella valmiita tukemaan kulutuksellaan paikallisia yrittäjiä.

Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa tehdyssä tapaustutkimuksessa selvitettiin kävijöiden rahankäyttöä suojelualueella ja sen lähiympäristössä. Taustalla oli pyrkimys luoda menetelmä, jolla virkistyskäyttöalueiden taloudellisia vaikutuksia voitaisiin arvioida luotettavasti ja vertailukelpoisesti.

Lisätietoja:

Huhtala, Maija. 2006. Pallas-Ounastunturin kansallispuiston kävijöiden rahankäyttö ja sen paikallistaloudelliset vaikutukset. Metlan työraportteja 35. [www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp035.htm](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp035.htm)

## Verkostot tulevat myös metsätalouden palvelutuotantoon

Kokonaisten toimitusketjujen hallinta ja yritysten välisten yhteistoimintasuhteiden kehittäminen eli verkostoituminen ovat tulossa myös metsätalouden palvelutuotannossa toimivien yritysten strategiseksi haasteeksi. Metsäpalveluiden tuottajien on pystyttävä tarjoamaan kustannustehokkaasti entistä kattavampia palvelukokonaisuuksia.

Yrityksistä 85 prosenttia piti yritysten välistä yhteistyötä hyödyllisenä, mutta vain 49 prosenttia teki yhteistyötä muiden yritysten kanssa. Suurimmat kuitut nykytilanteen ja hyödyllisenä pidetyn yhteistyömuodon välillä olivat palveluiden markkinoinnissa, tuotekehityksessä, henkilöstön koulutuksessa, yhteisinvestoinneissa ja kustannusten hallinnassa. Yli neljä viidesosaa yrityksistä joko myi tai osti palveluita muilta yrityksiltä. Tähän suhteutettuna pidemmälle vietyä yritysten välistä, toimitusketjun suuntaista yhteistyötä oli varsin vähän.

Tutkimus osoitti, että metsätalouden palvelutuotannossa on monentyyppisiä

verkostorakenteita, joiden hyödyntämisessä ollaan ottamassa vasta ensiaskeleita. Metsäalan palvelutuotannossa ensimmäinen askel kohti verkostomaisempaa toimintakulttuuria tulisi olla kustannusten hallinnan tason nostaminen. Tulosten perusteella on perusteltua rohkaista etenkin kasvuhakuisia metsäpalveluita tuottavia yrityksiä avoimempaan yhteistyöhön ja verkostoitumaan muiden yritysten kanssa.

Metlan ja VTT:n tutkimuksessa selvitettiin verkostoitumisen nykytilanne, edellytykset ja mahdollisuudet pirkanmaalaisten metsäpalveluita tuottavien yritysten liiketoiminnassa. Tutkimus oli osa Metlan koordinoimaa ja EU:n rahoittamaa ”*Lisää työtä metsäyrittäjyydellä -projektiä*”.

**Julkaisu:** Rantala, J. & Kulmala, H. I. 2006. Verkostoitumisen nykytilanne, edellytykset ja mahdollisuudet metsätalouden palvelutuotannossa Pirkanmaalla. Metsätieteen Aikakauskirja 3/2006. [www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa06/fa063353.htm](http://www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa06/fa063353.htm)

Lisätietoja: [www.metla.fi/hanke/7194/](http://www.metla.fi/hanke/7194/)

## Lopputuotteiden hintojen nousu parantaa metsäteollisuuden kannattavuutta

Länsi-Euroopan talouskasvun odotetaan pysyvän hyvänä vielä ensi vuonnakin. Paperin vahvistunut kysyntä mahdollistaa ensi vuonna hinnankorotuksia, kun ylitarjontakin supistuu. Myös sahatavaran hinta nousee, mutta kuluu vuotta vähemmän. Asuinrakentamisen kasvu alenee ensi vuonna, mikä sahatavaran tarjonnan kasvun kanssa rajoittaa hinnannousua.

Puumarkkinoilla raakapuun kysynnän kasvu ja hintojen nousu ovat vauhdittaneet puukauppaa. Raakapuun hintojen odotetaan nousevan myös ensi vuonna, mutta kuluu vuotta maltillisemmin. Ennusteiden suurimmat epävarmuudet liittyvät Yhdysvaltain ja euroalueen talouskehitykseen ja niiden vaikutuksiin Suomen talouteen.

Tuoreimmat ennusteet metsäteollisuuden ja metsätalouden suhdanteista on luettavissa juuri ilmestyneessä Metlan suhdannekatsauksessa 2006–2007.

Lisätietoja: [www.metla.fi/julkaisut/suhdannekatsaus/](http://www.metla.fi/julkaisut/suhdannekatsaus/)



## Puutavaranmittauksen viranomaistehtävät Joensuuhun

Metla on siirtänyt virallisten mittaajien tehtävät ja vetovastuun Vantaan yksiköstä Joensuun yksikköön 1.10.2006 alkaen. Viralliset mittaajien tehtävät siirrettiin maa- ja metsätalousministeriöstä Metlaan vuonna 2002.

Metlalla on hoidettavanaan puutavaranmittauslaissa ja -asetuksessa määrättyjä viranomaistehtäviä, jotka ovat tutkimus- ja kehitys sekä lain toimeenpano ja valvonta. Näistä ensimmäinen koostuu puutavaranmittauksessa käytettävien mittausten menetelmien perusteiden tutkimiseen, sekä menetelmien kehittämiseen ja ohjeistamiseen liittyvästä työstä. Jälkimmäinen tehtäväryhmä käsittää virallisten mittaajien tehtävät, joista tärkeimmät ovat erimielisyyksien ratkaiseminen puutavaran mittaukseen liittyvissä kiistatilanteissa ja tehdasmittauksen valvonta-tehtävät.

Käytännössä viralliseen mittaukseen johtaneita kiistatiloita on puukaupassa ollut viime aikoina vain muutamia vuosittain. Sen sijaan tehdasmittauksen yleistyminen puukaupan perustana on lisännyt valvontaan tarvittavaa työtä. Valvontamittauksessa käydään läpi tehdasmittaajan käyttämät mittausten menetelmät, tehdaskohtaiset toimintatavat ja -ohjeet ja tarkastetaan mittalaitteiden toiminta ja kunto.

**Lisätietoja:** [www.metla.fi/metinfo/tietopaketit/mittaus/](http://www.metla.fi/metinfo/tietopaketit/mittaus/)

## Istutuskoneurakointi sopii osaksi alueyrittäjyyttä

Puuntaimien koneellisen istutuksen arvioidaan lisääntyvän, koska perinteistä metsurityötä tehdään tulevaisuudessa yhä vähemmän. Koneellistumisen edellytyksenä on, että istutuskoneurakointi on liiketoiminnallisesti kannattavaa.

Metlan tutkimuksessa selvitettiin istutuskoneinvestoinnin kannattavuuden edellytyksiä, istutuskoneen soveltuvuutta alueurakoinnin osaksi sekä tulevaa istutuskonetarvetta. Työn organisoimisen näkökulmasta koneellinen istutus näyttäisi sopivan osaksi alueurakointia.

Metlan tutkimuksessa arvioitiin tulevaisuuden istutuskonetarve kolmen metsäkeskuksen ja koko Suomen alueelle. Kun puolet kaikista yli 0,75 hehtaarin istutuskohdeista oletettiin koneistutuskohteiksi, saatiin koko maan istutuskonetarpeeksi reilu 200 konetta. Pelkästään Pohjois-Savossa olisi laskelmien perusteella tarvetta yli 30 koneelle. Vaikka istutuskoneiden käyttö on viime vuosina lisääntynyt, on koneita maassamme vielä marginaalisesti, noin 25 kappaletta.

Jotta istutuskoneinvestointi olisi kannattava, tulisi koneelle löytyä työmaita 130–150 hehtaaria vuodessa.

**Julkaisu:** Juho Rantala & Veli-Matti Saarinen. 2006. Istutuskoneinvestointi alueyrittäjän näkökulmasta. Metsätieteen aikakauskirja 3/2006: 343–352. [www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa06/fa063343.htm](http://www.metla.fi/aikakauskirja/abs/fa06/fa063343.htm)

## Mätästys suojaa kuusentaimia tukkimiehentäin tuhoilta

Mätästys osoittautui Metlan tutkimuksessa kuusentaimien kannalta parhaaksi maankäsittelymenetelmäksi pyrittäessä vähentämään tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja uudistusaloilla. Tukkimiehentäin (*Hylobius abietis*) on merkittävin havupuiden istutustaimikoissa esiintyvä hyönteistuholainen Euroopassa.

Tukkimiehentäin tuhoja voidaan torjua käsittelemällä taimet hyönteisten torjunta-aineella. Myös mekaanisia taimisuoja- tai mätästystä on käytetty taistelussa tukkimiehentäin tuhoja vastaan. Mätästyksessä maa käännetään siten, että kivennäismaa tulee pintaan ja normaalisti pinnassa oleva humuskerros jää mättään alle. Mätästyksen käyttö tukkimiehentäiden torjunnassa perustuu tietoon siitä, että tukkimiehentäit pyrkivät minimoimaan paljaalla kivennäismaalla viettämänsä ajan.

Metlan tutkimuksessa tarkasteltiin laikku- ja kääntömätästysten vaikutusta tukkimiehentäin tuhoihin kuusen yksi- ja kaksivuotiailla paakutaimilla. Taimet sijaitsivat kahdella eri hakkuualalla Suomenjoella. Mätästyksen lisäksi tutkittiin täysin muokkaamattomia istutuskohtia sekä kohtia, joissa taimen ympärillä oli käytetty pahvikatetta tai glyphosaattiherbisidiä. Tavoitteena oli lisäksi tutkia, kuinka deltametriini-torjunta-aineella esikäsitellyt taimet selviävät istutusalueilla, joilla niillä aiempien runsaiden hakkuiden vuoksi on suuri riski tulla tukkimiehentäin syömiksi. Lähialueen hakkuut kasvattavat tuhorisiksi, sillä tietyt pihkan hajun yhdisteet houkuttelevat tukkimiehentäitä puoleensa.

Tutkimuksessa vertailluista menetelmistä ei löytynyt mätästyksen veroista torjuntakeinoa tukkimiehentäin tuhoja vastaan. Vaikka taimet oli esikäsitelty deltametriinillä, mätästysmenetelmät vähensivät selvästi tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja, kuolleisuutta ja kasvutappioita. Mitä enemmän tukkimiehentäin söi kuusentaimia, sitä huonommin ne kasvoivat ja pysyivät elossa.

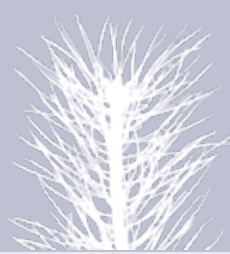
Ensimmäisen kasvukauden jälkeen havaittiin, että muokkaamattomissa istutuskohdissa kasvaneista taimista peräti kolme neljäsosa oli syöty. Mättäissä kasvaneista taimista taas oli syöty ainoastaan yhtä prosenttia. Muokkaamattomassa maassa kasvaneista yksivuotiaista taimista kuoli neljäsosa ja kaksivuotiaista taimista kymmenesosa. Mättäissä kasvaneiden taimien kuolleisuusaste sen sijaan oli vain yksi prosentti.

Mättäisiin istutetut taimet kasvoivat keskimäärin paremmin. Nuoret taimet välttyivät mätästetyillä istutusaloilla syödyksi tulemiselta sekä jäivät henkiin huomattavasti useammin kuin ne taimet, jotka kasvoivat muokkaamattomalla maalla.

**Julkaisu:** Heiskanen, Juha & Viiri, Heli. 2005. Effects of mounding on damage by the European pine weevil in planted Norway spruce seedlings. Northern Journal of Applied Forestry 22: 154–161. [www.ingentaconnect.com/content/saf/njaf/](http://www.ingentaconnect.com/content/saf/njaf/)



Metla/Erkki Oksanen



## Korjuri osaksi puunkorjuukalustoa

Korjurit ovat vakiintumassa puunkorjuuyritysten kalustoon perinteisten korjuuketjujen rinnalle. Alue- ja avainyrittäjämallin yleistyminen parantaa mahdollisuuksia korjureiden läpimurtoon, sillä leimikkovarannon kasvaessa kone voidaan ohjata sille sopiviin kohteisiin aikaisempaa paremmin.

Edullisimman kalustokokoonpanon löytämiseksi tarvitaan alueellinen tarkastelu, jossa koneiden suorituskyvyn lisäksi otetaan huomioon kausittaiset työmäärät ja hakkuiden rakenne. Metlassa on rakennettu puunkorjuun simulointimalli, jolla voidaan selvittää korjureiden käyttöaluetta osana puunkorjuun kokonaisjärjestelmää. Taustaselvityksenä laadittiin kirjallisuuskatsaus, joka kattaa korjureihin liittyvän kirjallisuuden noin kymmenen vuoden ajalta.

Korjureiden työpanoksen uskotaan suuntautuvan pääasiassa poistumaltaan pienille harvennus- ja päätehakkuille. Muita sopivia kohteita ovat esimerkiksi saaristometsät, myrskytuhoalueet ja siemenpuiden poistohakkuut. Näillä kohteilla pinta-ala ja hakkuukertymä ovat yleensä pieniä. Lyhyt metsäkuljetusmatka ja pitkä koneiden siirtomatka parantavat edelleen korjureiden kilpailukykyä.

Korjureita kehitettäessä tavoitteena on ollut pienentää puunkorjuun pääomapanosta yhdistämällä hakkuu ja metsäkuljetus samalla koneella tehtäväksi. Korjureilla saavutetaan säästöjä muun muassa koneen siirtokustannuksissa, jotka pienenevät noin puoleen korjuuketjuun verrattuna. Koneyrityksen kannat-

tavuutta voitaneen joissakin tapauksessa parantaa myös siirtämällä heikosti kannattavia leimikoita korjureille ja vapauttamalla korjuuketjuja niille sopivampiin kohteisiin.

Metlan puunkorjuun simulointimallilla tehdyn kilpailukykytutkimuksen tulokset julkaistaan vuoden lopussa Metlan työraportteja -sarjassa.

**Julkaisu:** Jylhä, P., Väättäinen, K., Rieppo, K. & Asikainen, A. 2006. Aines- ja energiapuun hakkuu ja lähikuljetus korjureilla. Kirjallisuuskatsaus. Metlan työraportteja 34. [www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp034.htm](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp034.htm)



Metla/Erikki Oksanen

## Metsäklusterille tutkimusstrategia

Ensimmäinen Suomen metsäklusterin tutkimusstrategia julkistettiin 5.10.2006.

Tavoitteena on kaksinkertaistaa metsäklusterin tuotteiden ja palvelujen arvo vuoteen 2030 mennessä. Tuolloin puolet arvosta tulisi uusista tuotteista. Kotimaisen puun käyttöä pyritään lisäämään neljänneksellä. Tavoitteena on myös kaksinkertaistaa klusterin tutkimus- ja kehityspanokset.

Vuonna 2005 koko metsäklusterin tuotannon arvo oli arviolta 40 miljardia euroa. Klusterin viennin arvo oli noin 15 miljardia euroa eli lähes 30 prosenttia koko viennistä. Tällöin klusteriin lasketaan kuuluvaksi metsäteollisuuden lisäksi metsätalous, massan-, paperin- ja sahateollisuuden laitevalmistus ja kunnossapito, metsäteollisuutta palveleva kemianteollisuus, puukalusteiden ja puu- ja kuitupakkausten valmistus sekä graafinen kustantaminen ja painaminen. Viime vuonna klusterin tutkimus- ja kehityspanostus oli arviolta 350 miljoonaa euroa. Kotimaista puuta käytettiin lähes 60 miljoonaa kuutiota.

Tutkimusjohtaja Leena Paavilaisen mukaan Metlan osaamista suunnataan seuraaville osaamisalueille:

- kustannustehokkaat, ekologisesti kestävät metsänhoitomenetelmät
- puumateriaalien ominaisuudet ja niiden tehokas hyödyntäminen
- lopputuotteille räätälöidyt puubiomassan toimitusketjut
- puubiomassan hyödyntäminen, uudet tuotteet ja liiketoimintamuodot
- metsäteollisuuden kannattavuus ja metsäpolitiikan menetelmät
- metsätalouden hyväksyttävyys ja tuotteiden ympäristöystävällisyys

Jotta siirtyminen strategiasta käytännön tutkimustoimintaan etenisi nopeasti, KCL, Metla ja VTT avaavat hankkeiden valmistelua varten sähköisen työtilan nimeltään Finnish Forest Cluster Research Portal. Työtila tarjoaa paikan, jossa erilaisia aloitteita voidaan esittää, kommentoida ja koota yhteen. Tavoitteena on avoimen innovaation hengessä helpottaa ja nopeuttaa metsäklusterin tutkimuksen projektikonaisuuksien ja tutkijakonsortioiden muodostamista.

Lisätietoja: [www.forestindustries.fi/tiedotteet/ajankohtaista/20061004100535.html](http://www.forestindustries.fi/tiedotteet/ajankohtaista/20061004100535.html), <http://forestclusterportal.fi>

## Metlan uusi tutkimushanke kehittää alueellista hirvitietopankkia

Viisivuotisen tutkimushankkeen tavoitteena on kehittää eri intressiryhmien yleisesti hyväksymä "hirvitietopankki", joka edistää alueellisten hyötyjen ja kustannusten määrittämistä ja helpottaa aluetason päätöksentekoa. Tutkimushankkeessa tuotetun tiedon avulla voidaan määrittää hirvieläinten alueellinen tavoiteteiheyden eli yhteiskunnallinen kantokyky.

Metla aloitti tämän vuoden alussa monitieteisen tutkimuksen, jonka tavoitteena on tuottaa tietoa alueellisesti hirvieläinten yhteiskunnallisen kantokyvyn määrittämiseksi. Tutkimus koostuu kolmesta osahankkeesta, joista ensimmäisessä selvitetään maiseman rakenteen vaikutuksia hirvituhojen esiintymiseen ja sijoittumiseen sekä hirvikannan tiheyteen. Toisessa osahankkeessa tutkitaan hirvieläinten metsätaloudellisia ja metsäekologisia vaikutuksia. Kolmas osahanke tuottaa tietoa hirven yhteiskunnalle tuottamista arvoista ja sosiaalisista asenteista.

Lisätietoja: [www.metla.fi/hanke/3429/](http://www.metla.fi/hanke/3429/)

## Koealan pienimmän puun läpimitan mittaamisella voidaan parantaa metsikön inventoinnin tarkkuutta

Kvantiilipuilla – puilla, joiden läpimita mitataan ja järjestysluku koealalla määritetään silmävaraisesti – voidaan parantaa metsikön inventointitulosten tarkkuutta. Kvantiilipuita ovat esimerkiksi koealan pienin, toiseksi suurin tai keskimäinen puu.

Metlan, Helsingin yliopiston ja Joensuun yliopiston tutkimuksessa havaittiin, että koealan pienimmän puun käyttö kvantiilipuuna paransi inventoinnin tarkkuutta eniten. Jo yhden koealan minimin mittaaminen pienensi metsikön runkoluvun keskivirhettä 8 prosenttia ja energiapuun tilavuuden keskivirhettä 6 prosenttia.

Tulos on mielenkiintoinen myös mitausteknisesti: pienimmän puun määrittäminen silmävaraisesti on helpompaa kuin minkään muun kvantiilipuun määrittäminen, koska relaskooppikoealalta pieniä puita luetaan vain läheltä mittaajaa. Lähellä olevan puun luokse on myös nopea kävellä.

Pienimmän puun mittaamisen lisäksi toinen hyvä strategia on mitata lähinnä keskipistettä oleva puu. Nämä strategiat tuottivat parempia ennusteita kuin esimerkiksi koealan suurimman, lähinnä tukkipuun rajaa olevan tai satunnaisesti valitun puun käyttö. Kvantiilipuomittaukset kannattaa jakaa usealle koealalle: on esimerkiksi hyödyllisempää mitata kahdelta koealalta minimi kuin yhdeltä koealalta kaksi pienintä puuta.

Tutkimuksen aineistona oli 512 metsikköä, joista kustakin oli mitattu puiden paikat ja läpimitat kolmelta koealalta. Tutkimus toteutettiin simuloimalla virheittämiä kvantiilipuun mittauksia näille koealoille. Inventoinnin tarkkuuden mittaamina käytettiin tilavuuden, tukkikokoisten puiden tilavuuden, energiapuun tilavuuden ja runkoluvun keskivirhettä ja harhaa. Kvantiilipuiden käyttö näyttäisi tuottavan kohtuullisen tarkan ennusteen läpimitaajakauman kaikissa osissa.

**Julkaisu:** Mehtätalo, L., Maltamo, M. and Kangas, A. 2006. The use of quantile trees in the prediction of the diameter distribution of a stand. *Silva Fennica* 40(3): 501–516. [www.metla.fi/silvafennica/abs/sa40/sa403501.htm](http://www.metla.fi/silvafennica/abs/sa40/sa403501.htm).

Artikkelin suomenkielinen seloste ilmestyy *Metsätieteen aikakauskirjassa* 3/2006. [www.metla.fi/aikakauskirja/](http://www.metla.fi/aikakauskirja/)

## Mänty ja kuusi uudistuvat luontaisesti metsänrajalla

Korkea taimikuolleisuus estää silti metsänrajan nopean etenemisen. Kuusen metsänrajalla taimitiheydet ovat huomattavasti suurempia kuin männyn metsänrajalla.

Metsänrajan seurantatutkimus osoittaa, että metsänraja-alueella sekä mäntyjen käpytuotanto että siemenen tuleentuminen ovat kriittisiä vaiheita onnistuneelle uudistumiselle. Siemenen tuleentuneisuus korreloi vahvasti kesän lämpösunnan kanssa. Lisäksi käpytuotannossa korostui voimakkaasti niin sa-

on säännöllisesti syntynyt korvaamaan kuolleet. Metsänrajavyöhykkeen ilmastollista herkkyyttä kuvaa se, että taimikuolleisuus on siellä voimakkaampaa kuin metsässä tai puurajalla. Mänyllä suuri taimikuolleisuus onkin ollut merkittävä metsänrajadynamiikkaa kontrolloiva ja metsänrajan etenemistä hidastava tekijä.

Kuusella taimikuolleisuus on ollut suhteellisen alhaista ja toisaalta uudistuminen voimakasta. Tämän seurauksena taimitiheys on kaksinkertaistunut sekä metsänraja- että puurajavyöhykkeellä. Myös taimien keskipituus on kasvanut ja osa vuoden 1983 taimista luokitellaan jo puiksi.



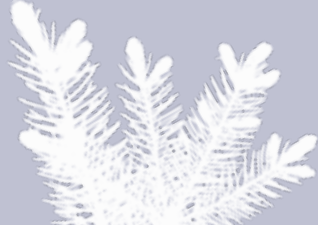
Metla/Erkki Oksanen

nottu ”uudistumiskierron vaihe”, jonka johdosta hyvää käpyvuotta harvoin seuraa toinen hyvä käpyvuosi. Vaikka niin sanotut siemenvuodet ovat harvinaisia metsänraja-alueella, tuleentunutta siementä syntyy vuosittain.

Metsänrajan seurantatutkimus 1983–1999 osoittaa, että mänty ja kuusi ovat reagoineet eri tavoin seuranta-ajanjakson ilmaston vaihteluihin. Männyn taimikuolleisuus on ollut huomattavan suurta eteläisillä metsänraja-alueilla. Männyn puurajalla taimimäärät ovat kuitenkin pysyneet lähes ennallaan läpi seuranta-ajanjakson, joten uusia taimia

Tutkimuksessa analysoitiin männyn ja kuusen uudistumisdynamiikkaa metsänrajan eri vyöhykkeillä aikavälillä 1983–2002. Tutkimusaineistona oli ”Metsänrajan seurantatutkimus”, joka kattaa kaikkiaan 13 tunturien rinteillä olevaa seuranta-alueita eri puolilla Lappia. Analyysiä on täydennetty vuosina 1997–2002 männyn pohjoiselta metsänrajalta ja puurajalta kerätyillä siemennäytteillä ja niiden tuleentuneisuusanalyysillä.

**Julkaisu:** Vesa Juntunen & Seppo Neuvonen. 2006. Natural regeneration of Scots pine and Norway spruce close to the timberline in northern Finland. *Silva Fennica* 40(3): 443–458. [www.metla.fi/silvafennica/abs/sa40/sa403443.htm](http://www.metla.fi/silvafennica/abs/sa40/sa403443.htm)



## Metsästyksellä ehkäistään hirvivahinkoja

Myönnettyjen pyyntilupien nojalla on arvioitavissa, että hirviä kaadetaan liiki 80 000 ja että suurimmat kaatomäärät ovat Pohjois-Suomen alueella. Metsästyksen lisäksi hirvieläinten aiheuttamia metsävahinkoja voidaan ehkäistä mekaanisin ja kemiallisin keinoin.

Hirvikannan suuruutta voidaan pitää merkittävimpänä yksittäisenä tekijänä, joka vaikuttaa hirvien aiheuttamien metsävahinkojen runsauteen. Nykyään hirvien määrä määräytyy pääasiassa metsästysverotuksen perusteella, joten kannansäätely on keskeinen menetelmä metsävahinkojen vähentämisessä. Toisaalta pienikin hirvikanta voi aiheuttaa huomattavia metsävahinkoja esimerkiksi hirvien perinteisillä talvehtimisalueilla. Tässä suhteessa on tärkeää ottaa huomioon myös muita kuin hirvikantaan ja sen mitoittamiseen liittyviä tekijöitä.



Metla/Erikki Oksanen

Kannansäätelyn lisäksi metsävahinkoja voidaan estää ennalta erilaisilla mekaanisilla ja kemiallisilla torjuntakeinoilla sekä ravintohoukuttelun, kuten vaihtoehdoisen ravinnontarjonnan avulla. Näille menetelmille on kuitenkin yhteistä se, että niiden käyttäminen edellyttää metsänomistajalta omaa aktiivisuutta ja investointeja.

Männyntaimien suojaamiseen on saatavissa kaupallisina tuotteina käyttökelpoisia mekaanisia latvasuojuksia. Latvasuojuksilla voidaan nimensä mukaisesti suojata taimen latvaa, jolloin mahdollinen hirvensyönti kohdistuu alempiin sivuoksiin varsinaista vahinkoa aiheuttamatta. Latvasuojuksia on helpointa asettaa 0,5–2 metrisiin taimiin. Suojukset kannattaa asettaa taimiin ennen lumien tuloa. Samoja suojuksia voi käyttää useampana vuotena.

Myös kemiallisten karkotteiden, joiden teho perustuu hajuun ja makuun, levittämisen ajankohta on pian käsillä. Karkotetta sumutetaan suojattavien taimien latvakasvaimiin lehdettömänä aikana versojen puutumisen jälkeen. Kemiallisten karkotteiden vaikutus kestää talven yli, mikäli karkotetta ruiskutetaan kuiviin oksiiin ennen lumien tuloa. Taimien suojaamisessa kannattaa keskittyä kasvatettaviksi tarkoitettuihin taimiin.

Lisätietoja: [www.metla.fi/hanke/3429/](http://www.metla.fi/hanke/3429/)

## Venäjän puun laatu ja korjuumenetelmät tutkimuskohteina

Metla on alkanut Euregio Karelia Naapurisuusohjelmaan kuuluva tutkimushanke, jossa vertaillaan tavaralaji- ja kokorunkomenetelmän vaikutuksia raaka-aineen laatuun, työturvallisuuteen ja -ergonomiaan, korjuutyön tuottavuuteen ja ympäristöön. Tuloksia hyödynnetään myös Venäjän metsätalouden tietopalvelun laajentamisessa.

Yhteistyössä Petroskoin yliopiston kanssa selvitetään Karjalan tasavallassa käytössä olevien puunkorjuumenetelmien vaikutusta raaka-aineen laatuun. Lisäksi analysoidaan, miten laatua mitataan korjuu- ja kuljetusketjun eri vaiheissa ja mitä laatumormeja on käytössä Venäjällä. Yleisselvityksen jälkeen aihetta syvennetään tutkimuksella, jossa vertaillaan empiiriseen aineistoon perustuen korjuumenetelmien vaikutuksia puutavaran laatuun, työturvallisuuteen ja -ergonomiaan, työn tuottavuuteen sekä ympäristöön.

Raaka-aineen laatua ja korjuumenetelmien vertailua koskevia tuloksia ja aineistoa hyödynnetään Venäjän metsätalouden tietopalvelun laajentamisessa. Suomalaisyritysten käyttämistä korjuutyön ja puutavaralajien laatuvaatimuksista tuotetaan venäjänkielistä tietoa tarkoituksena edesauttaa suomalaisten yritysten toimintaa helpottavan tiedon leviämistä Venäjällä.

Lisätietoja: [www.euregiokarelia.fi/FI/](http://www.euregiokarelia.fi/FI/),  
[www.idanmetsatieto.info/fi/cfmldocs/](http://www.idanmetsatieto.info/fi/cfmldocs/)

## Metsätalous on merkittävä vesistöjen kuormittaja

Metsätalouden osuus ihmistoiminnan vesistöihin aiheuttamasta typpikuormituksesta on noin 7 prosenttia ja fosforikuormituksesta noin 9 prosenttia. Useilla Itä- ja Pohjois-Suomen vesistöalueilla sekä eteläisen Suomen latva- ja pienvesissä metsätalous on merkittävin kuormituksen lähde.

1970- ja 1980-luvuilla uudisojitus ja soiden lannoitus olivat merkittävimmät vesistöjä kuormittavat metsätalouden toimet. Viimeisten vuosien aikana yhdeksi merkittävimmistä kuormittavista työmuodoista on noussut kunnostusojitus. Sen merkitys jatkuu myös lähivuosikymmeninä kun pyritään takaamaan metsänkasvu miljoonilla ojitetuilla



## Myyräkannat runsastumassa pohjoisessa

Myyrien määrä on romahtanut valtaosassa eteläistä Suomea kesän 2006 aikana. Pohjoisemmassa Suomessa myyräkannat ovat puolestaan runsastumassa. Pohjois-Suomessa myyrät saattavat vahingoittaa havupuiden taimien latvoja. Myyräkuumetta esiintyy tulevina talvena etelässä tavallista vähemmän, pohjoisessa tavallista runsaammin.

Suurimmassa osassa maamme eteläistä puoliskoa pelto- ja metsämyyrätiheydet ovat tällä hetkellä ennätyksellisen alhaiset. Metlan myyräseurannat osoittivat syksyn 2005 huipputiheän myyräkannan romahtaneen kevääseen 2006 mennessä valtaosassa eteläistä Suomea. Kuluneen kesän aikana myyrien määrä väheni etelässä edelleen. Sen sijaan vesimyyriä esiintyi menneenä kesänä paikoittain runsaasti, varsinkin Länsi- ja Etelä-Suomessa. On mahdollista, että osalla näistä alueista vesimyyräkanta säilyy myös tulevan talven yli.

Pohjoisemmassa Suomessa myyräkannat ovat runsastumassa. Oulun seudulla ja Lounais-Lapissa metsämyyräkannat ovat

ehtineet runsastua jo hyvin vahvoiksi. Myös Kainuussa, Koillismaalla ja Etelä-Lapissa myyräkannat ovat voimakkaassa kasvussa. Myyriä tavataankin ensi talvena runsaiten Joensuu-Oulu -linjan yläpuolella. Pohjois-Suomen lisäksi myyriä esiintyy harvalukuisena paikoitellen myös Keski-Pohjanmaalla ja pohjoisessa Keski-Suomessa. Yhtenäisen myyräesiintymäalueen kaakkoisosissa yleisimmin tavattava laji on peltomyyrä. Pohjoisempina valtalajina on metsämyyrä.

Metsämyyrät voivat talvella vahingoittaa havupuiden taimia sömällä latvan kärkisilmuja ja kaluamalla taimien latvaoksien kuorta. Kärkisilmujen syöminen voi johtaa latvanvaihtoon ja siten kasvu- ja laatuongelmiin. Peltomyyrät puolestaan kaluavat taimia maanpinnan ja lumirajan välillä.

Metsämyyrät levittävät eritteissään Puumala-virusta, joka voi aiheuttaa myyräkuumeen. Virus tarttuu ihmiseen hengitysteitse pölyn mukana. Myyräkuumeriski



Metla/Erkki Oksanen

nousee pohjoisemmassa Suomessa kuluvana talvena.

Vaikka maan eteläpuoliskolla myyriä on nyt niukasti, on luultavaa, että kannat käännyvät nousuun jo ensi kesän kuluessa. Silloin myyräkannat olisivat huipussaan etelässä syksyllä 2008.

Lisätietoja: [www.metla.fi/hanke/3168/](http://www.metla.fi/hanke/3168/)

suohehtaareilla. Vuosittain Suomessa kunnostusojitetaan noin 70 000 hehtaaria soita ja Kansallisen metsäohjelma 2010:n tavoitteena on nostaa kunnostusojitus runsaaseen 110 000 hehtaariin vuodessa. Kunnostusojitusten ohella päätehakkuista ja niistä seuraavista maanmuokkaustoimenpiteistä aiheutuu kuormitusta vesistöihin.

Metsissä tehtävillä toimenpiteillä vaikutetaan Kansallisen metsäohjelman tavoitteiden toteuttamisen lisäksi EU:n vesipolitiikan puitteiden toteutumiseen. Valtioneuvostossa on valmisteilla on ”Vesienhuollon suuntaviivat 2015” -periaatepäätös, jossa asetetaan vesienhoitolakiin perustuen valtakunnalliset tavoitteet vesien hyvän tilan saavuttamisesta ja turvaamisesta vuoteen 2015. Tulossa on uusia haasteita metsätalouden vesienhuollolle. Tavoitteeksi esitetään suoja- ja suotaus- ja ympäristöalan tutkijaa ja käytännön asiantuntijaa kokoontui 26.–27.9. Kolille keskustelemaan uusimmista metsätalouden vesienhuollon tavoitteista, menetelmistä ja tutkimustuloksista. Tilaisuuden järjestivät Metsäntutkimuslaitos, Metsäkeskus Pohjois-Karjala, Geologian tutkimuskeskus, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus, Metsätalouden Kehittämiskeskus Tapio ja Joensuun yliopisto.

Lisätietoja: [www.metla.fi/tapahtumat/2006/vesistot/](http://www.metla.fi/tapahtumat/2006/vesistot/)  
[www.metla.fi/hanke/3383/valu/](http://www.metla.fi/hanke/3383/valu/)  
[www.metla.fi/hanke/3383/femla/](http://www.metla.fi/hanke/3383/femla/)

## Metsien suojelualue-tilastot Metinfo-palvelussa

Metlan Metinfo Metsätietopalveluun on lisätty päivitetty tiedot metsien suojelupinta-aloista Suomessa. Metsien suojelualue-tilasto sisältää tiedot suojeltujen ja rajoitetussa metsätalousohjelmassa olevien metsien pinta-aloista. Tilasto perustuu Metsien suojelun luokittelun ja tilastoinnin yhtenäistämistyöryhmän (SUTI) vuonna 2002 laatimiin tilastointiperiaatteisiin.

Tilaston pinta-ala-tiedot on koostettu Metsähallituksen, ympäristöministeriön, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion, Metsäntutkimuslaitoksen, Metsäteollisuus ry:n ja Ahvenanmaan maakuntahallituksen toimittamista tiedoista. Suojelualue-tiedot esitetään palvelussa excel-tiedostoina metsäkeskuksittain, maaluokittain, suojeluluokittain sekä aluetyypeittäin. Esitetyt pinta-ala-tiedot kattavat maa-alan ilman vesialueita. Tilasto kuvaa tilannetta 1.1.2005. Jatkossa tietoja päivitetään vuosittain.

Lisätietoja: [www.metla.fi/metinfo/suti/](http://www.metla.fi/metinfo/suti/)

## TOIMITUS/JULKAISIJA

Metsäntutkimuslaitos  
Unioninkatu 40 A  
00170 HELSINKI  
puhelin 010 2111  
sposti: info@metla.fi

## PÄÄTOIMITTAJA

Ari Turunen  
puhelin 010 211 2270

## TOIMITUSPÄÄLLIKKÖ

Sinikka Jortikka  
puhelin 010 211 4544

## TOIMITUSSIHTEERIT

Marjatta Joutsimäki  
Sanna Musto  
puhelin 010 2111

## KIRJOITTAJAT

Kari Mielikäinen, Ari Turunen, Aimo Jokela,  
Liina Kjellberg (Metsäkustannus Oy), Sirpa Kotikangas-Venäläinen, Mirja Vuopio, Riitta Hänninen, Jari Viitanen, Anne Toppinen, Mika Mustonen, Yrjö Sevola, Sinikka Jortikka, Risto Pitkänen (Alma Media Lehdentekijät Oy)

## TILAUKSET, OSOITTEENMUUTOKSET JA ILMOITUSMYyntI

Metsäntutkimuslaitos, viestintä  
Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki  
puhelin 010 211 2000  
faksi 010 211 2102  
www.metla.fi/asiakaslehti/

## ULKOASU JA TAITTO

Jouni Hyvärinen  
Essi Puranen

## PIIROKSET

Simo Koivunen  
Jouni Hyvärinen

## KANSI

Kuva: LIGNUM-mallilla visualisoitu  
tunturikoivu, Mika Lehtonen ja Jari Perttunen,  
data: Pekka Kaitaniemi (Helsingin yliopisto)  
Desing: Jouni Hyvärinen

## PAINOPAikka

Esa Print Oy, Lahti



## Maailman metsävarat s.18

## Sisältö

- 9 Pääkirjoitus
- 10 Monilähteinen metsien inventointi
- 18 Maailman metsävarat arvioitiin Kotkassa
- 22 Juuristotutkimuksella tietoa puiden kasvukologiasta
- 26 Suomen metsät kasvavat bioenergiaa
- 30 Kohti kestävä matkailua

## Palstat

- 2 Uutisia
- 16 Markkinakatsaus - Puumarkkinat
- 17 Kolumni
- 33 Markkinakatsaus - Metsäteollisuus
- 34 Julkaisut

## Juuristotutkimus s.22





## Kriittistä massaa ei saada ilman massaa

Suomen tutkimuskenttä on murroksessa. Tutkimus on keskittynyt liian pieniin yksiköihin ympäri maata. Puuttuu kriittinen massa. Tämä ei ole mitään uutta, mutta nyt onneksi on ryhdytty miettimään urakalla, mitä pitäisi tehdä.

Valtion tiede ja teknologianeuvoston raportin *Tiede, teknologia, innovaatiot* mukaan Suomessa on varmistettava liikkuvuuden lisääminen tutkimusorganisaatioiden välillä. Myös Suomen Akatemian ja Tekesin *Finnsight 2015* korostaa yhteistyötä ja poikkitieteellisyttä yhtenä suomalaisen tutkimuksen menestymisen ehtona. Suomen kilpailukyvyllä on tärkeää sellainen organisaatiokulttuuri, joka tukee korkeasti koulutettujen osaajien yhteistyötä.

*Finnsight 2015* oli ainutlaatuisen laaja ennakointihanke, joka selvitti tieteen, talouden ja yhteiskuntapolitiikan asiantuntijoiden johdolla Suomen tulevaisuudennäkymiä. Asiantuntijoiden mielestä tulevaisuuden menestymisen mahdollisuuksia ovat muun muassa bio-osaaminen, ympäristön kestävä kehitys, ihmisten terveys ja hyvinvointi sekä tätä kaikkea tukevat tietotekniset palvelut. Asiantuntijoiden puheenvuoroissa korostuu siis luonnonvaroihin liittyvän tutkimuksen tärkeys.

Tiedon määrän kasvun takia olennaisia taitoja tulevaisuudessa ovat oikean tiedon löytämisen, kokonaisuusien hahmottaminen ja tiedonhallinta. Tämä edellyttää hyvää koulutusta ja yleissivistystä.

Kasvihuonekaasujen lisääntyvät päästöt ja ehtyvät luonnonvarat edellyttävät kestäväan kehitykseen liittyviin keksintöjä nano- ja biotekniikassa, jolloin uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntämisen mahdollisuudet kasvavat. Tulevaisuuden haasteena on luotettava ja sopeutumiskykyinen ympäristöhallinto. Raportin mukaan Suomen korkealuokkaiset metsien inventointimenetelmät ovat esimerkki luonnonvarahallinnosta, josta on maailmalla huutava pula.

Kasvihuonekaasujen lisääntyvät päästöt ja ehtyvät luonnonvarat edellyttävät kestäväan kehitykseen liittyviin keksintöjä nano- ja biotekniikassa, jolloin uusiutuvien luonnonvarojen hyödyntämisen mahdollisuudet kasvavat. Tulevaisuuden haasteena on luotettava ja sopeutumiskykyinen ympäristöhallinto. Raportin mukaan Suomen korkealuokkaiset metsien inventointimenetelmät ovat esimerkki luonnonvarahallinnosta, josta on maailmalla huutava pula.

Öljyvarojen vähetessä metsien uudenlainen hyötykäyttö kasvaa niin materiaalien kuin energian lähteenä. Biopoltoaineiden tuotannon kasvu on lähivuosina nopea. Alan kehityksessä Suomella voi asiantuntijoiden mukaan olla johtava asema. Suomi on johtava maa metsäteollisuuden prosessien hallinnassa ja prosessilaitteiden toimittajana. Metsäteollisuudessa syntyvä ylijäämäbioenergia voidaan hyödyntää muihin tarpeisiin. Aihe vaatii laajaa tutkimusta puuainesta sen ominaisuuksiin asti. Biotekniikan avulla voidaan muokata kuitujen ominaisuuksia tai valmistaa uusia tuotteita. Mitä enemmän bioyhdisteitä tiedetään, sitä enemmän niitä voidaan käyttää lääkkeinä tai materiaaleina.

Tietokannat ovat keskeisiä tutkimusaineistoja. Painopiste muuttuu terveydenhuollossa sairauksien hoitamisesta niiden ehkäisemiseen, missä suomalaisilla on paljon osaamista. Varsinkin geeni- ja proteiinitutkimuksessa päästään läpimurtoihin. Tutkimukset antavat Suomessa suuria mahdollisuuksia kansantautien hoitoon. Oikean tiedon löytämiseksi tarvitaan moderneja tiedonhakumenetelmiä, kuten tiedon seulomista suurista datamassoista (tiedon louhinta). Tätä osaamista Suomessa on, mutta hajallaan monessa yksikössä.

Innovaatiostrategioita on siis tehty, toimintaympäristön haasteet tunnistettu ja Suomen valtion budjetti on mukavasti ylijäämäinen. Tiede- ja teknologianeuvoston raportin mukaan tulee ennen kaikkea varmistua siitä, että Suomessa on jatkossakin laadukas ja riittävä tutkijakunta. Valtioneuvoston tavoitteena on nostaa tutkimusrahoitus neljään prosenttiin bruttokansantuotteesta, mikä tarkoittaa Tiede- ja teknologianeuvoston mukaan kasvavaa tutkimushenkilöstön tarvetta.

Miksi sitten valtionvarainministeriö haluaa tuottavuusohjelman (kuka näitä termejä oikein keksii?) nimissä karsia yliopistojen ja tutkimuslaitosten budjettirahoitusta ja henkilökunnan määrää kovalla kädellä?

Kun 1400-luvun Italiassa Medicien pankkiirisuku ennakoluulottomasti rahoitti kotikaupungissaan eri alojen asiantuntijoita, synnytti se liikehdinnän, jota myöhemmin alettiin kutsua renessanssiksi. Kun älylliselle ja luovalle toiminnalle annetaan riittävät resurssit, voivat myönteiset taloudelliset seuraukset näkyä vielä vuosisatojen päähän – kuten jokainen Firenzen turistijonoissa hikoillut tietää.

Ari Turunen  
Päätoimittaja

*”Valtioneuvoston tavoitteena on nostaa tutkimusrahoitus neljään prosenttiin bruttokansantuotteesta, mikä tarkoittaa Tiede- ja teknologianeuvoston mukaan kasvavaa tutkimushenkilöstön tarvetta. Miksi sitten valtionvarainministeriö haluaa niin sanotun tuottavuusohjelman nimissä karsia yliopistojen ja tutkimuslaitosten budjettirahoitusta ja henkilökunnan määrää kovalla kädellä?”*



# MONILÄHTEINEN METSIEN INVENTOINTI

Metsävarojen lisäksi arvioidaan terveydentilaa ja monimuotoisuutta

*Suomea lentokoneesta pilvettömänä päivänä katsellessa saattaa mieleen juolahtaa Trivial pursuit kysymys, montako puuta alapuolella silmäkantamattomiin levittyvissä metsissä on. Vastausta kannattaa kysyä Metlasta professori **Erkki Tomppola**.*

**T**omppo on kehittänyt lähes kahdenkymmenen vuoden ajan monilähteistä valtakunnallista metsäinventointia (VMI), joka tuottaa aiempaa tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa metsistä maastomittauksen, satelliittikuvien ja digitaalisen kartta- ja muun aineiston pohjalta. Uudet menetelmät tekevät periaatteessa mahdollisek-

si laskea mille hyvänsä 25 x 25 metrin metsäalalle sellaisia tietoja kuin puuston ikä, järeys ja puulajien runkotilavuus puutavaralajeittain (kuitupuu ja tukkipuu).

Jos mieleen jäi pyörimään, montako niitä puita oikein on, professori Tomppo sanoo, että Suomen metsissä on 77 miljardia vähintään 1,3 metrin korkuista puuta. Aika monta, ja siksi joudutaan lisäämään: muutama miljoona alle tai yli. Ajatus, että lähetettäisiin miehet metsään laskemaan puut yksi kerrallaan, on täysin mahdoton. Jos sata maastotimiä mittaisi kaikki Suomen puut käyttäen 30 sekuntia puuta kohti, työ vaatisi 3800 vuotta.

Tilastolliseen otantaan perustuva valtakunnan metsien inventointi sai alkunsa Pohjoismaissa. Haasteena oli kehittää otanta- ja maastomittausjärjes-

telmä, joka tuottaisi luotettavaa suuren mittakaavan metsätietoa kohtuullisin kustannuksin ja kohtuullisessa ajassa. Kun Suomi on melko suuri maa ja metsät peittävät 86 prosenttia maa-alasta, riittävän otoksen kerääminen vaatii mittavasti maastomittauksia. Koko maan inventoiminen on vuosien urakka jo siksi, että Suomen ilmastossa maastotyö on mahdollista vain kesäkuukausina. Vuonna 2004 käynnistyneen VMI10:n maastotyöt kestävät viisi vuotta. Mitattavia koealoja on kaikkiaan noin 60 000.

Inventointidatan luotettavuus lähtee otantamallista ja haluttujen metsätunnusten laskemisessa käytetyistä tilastomatematisista työkaluista. Eri maiden metsäinventointitietojen vertailua vaikeuttaa se, että maat soveltavat eri määritelmiä siitä huolimatta, että FAO:n asiantuntikokouksissa on sovit-

tu yhtenäisistä määritelmistä. Suomen kansallinen määritelmä perustuu metsän vähimmäistuotokyvylle. Sen perusteella Suomessa on runsas 20 miljoonaa hehtaaria metsää. YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO käyttää maailman metsävarojen arvioimisessa määritelmää, joka perustuu puiden korkeuteen ja latvapeittoon. Tämän määritelmän mukaan laskien Suomen metsäala on runsas 22 miljoonaa hehtaaria eli kymmenen prosenttia enemmän kuin kansallisesti laskien.

Kansainvälisten raportointivelvoitteiden lisääntyessä on tärkeää, että raportoinnin pohja on sama kaikkialla. YK:n ilmastomuutossovimuksen mukainen raportointi on yksi esimerkki uusista metsäalaan perustuvista kansainvälisistä raportointi velvoitteista. Professori Tomppo johtaa eurooppalaisen COST-yhteistyön piiriin kuuluvaa metsämäärittelyjen harmonisointihanketta.

## Kestävän kehityksen mittari

VMI:n tulokset riippuvat siitä, millaista koealaotantaa ja metsikkökohtaisia maastomittauksia inventoinnissa käytetään. Sekä otantamenetelmät että mittaukset ovat kehittyneet vuosien saatossa vastaamaan paremmin ajan haasteisiin ja tarpeeseen optimoida inventointiresurssien käyttö. Uusimmat VMI:t käsittävät metsäteollisuuden ja metsäsuunnittelun tarpeisiin tuotettavan tiedon lisäksi suuren joukon ekologisia mittauksia, jotka palvelevat ympäristönhoidon ja ympäristötutkimuksen kasvavia tarpeita.

VMI:n alkuperäinen tarkoitus oli saada luetettava kuva kansallisten metsävarojen kehittymisestä ja tilasta. Varhaisempien inventointien tuottama suuren mittakaavan alueellinen data tarjosi riittävän pohjan suuren mittakaavan metsänhoitopäätöksille ja puunjalostusinvestoinneille. VMI:t ovat olleet kansallisella tasolla tärkein metsävarojen kestävyysmittari. Peräkkäisten inventointien viesti 1950-luvun alusta 1960-luvun loppulle oli, että puuvaranto oli hitaassa laskussa eli metsien hakkuut ylittivät niiden kasvun. Metsänhoitomenetelmien parannukset käänsivät kehityksen, ja 1970-luvun alun jälkeen vuosikasvu on ylittänyt poistuman runsaalla marginaalilla. Suomen metsävarat ovat tällä hetkellä suuremmat kuin milloinkaan sitten inventoinnin aloittamisen, vaikka metsäteollisuus käyttää enemmän puuta kuin koskaan.

*Suomen metsien inventoinnit muodostavat ainutlaatuisen aikasarjan 1920-luvulta nykypäivään. Maastomittaukset ovat edelleen korvaamaton osa inventointia. Kuvassa mitataan puun läpimittaa toisessa valtakunnan metsien inventoinnissa 1930-luvulla.*

Metsien metsänhoidollinen tila on yksi perinteisistä VMI-muuttujista, ja metsät luokitellaan tuottaviin ja vajaatuottoisiin. Erkki Tompon mukaan Suomen metsävarat eivät ole suinkaan saavuttaneet ääri-rajansa. Puuntuotantoon käytettävästä metsäalasta kahdeksan prosenttia on viimeisimmän VMI:n valossa vajaatuottoista. Tomppo uskoo, että on mahdollista samanaikaisesti lisätä puuntuotantoa ja huolehtia ekologisista asioista.

– Puuntuotannon ja metsien monimuotoisuuden yhteensovittaminen on meille tutkijoille haasteellinen tutkimusalue. Uusi teknologia tarjoaa avuksi uusia työkaluja.

## Kaukokartoitus

Varhaisemmat VMI:t tuottivat tietoa puuvarannon rakenteesta aluetasolla, jossa hallintoyksikköjen koko vaihtelee puolesta miljoonasta muutamaan miljoonaan hehtaariin. Aluedatasta kävi ilmi kyseisen alueen metsien tila ja puuston runkotilavuudet sekä puuston kasvu.

Metsäsuunnittelussa toimenpiteet suunnitellaan metsikön tasolla. Alueellinen tilastollinen metsikkötason tieto ei juuri auta, kun tehtävänä on laatia metsäsuunnitelma jollekin tietylle alueelle tai omistajille. Puunjalostusinvestoinneista puhuttaessa ei riitä, että tiedetään puuvarat riittäviksi; on yhtä tärkeää tietää, missä tarkkaan ottaen esimerkiksi kuitupuuta on tarjolla ja kuka omistaa kyseiset metsät. Tällainen tieto ratkaisee sen, ovatko puuvarat tosiasiaa hyödynnettävissä.

Valtakunnan metsien inventoinnit tuottivat perinteisesti tietoa suurehkoille alueille. Metsänhoito- ja käyttösuunnitelmia tehdään kuitenkin pienemmällä aluetasolla, esimerkiksi metsänhoi-

toyhdistyksen, kunnan, metsätilan ja viime kädessä yksittäisen metsikkökuivon tasolla.

Maastomittauksen avulla tiedon hankkiminen tälle tasolle on kallista. Oli liki väistämätöntä, että VMI-menetelmien kehittäjät ryhtyivät pohtimaan, voisiko halutun tiedon saada muulla tavalla. Suomen VMI:ssä, joka aloitettiin 1964, hyödynnettiin kaukokartoitusta ilmavalokuvien muodossa. Ilmakuvia käytettiin täydentämään maastomittauksia Pohjois-Suomessa, jossa etäisyydet ovat suuria ja kulkuyhteydet metsiin hankalat kuin Etelä-Suomessa. Kyseessä oli tarkemmin katsoen muihin tarkoituksiin tuotetun tiedon hyödyntäminen. Ilmavalokuvausta käytettiin karttatyössä. Seuraava pitkä askel eteenpäin yhdisti systemaattisesti kaukokartoituksen ja karttainformaation. Satelliitit olivat avain.

Monilähteistä inventointia kehiteltiin 1980-luvun loppupuolella Joensuun yliopistossa, josta professori **Pekka Kilkki** toi sen mukanaan, kun hänet nimitettiin VMI-työn johtoon 1988. Uusia menetelmiä kehittämään hankittiin Erkki Tomppo, joka tutki VTT:llä satelliittikuvien sisältämän maainformaation tulkitsemista. Tomppo oli opiskellut matematiikkaa, tilastotiedettä ja metsätiedettä ja väitellyt metsän biometriikasta. Tomposta tuli VMI:n johtaja 1990 Pek- ▶▶

Metsän kuva-arkisto





Joensuussa vieraileva korealaisryhmä metsäkohteella. Suomen metsäinventoinnit ovat saaneet paljon kansainvälistä kiinnostusta osakseen, myös tunnustuksia ja palkintoja.

Miettä/Juho Pitkänen

ka Kilkin kuoltua vaikeaan sairauteen. Tompon työ monilähteen inventoinnin edelleen kehittäjänä on hankkinut hänelle itselleen ja suomalaiselle VMI:lle kansainvälistä tunnustusta ja palkintoja.

### Panoraamasta lähikuvaan

Satelliittikuvien suuri etu maastomittauksiin verrattuna on, että niiden avulla on mahdollista koealaotannan sijasta kattaa joka niemi ja notkelma. Kun kuvien sisältämä informaatio oikaistaan eli sovitetaan topografisten karttojen koordinaatistoon, on mahdollista tuottaa luotettavaa tietoa aiempaa pienemmistä alueista. Satelliittikuvat otettiin käyttöön ensimmäisen kerran 1990 ja koko maa on katettu sen jälkeen kolme kertaa ja Etelä-Suomi neljä kertaa.

Yhdistämällä koealaotannan, satelliittikuvien, digitaalisten karttojen ja muiden numeeristen lähteiden monilähteen informaatio voidaan tuottaa digitaalisia teemakarttoja. Teemakartat sijoittavat metsätiedon kartoilla, jotka näyttävät myös pellot, vedet, tiet ja rakennukset. Metsätilojen rajat voidaan integroida teemakarttoihin muista lähteistä.

Satelliittikuvien ansiosta VMI-datas- ta pystytään laskemaan kuntatason tietoa. Metsätietoa tuotettiin aiemmin noin miljoonan hehtaarin kokoisille alueille. Kunta-tason tieto on olennaisesti pienipiirteisempää; kuntien pinta-alat ovat tyypillisesti 10 – 20 000 hehtaaria. Kun tieto metsätilojen rajoista integroidaan muuhun tietoon, tulokset voidaan

laskea metsätilan tarkkuudella, jolloin voidaan määrittää esimerkiksi, paljonko kuitupuuta on kunnan kunkin metsänomistajan metsässä. Eikä tarvitse lähettää maastotiimiä tekemään kalliita mittauksia.

Kun asiaa ajattelee, on ällistyttävää, että noin 700 kilometrin korkeudella kiertävä satelliitti pystyy tuottamaan noin hienojakoista tietoa. Professori Tomppo tähdentää, että satelliitti ei pysty moiseen yksinään, vaan vasta maastomittauksia, karttatietoa ja satelliittikuvia yhdistelemällä voidaan päästä pienipiirteisempään tietoon. Satelliittikuvien tulkitseminen on huipputiedettä. Haluttua tietoa ei voi lukea kuvista samaan tapaan kuin asioita voi lukea tavallisista valokuvista. Satelliittikuvat digitoidaan satelliitin talletaman erilaisen valon jakaumaksi. Kuvien tulkitseminen perustuu sille, että erilaiset valojakaumat korreloidaan erilaisiin metsäpiirteisiin, esimerkiksi puulajeihin tai puuston tiheyteen ja pituuteen.

Satelliittikuvan perusyksikkö, pikseli, on kooltaan 25 x 25 metriä, ja kaikki inventoinnissa käytetyt muuttujat – esimerkiksi runkotilavuus puulajeittain ja puuston iän mukaan – voidaan laskea jokaiselle pikselille. Pitää kuitenkin muistaa, että kyse on yhä tilastollisesti ennustamisesta. On kyllä mahdollista laskea noin kaksikymmentä erilaista metsämuuttujaa mille tahansa 25 x 25 metrin alalle Suomen metsissä, mutta Tomppo ei suosittelle isoja vetoja tu-

*Vasta maastomittauksia, karttatietoa ja satelliittikuvia yhdistelemällä voidaan päästä pienipiirteisempään tietoon.*

loksen puolesta. Virhemarginaali on yhä melko suuri tällä tasolla. Mutta kun mitataavaa suurennetaan hiukan, aletaan saada melko luotettavaa tietoa. Pienalueiden teemakartat tarjoavat huomattavan tarkkoja ja joustavia työkaluja erilaisiin metsäsuunnittelun ja metsänhoidon tarpeisiin.

Laserkeilaus on todennäköisesti seuraava VMI-kaukokartoitusmenetelmä. Se lupaa yhä tarkempaa pienpiirteistä tietoa.

### Elämää puunlatvojen katveessa

Metsäympäristöä ja metsän terveyttä koskevan tiedon kasvava kysyntä on lisännyt huomattavasti erilaisten maastomittauksien lukumäärää viimeisimpien inventointien aikana. Mitattavien ja arvioitavien muuttujien määrä on jo noin 150. Ilmastonmuutoksen liittyvät uudet mittaukset, kuten maaperän hiilen mittaaminen, lisäävät nekin muuttujien määrää. Kasvat metsät sitovat hiiltä ilmakehästä ja niillä on tärkeä rooli taistelussa kasvihuonekaasujen päästöjä vastaan. Suomen laajojen metsien hiilinielu vastasi noin kolmannesta muiden sektoreiden hiilidioksidipäästöistä vuonna 2004.

Metsänhoidon suunnittelussa ja toteutuksessa tarvittava tieto on suurelta osin latvapeiton alla kaukokartoituksen tavoittamattomissa. Esimerkiksi lahoppuun määrä on tärkeä ekologinen indikaattori, jota voidaan mitata vain maastossa. Sama koskee hyönteis- tai sienituhoja ja pienipiirteisten ekosysteemien ja muiden monimuotoisuusindikaattorien tunnistamista. Maastossa tehtävien otantamittauksien perusteella on mahdollista laskea esimerkiksi, että Kainuun metsissä on hehtaaria kohti 5,08 kuutiota läpimitaltaan yli 30-senttistä lahoppuuta (kun koko maan luku on 5,5 kuutiota). Maasto-otos ei riitä laskemaan luotettavia tuloksia tätä pienemmille eli alle 200 000 hehtaarin alueille.

### Elämäntyö

VMI on metsäpolitiikan ja metsäsuunnittelun vakiotyökalu useimmissa maissa, joissa metsänhoidolla ja metsäteollisuudella on merkittävä asema. Moni-

lähteinen VMI onkin herättänyt suurta kiinnostusta metsämaailmassa. Monet Euroopan maat ovat lähettäneet tutkijoita Suomeen opettelemaan Erkki Tompon työtovereineen kehittämiä matemaattisia työkaluja ja menetelmiä. Ruotsi oli ensimmäisten joukossa soveltamassa menetelmää omassa VMI-työssään.

– Harjoitus oli vaatimattomampi kuin meillä, mutta se toteutettiin hyvin korrektisti ja metodologinen velka tunnustettiin reilusti, Erkki Tomppo sanoo.

Tomppo on ollut haluttu vierailija eri puolilla maailmaa. Hän toteaa hymähtäen, että jopa USA:n Forest Service on hyväksynyt uuden lähestymistavan — poikkeuksena sikäläisestä taipumuksesta sivuuttaa ulkopuoliset innovaatiot nimikkeellä ”ei täällä keksittyä”. Itse asiassa Suomen VMI:n kantaisä Professori **Yrjö Ilvessalo** vei otosinventointi käsitteen Atlantin toiselle puolelle. Amerikkalaiset VMI-spesialistit kertovat yhä, miten Ilvessalo tapasi Yhdysvaltain silloisen presidentin Calvin Coolidgen ja selitti hänelle kuinka on mahdollista arvioida maan

metsävarat laskematta yksin puin koko maan metsiä. Presidentti kiinnostui kuulemastaan ja käynnisti omassa maassaan ensimmäisen Skandinaviassa kehitettyihin menetelmiin perustuvan VMI:n.

Erkki Tomppo on hankkinut 20-vuotisen uransa kuluessa maineen, että hänet on veistetty samasta puusta kuin edeltäjänsä, jotka eivät kutsu-  
mustehtävässään työtunteja laskeneet. Vino hymy antaa ymmärtää, että hän tiesi, mihin ryhtyi, ottaessaan haasteen vastaan. Meneillään olevan kymmenennen VMI:n myötä inventoinnin vetovastuu siirtyi tohtori **Kari T. Korhoselle**, ja Erkki Tomppo on voinut siitä alkaen keskittyä metodien ja analyysityökalujen kehittämiseen.

### Metsikkötasolle

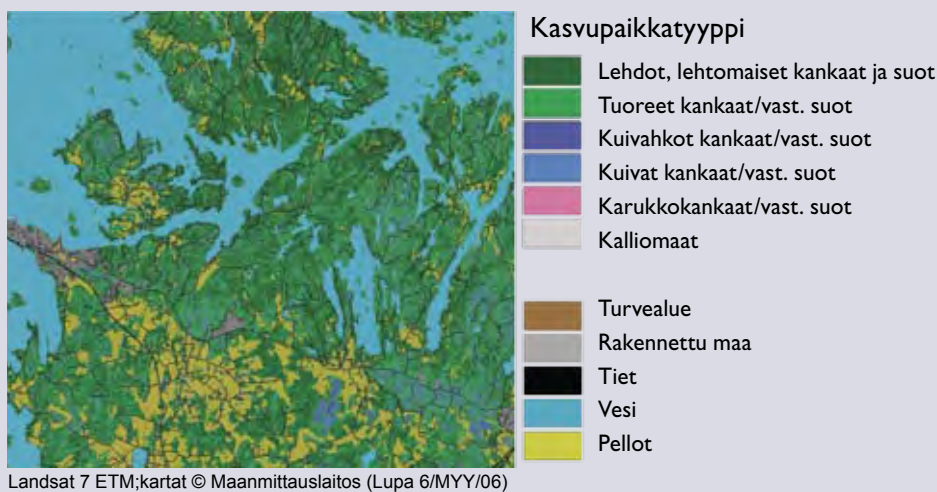
Monet metsä- ja ympäristöalan toimijat – metsänomistajat, puun käyttäjät, viranomaiset ja tieteenharjoittajat – tarvitsevat omiin tarkoituksiinsa monilähteisen inventoinnin tuottamaa tietoa metsävaroista. Tutkija **Sakari Tuomisen** tehtävä on tuoda tie-

toa heidän ulottuvilleen. Hän sanoo, että satelliittikuvat ovat VMI:n kannalta tärkein kaukokartoituslähde, kun taas ilmakuvat ovat keskeinen kaukokartoitusväline metsäsuunnittelussa. Tarvittava numeerinen tieto saadaan satelliittija ilmakuvista niin, että niiden sisältämä informaatio muunnetaan ensin digitaaliseen muotoon ja prosessoidaan sitten erikoismenetelmin. Kuvien informaatio tuodaan sitten ikään kuin maanpinnalle linkittämällä se tilastollisten työkalujen avulla maastomittausten tuottamaan informaatioon.

– Tulkinta perustuu otaksumaan, että jos metsät näyttävät samanlaisilta kuvassa, ne ovat kohtuullisen samanlaisia myös maastossa. Pelkästään katsomalla kuvaa ei ole millään mahdollista päätellä esimerkiksi puiden runkotilavuutta. Tarvitaan jonkinlaista maastomittaus-tietoa arvioitavasta alueesta.

Laserkeilaus voisi periaatteessa tuoda kaukokartoituksen yksittäisen puun tasolle, mutta tarkkapiirtoinen keilaus lentokoneesta kattaa kerralla pienen alueen ja kustannukset ovat korkeat. Pidemmällä aikavälillä tästä tekniikasta tulee todennäköisesti hyvin tärkeä metsänhoidon työväline.

Tuomisen mukaan metsikkö on metsäsuunnittelun perusyksikkö, olipa sitten kyse metsänhoidosta tai puunkorjuusta. Satelliittikuvia voidaan hyödyntää metsikkötason arvioinneissa, sillä 25 x 25 metrin pikseli sisältää useita puita ja metsikkö useita pikseleitä. Ongelmia aiheuttaa muun muassa se, että pikselit ovat nelikulmaisia, kun taas metsikkö on saanut muotonsa maaston raken- ▶▶



Nina Vainikainen ja Sakari Tuomisen tutkimassa satelliittikuvaa. Metsien inventoinnissa hyödynnetään maastomittausten ohella Landsat-satelliittikuvia. Yksi pikseli vastaa maastossa 25 metriä. Yksi pikseli on siis pienempi kuin keskimääräisen metsikön koko. Tällaisella tarkkuudella maaston todellinen vaihtelu voidaan erottaa.

Mettä/Erkki Oksanen





Valtakunnan metsien inventoinnin maastomittauksia tekee 22 kahden tai kolmen hengen ryhmää.

teen, metsäekosysteemin ja ihmisten toimien seurauksena.

Yksi Tuomisen väitöskirjan lähtökohdista on kustannusten hallitseminen. Metsäsuunnittelu on perinteisesti perustunut maastokartoitukseen. Jos metsikkötason muuttujia voidaan arvioida vähemmällä maastotyöllä hyödyntämällä kaukokartoitusta ja muita lähteitä, kustannukset eivät pääse ryöstäytymään käsistä. Tuominen korostaa, että maastosuunnittelijoiden ammattitaito on arvokasta myös jatkossa. Mittausten lisäksi he keräävät runsaasti tietoa silmävaraisesti. Tällainen tieto auttaa tuomaan kaukokartoitustiedon niin sanoaksemme maanpinnalle.

Kaukokartoituksesta on rajallisesti hyötyä ekologisten muuttujien arvioimisessa, ja se pystyy antamaan niistä vain tilastollista tietoa.

– Periaatteessa jokainen koeala edustaa tiettyntyyppistä metsää. Yhden koealan inventoinnin perusteella voidaan sanoa kohtuullisen varmasti, että tietty prosentti Suomen metsistä on koealan kaltaista muurahaispesien määrää myöten.

Tutkijoille monilähteinen VMI merkitsee pääasiassa kirjoituspöytätyötä. Sakari Tuomisen työn keskipisteessä ovat kaukokartoituskuvat, kartat ja VMI-data. Kun hän lähti opiskelemaan metsätiedettä, mielessä väikköi tervehkinen ulkoilmatyö. Hän ei ole hirven pahoillaan, että elämä meni toisin.

– Olen ollut kokopäiväisessä maastotyössä ja tiedän, että se on pitkän päälle raskasta työtä. Ruusuiset kuvat tervehkisestä ulkoilmaelämästä eivät aina vastaa todellisuutta.

Metsän poika tahdon olla, moni voi ajatella, mutta puiden siimeksessä viihtyvät myös sellaiset vähemmän rakas-

tettavat ötökät kuin hirvikärpänen (*Lipoptena cervi*), jonka mielipuuhaa on hiuksiin ja päänahkaan pureutuminen.

### Maastoharjoitus

Suomen VMI perustuu systemaattiseen koealaotantaan. Mittaukset tehdään ryppäinä sijaitsevilla maastokoealoilla. Koealat ovat halkaisijaltaan maksimissaan 12,5 metriä, ja koealaryppäistä muodostuva säännöllinen verkko kattaa koko Suomen. Tietty osa satunnaisotannalla valituista koealoista lankeaa metsämaan ulkopuolelle. VMI9:ssä (1996–2003) kaikkiaan 81 000 koealasta 67 000 oli metsätalousmaalla.

Kari T. Korhonen johtaa VMI10:tä, joka käynnistyi vuonna 2004. Hänen mukaansa otantajärjestelmä perustuu siihen, että maastotiimi pystyy mittaamaan koealaryppään koealat yhdessä päivässä. Suomen oloissa maastotyö on mahdollista vain kesäkuukausina, kun metsätiet ja -urat ovat kulukelpoisia. Maastotyökausi käynnistyy toukokuussa tiimien koulutuksella. Suomen VMI toteutetaan hyvin kapeilla resursseilla, ja suurin osa maastomittajista on määräaikaisessa työsuhteessa. Työtä tekee 22 kahden tai kolmen hengen tiimiä. Tiimien johtajat ovat metsäammattilaisia.

– Jos pitää liikkuvasta elämästä ja metsissä samoilemisesta, tässä on terveellinen kesätyö, jossa pysyy takuulla hyvässä kunnossa, Korhonen sanoo.

Satelliittipaikannus on helpottanut sen varmistamista, että mittaukset tehdään täsmälleen siinä paikassa, missä ne pitäisi otantajärjestelmän mukaan tehdä. Jokaiselta koealalta valitaan joka seitsemäs yli 1,3 metrin korkuinen puu otospuuksi. Otospuiden korkeus ja läpimitta mitataan.

Otospuiden puulaji kirjataan, samoin koealan hallitseva puulaji sekä suuri joukko mitattuja tai arvioituja metsän ja metsäympäristön piirteitä kuten pystyssä olevan tai kaatuneen lahopuun tilavuus sekä metsälain määrittelemien avainbiotooppien esiintyminen.

Tiedot tallennetaan kenttätietokoneeseen ja lähetetään langatonta yhteyttä pitkin keskustietokoneelle aina päivän päätteeksi. Mittausten ja arvioiden perusteella VMI tuottaa monitahoisen kuvan ei vain puuntuotannosta vaan myös Suomen metsien terveydentilasta ja biologisesta monimuotoisuudesta.

Ajantasaisen informaation kasvaneen kysynnän vuoksi VMII0n kuluessa maastotiimit kattavat koko maan kertaalleen kunkin viiden maastomittausvuoden kuluessa. Kari Korhosen mukaan tämä on suurempi logistinen haaste kuin aiempi menetelmä, jonka mukaisesti maa katettiin kertaalleen 8-10 vuoden inventointijakson kuluessa etenemällä etelästä pohjoiseen.

### Milloin metsä on metsä

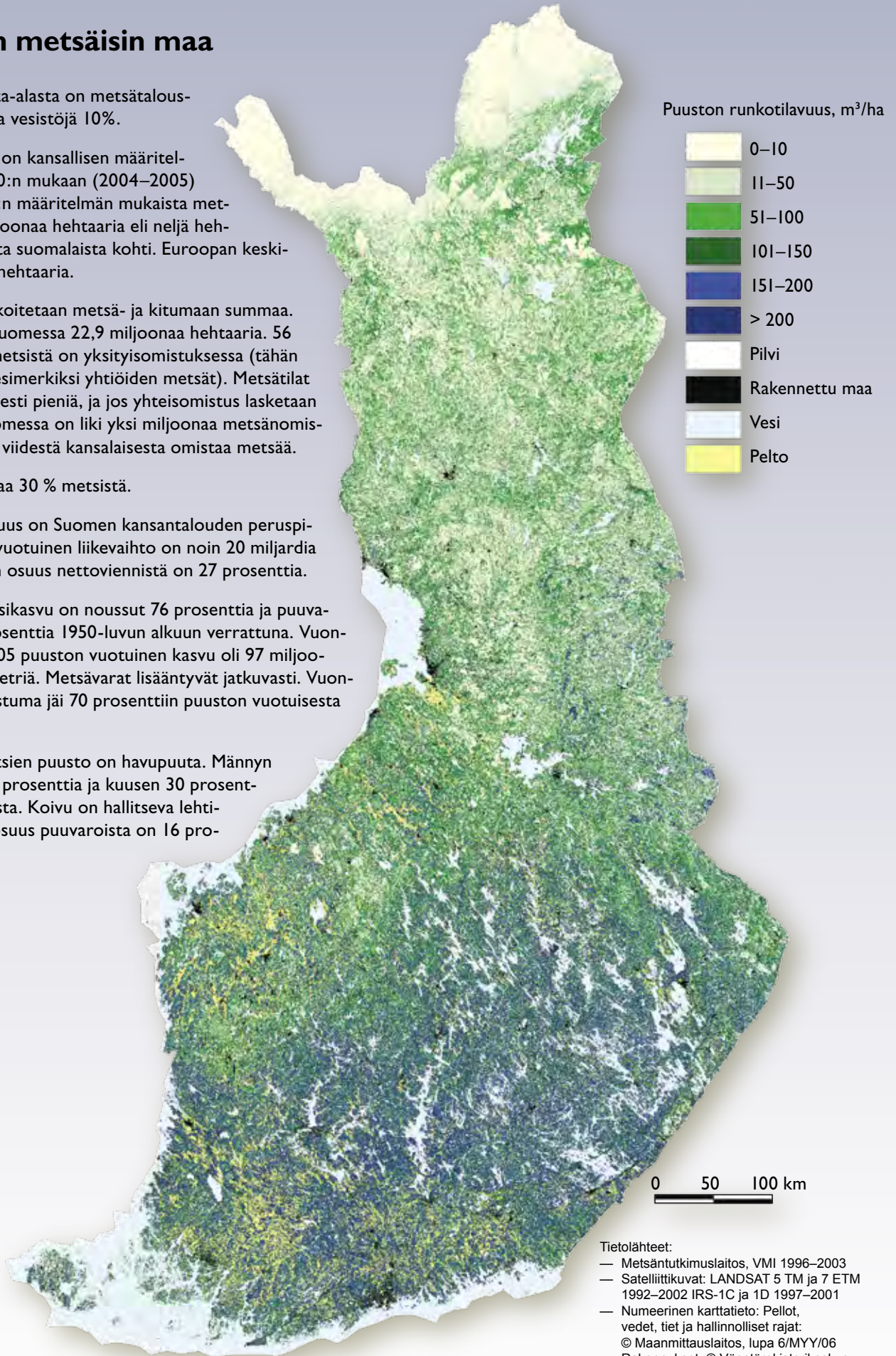
Suomessa ja muissa Pohjoismaissa metsä määritellään tuottokyvyn eli runkotilavuuden potentiaalisen kasvun perusteella. Alue määritellään metsäksi, jos keskimääräinen vuotuinen runkotilavuuskasvu on vähintään yksi kuutiometri hehtaaria kohti kiertoajan yli laskeutena. FAO:n määritelmän mukaan maalaikku on metsämaata, jos ”koko on vähintään 0,5 hehtaaria, puusto kypsyyvaiheessa saavuttaa vähintään viiden metrin pituuden ja puuston latvuspeitto kypsyyvaiheessa on vähintään 10 prosenttia *in situ*”.

Erkki Tompon johtaman COST-projektin avainkysymys on VMI-raportoinnin harmonisoiminen Euroopassa. Ympäristöasioiden painoarvon kasvassa yhteisten käsitteiden mittaustekniikoiden tärkeys korostuu entisestään. Hiilinieluinä metsillä on tärkeä rooli kasvihuonekaasujen päästöihin ja ilmastomuutokseen liittyvässä raportoinnissa. On ensiarvoisen tärkeää, että kaikki raportoijat käyttävät samoja määritelmiä, mittauksia ja analyysimenetelmiä. ■

Artikkeli julkaistu aikaisemmin englanninkielisenä 60° north -lehdessä, <http://60north.asiakaslehti.fi/>

## Euroopan metsäisin maa

- Suomen pinta-alasta on metsätalousmaata 78% ja vesistöjä 10%.
- Metsämaata on kansallisen määritelmän eli VMIO:n mukaan (2004–2005) 20,2 ja FAO:n määritelmän mukaista metsää 22,5 miljoonaa hehtaaria eli neljä hehtaaria jokaista suomalaista kohti. Euroopan keskiarvo on 1,3 hehtaaria.
- Metsällä tarkoitetaan metsä- ja kitumaan summaa. Metsää on Suomessa 22,9 miljoonaa hehtaaria. 56 prosenttia metsistä on yksityisomistuksessa (tähän eivät kuulu esimerkiksi yhtiöiden metsät). Metsätilat ovat tyypillisesti pieniä, ja jos yhteisomistus lasketaan mukaan, Suomessa on liki yksi miljoonaa metsänomistajaa eli yksi viidestä kansalaisesta omistaa metsää.
- Valtio omistaa 30 % metsistä.
- Metsäteollisuus on Suomen kansantalouden peruspilareita. Sen vuotuinen liikevaihto on noin 20 miljardia euroa, ja sen osuus nettoviennistä on 27 prosenttia.
- Metsien vuosikasvu on noussut 76 prosenttia ja puuvärinto 41 prosenttia 1950-luvun alkuun verrattuna. Vuonna 2004–2005 puuston vuotuinen kasvu oli 97 miljoonaa kuutiometriä. Metsävarat lisääntyvät jatkuvasti. Vuonna 2005 poistuma jäi 70 prosenttiin puuston vuotuisesta kasvusta.
- Suomen metsien puusto on havupuuta. Männyn osuus on 50 prosenttia ja kuusen 30 prosenttia puuvaroista. Koivu on hallitseva lehtipuu, ja sen osuus puuvaroista on 16 prosenttia.





## Havutukkien hinnannousu jatkui

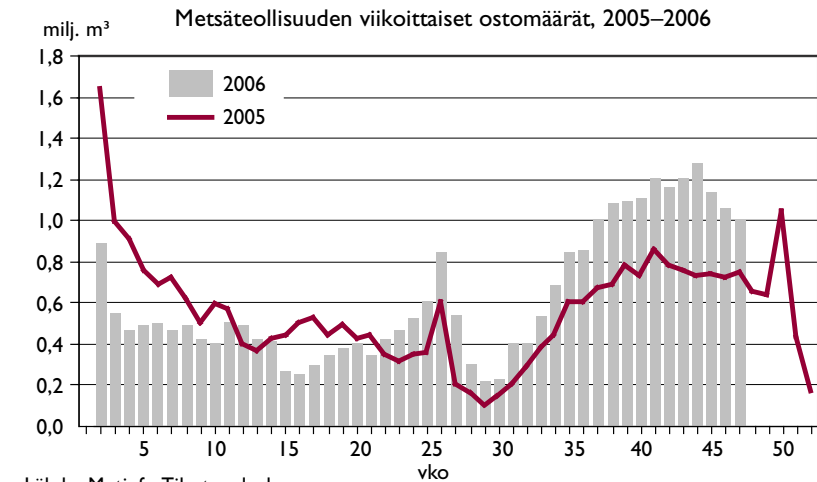
Syksyn puukaupassa on pysynyt yllä hyvä vire. Hintojen nousu on lisännyt puun tarjontaa, ja metsäteollisuuden puunostot yksityismetsistä syyskuun puolesta-välistä marraskuun lopulle karttuivat tassaisti 1,0–1,3 miljoonaa kuutiometriä viikossa. Marraskuussa puunostot kohosivat ennakoarvion mukaan 5,4 miljoonaa kuutiometriin, 50 prosenttia korkeammiksi kuin vuosi sitten marraskuussa. Tammi–marraskuun ostokertymä yksityismetsistä – 30,4 miljoonaa kuutiometriä – ylitti viime vuoden vastaavan kertymän silti vain 13 prosentilla vuoden alkukuukausien vähäisten ostomäärien takia.

Vuoden vaihteessa alkanut puun hintojen nousu jatkui marraskuussa. Eniten kallistuivat havutukkien hinnat, joita sahatavaran hyvä kysyntä ja kohonnut vientihinnat ovat pitäneet vahvassa nousussa. Sekä mänty- että kuusitukin koko maan keskikantohinta nousi kaksi prosenttia lokakuusta. Mäntytukin keskikantohinta oli marraskuussa kohonnut jo 18 prosenttia (8,0 €/m<sup>3</sup>) korkeammaksi kuin vuosi sitten. Kuusitukista maksettiin 13 prosenttia (6,3 €/m<sup>3</sup>) parempaa hintaa kuin vuotta aiemmin. Kuusitukin hinta on kuluvana vuonna rikkonut kuukausittain entisiä ennätyksiään ja on niin nimellisesti kuin reaalisesti mitattuna historiallisen korkealla. Koivutukin hinta nousi vuoden aikana kuusi prosenttia.

Paperi- ja kartonkiteollisuuden tuotanto on ollut tammi–syyskuussa ennätyskorkealla tasolla ja sen myötä myös kuitupuulla on riittänyt kysyntää. Kaikkien kuitupuutavaralajien kantohinnat nousivat keskimäärin kahdella prosentilla lokakuusta. Kuitupuusta maksettiin marraskuussa 9–12 prosenttia parempaa hintaa kuin vuosi sitten. Kuitupuun hinnan kohentumista on puun myyjien piirissä toivottukin jo jonkin aikaa.

### Hiljaisen alkuvuoden jälkeen vilkas puukauppasyksy

Kuluvan syksyn puukauppa on ollut erittäin vilkasta viime vuoteen verrattuna. Viime vuonna puukauppa kävi kuitenkin poikkeuksellisen laimeasti met-



Lähde: Metinfo Tilastopalvelu

säteollisuuden työtaistelujen sekä toisaalta metsäverotuksen siirtymäkauden päättymisen vuoksi, kun myyntituloverotuksessa olleet metsänomistajat odottelivat siirtymäajan päättymistä ja pinta-alaverotuksessa vielä olleet olivat veroleimikkonsa jo myyneet. Kaikkiaan teollisuuden ostomäärien voidaan katsoa palanneen jokseenkin normaalille tasolle alkuvuoden ja edellisen syksyn nihkeästi sujuneen puukaupan jälkeen. Marraskuussa ostomäärä oli korkeampi kuin viiteen vuoteen, mutta koko vuoden ostokertymä on edelleen kaksi prosenttia jäljessä viiden viime vuoden keskiarvosta.

Teollisuuden puunkäyttö kasvaa merkittävästi viime vuodesta ja puun hintojen nousun myötä edellytykset puukaupan jatkumiselle vilkkaana ovat hyvät. Hieman tavallista suuremmilla joulukuun ostomäärillä päätyisi koko vuoden puukauppa noin 33 miljoonaan kuutiometriin, mikä on suurin piirtein saman verran kuin viitenä viime vuonna keskimäärin.

Tammi-lokakuun hakkuut olivat yhteensä 41,5 miljoonaa kuutiometriä, mikä on prosentin verran vähemmän kuin vuotta aikaisemmin. Tukkipuun hakkuut (19,0 milj. m<sup>3</sup>) pysyivät viimevuotisella tasolla, kun kuitupuun hakkuissa (22,4 milj. m<sup>3</sup>) vähennys oli kaksi prosenttia. Kun tukkipuun varastot puolittuivat alkuvuonna, ovat puuteollisuuden viimevuotisesta hieman lisääntyneen puun-

käytön lähteet helposti nähtävissä. Varastojen pienenemiseen vaikutti myös edellisvuotta pienempi sahapuun tuonti ulkomailta.

Puumassojen tuotanto kasvoi tammi-syyskuussa lähes neljänneksen edellisvuodesta. Koska kuitupuun hakkuut pikemminkin ovat viimevuotista vähäisemmät eikä kuidun tuontikaan, hake mukaan luettuna, juuri ole lisääntynyt, hakatun kuitupuun varastot ovat pienentyneet toisella vuosipuoliskolla.

Kuluvana vuonna teollisuuspuun kotimaiset hakkuut nousevat lähelle viimevuotista 53 miljoonan kuutiometrin tasoa. Teollisuuden puuhuollossa tuontipuun merkitys säilyy suurena. Tuonin ennakoidaan saavuttavan lähes viimevuotisen ennätystason, 21 miljoonaa kuutiometriä. ■

Koko maan keskimääräiset kantohinnat marraskuussa 2006 (30.10–26.11.2006)

	Euroa/m <sup>3</sup>	Muutos, %	
		1 kk	12 kk
Mäntytukki	51,7	2 %	18 %
Kuusitukki	53,0	2 %	13 %
Koivutukki	44,2	0 %	6 %
Mäntykuitupuun	14,0	2 %	12 %
Kuusikuitupuun	22,6	2 %	9 %
Koivukuitupuun	13,4	2 %	11 %

Lähde: Metinfo Tilastopalvelu  
Lisätietoja: [www.metla.fi/metinfo/tilasto/](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/)



# Kolumni

## Betonin suojele

Suomalainen heimo on aina viihtynyt kylmässä Pohjolassa. Leveämmän leivän toivossa merten taa muuttaneet siirtolaiset eivät suunnanneet nykyeläkeläisten suosimaan Floridaan, vaan rakensivat talviasuttavat saunansa Pohjois-Amerikan suurten järvien alueelle. Ensimmäisen talven jälkeen he veivät itselleen tiiviit ja lämpimät hirsitalot ja opettivat rakennustaidon vierasmaalaisille naapureilleen.

Myös Suomessa talot ja kirkot tehtiin kristinuskon ensi vuosisatoja lukuun ottamatta puusta. Puulla ankarasti lämmitettävät kirkot pak-

*Vuosikymmeniä kestänyt betonin ja öljyn valtakausi on menossa ohi. Uuteen bioaikaan siirtyvät suomalaiset käyttävät nykyisin puuta lähes kymmenkertaisesti verrattuna Keski-Euroopan eläjiin.*

kasivat valitettavan usein palamaan tulipalopakka-silla. Sahajauhoeristeiset lautatalot tulivat muotiin sotien jälkeen ja niitä alettiin kutsua rintamamies-taloiksi. Talot olivat heikkojen eristeiden ansios-ta väliin kylmiä, mutta onneksi polttopuuta löytyi metsistä yllin kyllin.

Puun käyttö rakentamiseen ja lämmitykseen alkoi hiipua 1960-luvulla. Yleisen vaurastumisen merkinä onnellisen perheen haaveeksi muodostui tiilitalo, jota lämmitettiin kätevästi öljyllä. Kirkonkyltiin ja kaupunkeihin muuttavalle väelle rakennettiin betonisia kerrostaloja tehdaste-koisista elementeistä. Onneksi puulle löytyi korvaavaa käyttöä. Puu-pulassa pinnistelevä teollisuus sahasi puuta vientiin ja opetteli keittä-mään koivusellua.

”Edistyksen” vuosikymmen koitui monen vanhan puurakennuksen kohtaloksi. Nuoruuteni kotikunnassa Hirvensalmella Kissakosken pa-peritehtaan henkilökunnan punaiset hirsiasumukset ja navetta myytiin purettaviksi ja pois siirrettäviksi eniten tarjoaville. Olin itse viimeiste-lemässä tuhotyötä istuttamalla alueen peltoja räkämänniköiksi. Kymin Oy:n omistaman paperiteh-taan ruukkimiljööstä ovat nykyisin jäljellä vain voimalaitos, tehdasrakennus ja haikeat muistot.

Betonisissa kerrostaloissa asuminen ja öljylämmitys eivät ole yrityksistä huolimatta istuneet suo-malaiseen maisemaan ja mielenlaatuun. Nyt näyttää siltä, että vuosikymmeniä kestänyt betonin ja öljyn valtakausi on menossa ohi. Uuteen bioaikaan siirtyvät suomalaiset käyttävät nykyisin puuta lä-hes kymmenkertaisesti verrattuna Keski-Euroopan eläjiin. Liimapuu, puun lämpökäsittely ja lamel-lihirsi ovat esimerkkejä tuotekehittelystä, jolla puurakennuksista tehdään entistä lujempia, lämpi-mämpiä ja pitkäikäisempiä. Muuttuneet rakennusmääräykset mahdollistavat myös puisten kerrosta-lojen rakentamisen. Raaka-ainetta tutkitaan kuumeisesti myös metsässä tavoitteena oppia ymmär-tämään aiempaa paremmin kasvuolosuhteiden ja metsänhoidon vaikutukset puun lujuuteen ja tekni-seen laatuun.

Puun mekaaninen käsittely, rakennusten eristäminen ja ilmanvaihto, paloturvallisuus, melun tor-junta ja kosteudelle alttiiden komponenttien lahonkestävyys ovat asioita, jotka sata vuotta sitten eläneet esi-isämme osasivat. Vuosikymmeniä kestäneen betoni- ja eristemuovikauden kokemuk-set terveellisestä asumisesta ovat olleet osin kehoja. Lähimenneisyyden virheitä ei ole syytä siirtää uutta tuloaan tekevään puurakentamiseen.

Kotikaupunkini Järvenpään joulukuussa 1968 vihitty kirkko edustaa esitteen mukaan ”arkkitech-tuurin modernismin klassisesti painottunutta betonibrutalistista suuntaa, johon kuuluvat raakabe-tonipinnat ilman silottavaa pintakäsittelyä”. Bunkkerimainen, mutta sisältä puunkäytön ansiosta viihtyisä rakennus on vast-ikään valittu Museoviraston suojelukohteeksi. Samaa statusta on esitetty myös Helsingin rautatieaseman kupeeseen rakennetulle ”makkaratalolle”. Jos kaik-ki vanha ja vähenevä on arvokasta, on meillä pian ai-hetta siirtää suojelun painopistettä alati runsastuvista metsistä ja puutaloista vanhoihin, rapautuviin beto-nirakennuksiin.

Kari Mielikäinen  
Professori



Metla/Erkki Oksanen




# Metsiä häviää 200 km<sup>2</sup> MAAILMAN

Ari Turunen

Lähes sata asiantuntijaa ympäri maailmaa ovat viikon eristyksissä suomalaisen ammattikorkeakoulun tiloissa. Töitä pauskotaan aamuvarhaisesta iltamyöhään. Tavoitteena on löytää yhteiset käytännöt maailman metsävarojen arviointiin.

**M**aailman maatalousjärjestö FAO ja YK:n Euroopan talouskomissio UN-ECE ovat järjestäneet Metlan avustuksella Kotkassa jo viisi maailman metsävarojen arviointiin liittyvää asiantuntijakokousta, joissa on sovittu yhteiset pelisäännöt tuleville arviointiohjelmille. Viimeisin kokous järjestettiin kesäkuussa. FAO:n asiantuntija **Mette Løyche Wilkien** mukaan Kotkan kokouksissa asiantuntijat ovat pystyneet sopimaan, mitä maailman metsävaroista pitää poliittisille päättäjille informoida.

– Joka päivä kuulemme juttuja metsien tuhoamisesta ja tuhoamisen kielteisistä vaikutuksista biodiversiteettiin ja maailman ilmastoon. Tällaisten kokousten päämääränä on tuottaa tietoa, joita poliittiset päätöksentekijät tarvit-



*Metsiä häviää vuodessa  
lähes Tsekin pinta-alan verran*

päivässä

# METSÄVARAT ARVIOITIIN KOTKASSA

sevat metsiin liittyvissä kysymyksissä. Kotkassa järjestetyt säännölliset tekniset kokoukset, joihin osallistuu asiantuntijoita monesta maasta ja organisaatiosta keskittyen yhteen asiaan moneksi päiväksi, ovat hyvin ainutlaatuisia.

Jäsenmäärältään suurin YK:n erityisjärjestö FAO kokoaa tietoa maa-, metsä- ja kalataloudesta ja tekee neuvonta- ja kehitystyötä eri puolilla maailmaa. Afrikassa ja Aasiassa työskennellyt Mette Løyche Wilkie on ollut FAO:n päämajassa Roomassa vuodesta 1998 lähtien. Wilkie haluaa edistää metsien suojelua ja niiden kestävää käyttöä. Yhtenä keinona ovat paremmat inventointimenetelmät.

– Eri maiden raportit perustuvat kansallisiin metsien inventointeihin. Edellisessä kokouksessa teimme trooppisille maille yhteisen kaukokartoitusanalyysin, jolla voitaisiin selvittää metsien häviämisen nopeutta sekä tarkastella asiaa alueellisella tasolla.

## Metsävarat lisääntyvät Euroopassa ja vähenevät Etelä-Amerikassa ja Afrikassa

FAO:n metsien inventointiohjelmat (FRA) ovat tuottaneet paljon tuloksia. Edellisen kokouksen pohjalta saatiin aikaan selvitys muun muassa maailman metsäpinta-alan, puuvarojen, metsien

hiilivarannon, metsätuhojen ja metsien luonnontilaisuuden tilanteesta vuosina 1990–2005. Arvioinnin mukaan metsäpinta-ala on kasvanut Euroopassa ja osassa Aasiaa. Pohjois- ja Keski-Amerikassa tilanne on pysynyt ennallaan. Aasiassa metsävaroja kasvattivat vuosien 2000–2005 laajat metsitykset Kiinassa. Sen sijaan Etelä-Amerikassa ja Afrikassa metsäpinta-ala on vähentynyt. Maapallon metsäpinta-ala oli vuonna 2005 hieman alle neljä miljardia hehtaaria, mikä on kolmannes maatalasta. Metsiä häviää 13 miljoonaa hehtaaria vuodessa, pääosa on maatalousmaata. Tämä kehitys on jatkunut varsinkin Brasiliassa ja Indonesiassa.

Samaan aikaan metsänistutus ja metsien luonnollinen kasvu ovat hidastaneet metsien häviämistä. Kun ajanjaksona 1990–2000 nettohävikki oli 8,9 miljoonaa hehtaaria, vuosina 2000–2005 nettohävikki oli istutusten seurauksena pienentynyt 7,3 miljoonaan hehtaariin. Tämä kuitenkin vastaa pinta-alaltaan Tsekin tasavallan tai Panaman kokoista valtiota.

– FAO:n metsäosaston tavoitteena on tukea kestävä metsänhoidon

edellytyksiä kaikkialla maailmassa. Tämä tarkoittaa niin metsien suojelua kuin metsien kestävä käyttöä. Pyrimme onnistumaan tässä laittamalla tietoa saataville ja järjestämällä kansainvälisiä kokouksia. FRA 2005 -ohjelmassa huomasimme jo hyviä merkkejä kestävästä kehityksestä. Viimeisten 15 vuoden aikana suojelualueiden määrä on lisääntynyt 96 miljoonaa hehtaaria. Kielteisiä trendejäkin on. Metsien vähenevän vauhti on edelleenkin hälyttävän korkea. Kokonaiskuva on hyvin kirjava, Wilkie toteaa.

## Satelliittikuviin perustuva inventointi ei yksin riitä

Kaukokartoitus yhdistettynä metsien inventointiin maastossa olisi yksi tehokkaimpia keinoja metsävarojen globaaliin seurantaan. Mutta se, mikä toimii Suomessa ja muissa Pohjoismaissa, ei välttämättä onnistu tropiikissa.

– Molemmilla menetelmillä on etunsa ja haittansa. Maastomitaukset tuottavat monipuolisempaa tietoa

kuin satelliittikuviin perustuva metsien kartoitus, mutta ovat jälkimmäiseen verrattuna kalliita ja aikaa vieviä. Satelliittikartoitus on hyödyllinen laajoilla alueilla. Se sopii erityisesti metsien ►►

*Maapallon metsäpinta-ala oli vuonna 2005 hieman alle neljä miljardia hehtaaria, mikä on kolmannes maatalasta. Metsänistutus ja metsien luonnollinen kasvu ovat hidastaneet metsien häviämistä.*





*Vaikka suojelualueiden ja istutusmetsien määrä on lisääntynyt viimeisen 15 vuoden aikana on FAO:n metsäasiantuntijan Mette Løyche Wilkien mielestä maailman metsien vähenemisen vauhti edelleenkin hälyttävän korkea.*

maantieteellisen levinneisyyden kartoittamiseen ja metsäalan muutosten ja pirstoutumisen tarkasteluun. Satelliittikuvien lisäksi tarvitaan kuitenkin otantoja maastomittauksilla olennaisen informaation varmistamiseksi.

Wilkien mielestä pelkästään satelliittikuviin perustuva seuranta ei ole riittävä. Pienin luonnonvarasatelliitin erottama yksikkö on keskimäärin 25 x 25 metriä, jolloin yksi kuvaalkio eli pikseli vastaa 625 neliömetriä. Tämän takia satelliiteilla on vaikea erottaa sellaisia metsiköitä, joiden latvuspeitto on pieni. Sademetsissä ja tiheissä istutusmetsissä latvuspeitto voi olla sata prosenttia. Kun latvuston peittämä alue maan pinnasta on alle 10 prosenttia, satelliittikartoitus tulee haasteelliseksi. Näin harvan latvuston heijastaman säteilyn ero puuttomaan maahan on liian pieni satelliittien erotuskyvylle. Siksi molempien inventointimenetelmien käyttö yhdessä on paras vaihtoehto.

Esimerkiksi Metlan tekemissä inventoinneissa käytetään systemaattista ryväotantaa, jolloin maastokoealoista koostuvat rypäät muodostavat säännöllisen verkon koko Suomesta. Tämä tieto yhdistetään satelliittikuviin perustuvaan monilähdeinventointiin. Kun maastomittauksiin yhdistetään satelliittikuvatietoa ja muuta numeerista karttatietoa, tuloksia voidaan laskea entistä pienemmille alueille, kuten kunnille tai muille pienalueille.

Wilkien mielestä pohjoismainen satelliittivusteinen metsien inventointimenetelmä on hyödyllinen, koska se mahdollistaa metsien peiton

tarkastelun erilaisilla kynnyсарvoilla. Yksi tällainen on puuston korkeus. Menetelmän soveltamista hankaloittaa, että se on laadittu lähinnä Pohjoismaiden olosuhteita varten.

– Informaatiotarpeet ovat erilaisia esimerkiksi trooppisissa maissa, jossa lajien lukumäärä on paljon suurempi ja joissa luokittelua eri ikäryhmiin ei tarvita. Yleisesti ottaen pohjoismaiden inventointimalli on liian yksityiskohtainen ja kallis trooppisiin maihin. FAO on siksi kehittänyt yksinkertaisen ja systemaattisen otannan, jolla kehitysmaat pystyvät osallistumaan metsävarojen arviointiin suhteellisen alhaisilla kustannuksilla.

Tämä on ensimmäinen askel oikeaan suuntaan ja toivottavasti se johtaa pysyvien koealojen käyttöön metsien inventoinnissa.

Kotka V -kokoukseen osallistui asiantuntijoita yli 60 eri valtiosta, kaukaisimmat Papua Uusi-Guineasta, Fidzi-saarilta ja Chilestä. Lisäksi mukana oli kansainvälisten järjestöjen edustajia, Trooppisten metsien organisaation, kansainvälisen Biodiversiteettisopimuksen ja kansainvälisen metsäntutkijoiden liiton IUFRO:n edustajia.

– Olemme kiitollisia Suomen hallitukselle ja Metlalle siitä, että kokoukset on pystytty järjestämään hyvin, puhumattakaan taloudellisesta tuesta, jolla on mahdollistettu monien asiantuntijoiden osallistuminen kehitysmaista, Wilkie kiittelee. ■

Lisätietoja:

Global Forest Resources, Assessment 2005, [www.fao.org/forestry/site/global-fra/en](http://www.fao.org/forestry/site/global-fra/en)

*Metla ja FAO ovat järjestäneet Kotkassa jo viisi maailman metsävarojen arviointikokousta. Ensimmäinen pidettiin vuonna 1987. Ulkoministeriö rahoittaa kehitysmaista saapuvien asiantuntijoiden matkat ja osallistumisen ja Maa- ja metsätalousministeriö muut kokouskulut ja siirtymätalouksien osallistujien matkat.*

## Inventointiosaaminen on hyvä kehitysavun muoto

FAO kokoaa tietoa maa-, metsä- ja kalataloudesta sekä ravitsemuksesta ja tekee neuvonta- ja kehitystyötä eri puolilla maailmaa. FAO:n tehtäviä ovat maailman metsävarojen ja metsien tilan seuranta sekä tieteellisesti pätevien metodien käytön edistäminen metsäinventoinneissa, kansallisten metsäohjelmien edistäminen ja YK:n metsäfoorumien työn tukeminen.

FAO:n metsäosaston johtajan **Jan Heinon** mielestä suomalaisten osallistuminen inventointimenetelmissä on syvällistä.

– Ei ole sattumaa, että Suomessa on järjestetty jo viisi kertaa maailman metsävarojen inventointeja käsittelevä kokous.

Tälle osaamiselle on kysyntää myös vientituotteena, lähinnä konsultoinnin kautta.

– Suomen panostus kehitysavussa voisi muun muassa kansallisten metsäohjelmien tukemisen lisäksi olla pitkäjänteinen inventointimenetelmiin ja niiden käyttöön liittyvä nykyistä laajempi tuki ja neuvonta, Heino ehdottaa.

– Ilman inventointitietoja metsiä ei voi käyttää kestävästi.

FAO perustettiin vuonna 1945 ja se on jäsenmäärältään suurin YK:n erityisjärjestö. Jäseninä on 189 valtiota. FAO:n metsäosastossa työskentelee runsaat 120 henkeä, minkä lisäksi verkostoon kuuluvat eri maanosissa toimivat toimistot ja kehityshankkeet omine metsäasiantuntijoineen. FAO on koonnut ja analysoinut jäsenvaltioidensa toiveesta kansallisten inventointien tuottamia metsävara-arvioita jo vuodesta 1946. Vuotta 2005 edeltävä arvio on vuodelta 2001 ja vastaa vuoden 2000 tilannetta.

Metla/Erkki Oksanen

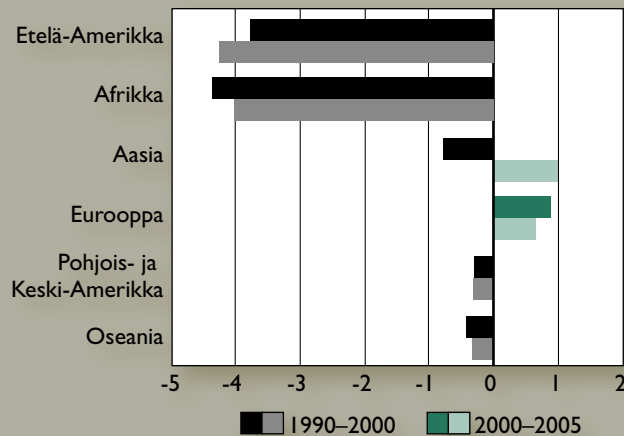


## Maailman metsät



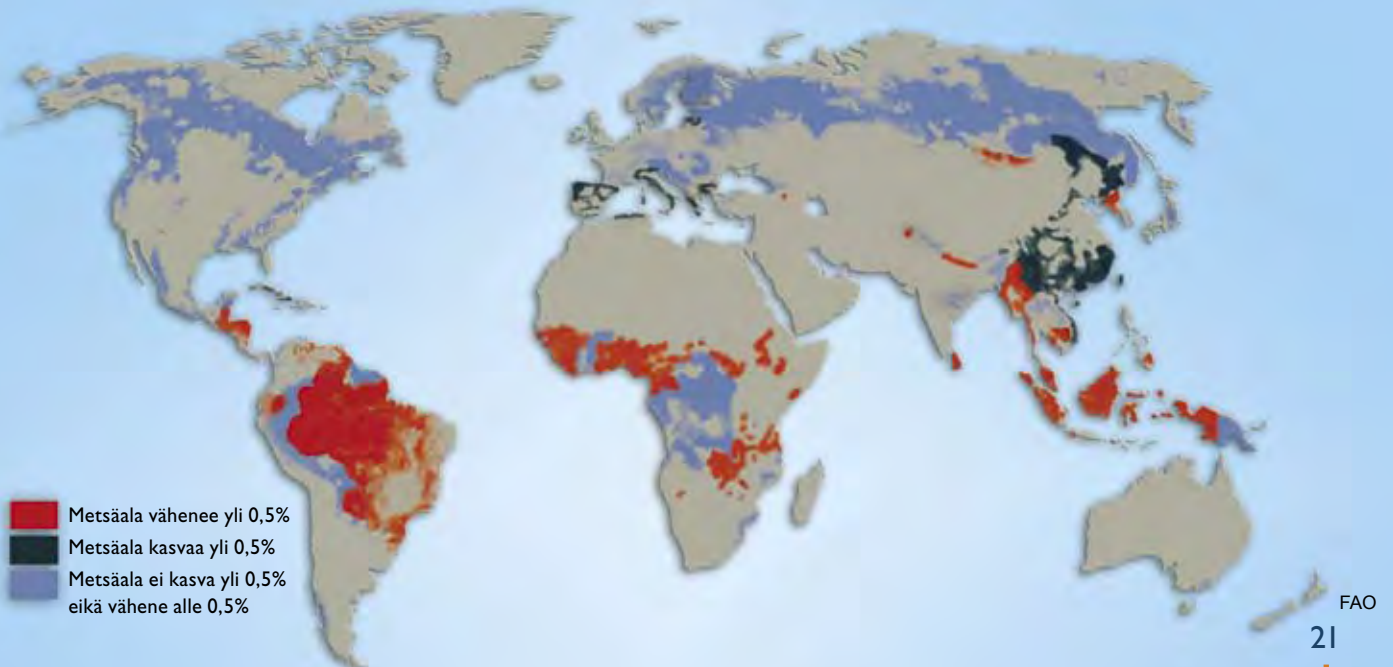
### Vuotuinen metsäalan nettohävikki alueittain (miljoona hehtaaria/vuosi)

*Kaakkois-Aasiassa ja Etelä-Amerikassa metsäala vähenee yli 0,5 % vuodessa. Euroopassa ja Kiinassa metsäala on puolestaan lisääntynyt. Kiinassa lisääntyminen on pääasiassa metsien istutuksen ansiosta.*



*Yksi Tsekin tasavalta vuodessa. Vuosina 2000–2005 maailman metsien nettohävikki oli istutusten seurauksena pienentynyt 7,3 miljoonaan hehtaariin. Tämä kuitenkin vastaa pinta-alaltaan Tsekin tasavallan tai Panaman kokoista valtiota.*

### Suurimmat muutokset metsäalassa vuosina 2000–2005





# JUURISTOTUTKIMUKSELLA tietoa puiden kasvuekologiasta

Aimo Jokela

*Puiden juuristoa on tutkittu vähän verrattuna siihen mikä merkitys juurilla on puiden kasvulle. Metlan ja Helsingin yliopiston yhteistutkimuksessa selvitetään juuriston perusarkkitehtuuria, puiden maanpäällisiä tunnuksia ja elintoimintoja. Tilastollisten mallien sekä LIGNUM ja Acrobas -kasvumallien avulla tuotetaan parempaa puu- ja metsikkötason tietoa kasvudynamiikasta.*

**M**etsäntutkimus on keskittynyt pitkälti puun maanpäällisen osan tutkimiseen. Juuriston merkitys tunnustetaan yleisesti, mutta siihen liittyvää tutkimusta on tehty vähän. Juuriston rakenteellisia tunnuksia ovat tutkineet 1900-luvulla muun muassa **Erkki Laitakari**, **Paavo Yli-Vakkuri** ja turvemailla **Eero Paavilainen**.

– Havaintojemme ja aikaisempien tutkimusten perusteella juuriston laajuus vaihtelee huomattavasti puulajin ja kasvupaikan mukaan. Kahden kesän maas-

tomittausten perusteella koivun juuret voivat ulottua 50-vuotiaassa metsikössä 20 metrin, kuusella lähes 15 metrin ja männyllä kahdeksan metrin päähän rungosta. Juuriston laajuudella voi olla vaikutusta puuyksilöiden väliseen kilpailuun ja näin juuriston laajuutta voidaan käyttää kasvumallien tunnuksena, tutkija **Tuomo Kalliokoski** sanoo.

Kalliokoski työskentelee Metlan Vantaan yksikössä Suomen Akatemian rahoittamassa nelivuotisessa hankkeessa, jossa tutkitaan eri-ikäisissä se-

kametsiköissä sekä juurten että latvuk- sen rakennetta useilla koealoilla.

– Onko juuriston laajuuden vaihtelulla sitten mitään vaikutusta kasvumalleihin ja metsänkasvatuksen suositukseen, onkin jo aivan toinen juttu. Joskus kasvumallit sisältävät oletuksia, joista ei ole ekologista perustietämystä. Sovellusten pohjaaminen ekologiseen perustutkimukseen esimerkiksi maastohavaintojen kautta on kuitenkin pidemmän päälle parempi vaihtoehto, Kalliokoski jatkaa.

Juuritutkimuksessa työläämmän osan muodostaa tutkimusaineiston esiin kaivaminen. Tärkeää on saada juuret esiin niitä vaurioittamatta, jotta juuristoarkkitehtuurin mittaminen on mahdollista. Kuvassa paljastetaan 30-vuotiaan koivun juuristoa nimenomaan juuristotutkimuksen tarpeisiin kehitetyllä paineilmamenetelmällä. Menetelmällä saadaan esiin läpimitaltaan alle kahden millimetrin paksuisetkin juuren haarat vaurioittamattomina.

## Paksujuurten merkitys luultua suurempi

Vallitsevan käsityksen mukaan hienojuurret huolehtivat puiden ravinteiden ja veden otosta. Paksujuurten tehtäväksi on nähty ravinteiden ja veden kuljettamisen ja puun pitäminen pystyssä.

– Tässä tutkimuksessa juuret luokitellaan siten, että läpimitaltaan alle kaksi millimetriset juuret ovat hienojuuria. Tätä läpimittaa isommat juuret luokitellaan paksujuuriksi. Ulkomaisissa tutkimuksissa on saatu tuloksia, joissa paksujuuret ovat ottaneet vetä huomattavia määriä. Yhtenä tarkoituksenamme on selvittää eri puulajien juuristorakennetta eri kasvupaikoilla sekä eri ikävaiheissa ja tutkia voidaanko rakennetta yhdistää esimerkiksi vesitalouteen, Kalliokoski sanoo.

Mittaaminen maastossa tapahtuu siten, että juurten esiin kaivamisen jälkeen kaikki juuret mitataan ensimmäiseen haaraan asti. Mitattavia tunnuksia ovat muun muassa haaran syvyys, pituus, läpimitta alkupisteestä, läpimitta ennen ja jälkeen haaraantumisen, pystykulma sekä kompassisuunta. Tämän jälkeen valitaan yhdestä kolmeen näytejuurta, joissa mitataan kaikista haaroista edellä mainitut tunnuksat aina kahden millimetrin paksuuteen saakka.

## Tavoitteena hyödyntää mallittamista

Kun samasta puusta mitataan tunnuksia sekä juuristosta että maanpäällisestä osasta, voidaan niiden suhteista ja riippuvaisuudesta tehdä päätelmiä. Juuriston ollessa tietyn kokoinen, myös maanpäällinen osa on tietyn kokoinen ja päinvastoin. Tarkoitus on selvittää pystytäänkö puun maanalaisten osien mallintamisessa käyttämään samoja teorioita kuin maanpäällisessä osassa. Troopissa tehdyissä tutkimuksissa on saatu

viitteitä, että samoja malleja voidaan soveltaa myös juuristoon. Juuristosta mitattujen tunnusten ja olemassa olevien teorioiden perusteella pyritään luomaan suomalaisten puiden juurten kasvumalli, joka voidaan liittää osaksi LIGNUM-mallia.

– Tavoitteena on mallittaa puun kasvua juuren kärjestä lehtiin saakka. Tällä hetkellä käytän tilastollista mallia, joka kuvaa puun juuristoa tietynä ajankohdalla, mutta tavoite on LIGNUM-mallin avulla päästä kuvaamaan puun juuriston kasvua taimesta täysikasvuiseksi ja edelleen laajentaa metsikkötason malliin, Kalliokoski visioi.

## Puulajien juuristoilla on suuria eroja

Männyn juuristo on yksinkertainen, juuria on vähän eikä juuristo ole laajalla alueella. Männyn paalujuuren esiintyminen ei sen sijaan olekaan selvyyttä. Tutkituista männynistä alle puolella oli paalujuuri.

– Syytä paalujuuren puuttumiseen ei ole löytynyt esimerkiksi maalajista. Kyseessä voisikin olla puiden välinen geneettinen vaihtelu, Kalliokoski sanoo.

Käsitys kuusen juuriston pinnanmyötäisyydestä saa vahvistusta myös tässä tutkimuksessa. Maanominaisuuksien pieni-irteisyys näyttää vaikuttavan juuristoon paljon. Puulajille ominaiselta näytävä juuristorakenne voikin olla osin kasvupaikasta johtuvaa.

– Juuristotutkimuksessa haastavaa onkin aineiston sisältämä suuri vaihtelu. Jo yhden puun eri juuret voivat poiketa paljon toisistaan. Vertailu eri puulajien ja kasvupaikkojen välillä on siten vaikeaa, Kalliokoski sanoo.

Koaloilla on myös tarkoitus selvittää mykoritsasienien määriä ja koostumusta, mutta yksittäisiä puita

Juurista otetut näytteet ja kannot kuivataan laboratoriossa. Juurinäytteiden tuoretilavuudesta ja kuivapainosta määritetään puulajille kuivatuo-  
retiheys, jota käytetään yhtenä parametrina tietokonemallissa, kertoo tutkija Tuomo Kalliokoski.

hyödyntävää tietoa niistä ei saada. Selville voidaan saada karkeaa tietoa mykoritsojen määristä koelalla.

## Koivun juurissa suurin vaihtelu

Ravinteikkaalla maalla juuristo on lyhyempää ja se haaraantuu enemmän kuin karummalla kasvupaikalla. Karumalla maalla juuristo on pidempi ja se haaroo vähemmän. Lähinnä hienojuuritutkimusten perusteella on uskottu, että 80 prosenttia juurista on humuskerroksessa. Tämä ei kaikissa tapauksissa näytä pitävän paikkaansa.

Koivulla puolukkatyypillä paksujuurten päähaarat menivät läpi huuhoutumiskerroksen aina rikastumiskerrokseen asti, ja vasta sitten juuret levittäytyivät horisontaalisesti. Koivun paksujuurten haaroista oli suurin osa 30 – 50 senttimetrin syvyydellä, eikä ole uskottavaa, että hienojuurtekaan kasvaisivat syvimistä kerroksista pintaan päin.

## Ruokkivatko puut toisiaan?

Juurista otetut näytteet ja kannot kuivataan laboratoriossa. Juurinäytteiden tuoretilavuudesta ja kuivapainosta määritetään puulajille kuivatuo-  
retiheys, jota käytetään yhtenä parametrina tietokonemallissa. Kannoista mitataan myös biomassa. Jokaista puun oksaa ruokkii useita juuria.

– Sekä Suomessa että ulkomailla tehdyissä tutkimuksissa on havaittu, että puiden juuret voivat olla myös yhteydessä, eli toisen puun juuret voisivat ruokkia toista puuta. Tämän tutkimuksen yhteydessä on löytynyt kuitenkin vain yksi koivun juuren haara, joka muodosti ▶▶



## LIGNUM -tietokonemalli puun kasvun tutkimiseen

Tietokoneiden käyttö metsäntutkimuksessa alkoi 1960-luvulla. Huimaa kehitystä on tapahtunut tietokoneiden laskentakapasiteetin ja ohjelmointivälineiden ansiosta. Nykyisin puita voidaan tutkia esimerkiksi tietokonemallien avulla. Lignum-malli on tulos pyrkimyksestä mallintaa puu hyvin todellisuutta vastaavien osien avul-



Metla/Risto Sievänen

la. Malli on tehty yhteistyössä Metlan ja Helsingin yliopiston Metsäekologian laitoksen kanssa.

– Lignum-malli on käyttökelpoinen työkalu metsäntutkimuksessa, sillä voidaan koota yhteen tutkimustuloksia ja tutkia yksittäisten tekijöiden vaikutusta kokonaisuuteen. Lignum mahdollistaa ”mitä-jos” -tyyppisen tarkastelun, ja sen avulla voidaan hylätä tai vahvistaa käsityksiä osien toiminnasta.

– Puun osia ja mitattavia parametreja voi olla tuhansia, sanoo yksi mallin kehittäjistä, erikoistutkija **Risto Sievänen**, Metlan Vantaan yksiköstä.

*Poikkeuksellista LIGNUM-mallissa on, että kaikki on samassa: yksityiskohtainen rakenne, elintoiminnot ja visualisointi - voidaan puhua virtuaalipuusta.*

Puun maanpäällisessä osassa on paljon muuttujia, kuten runko, oksat ja silmut. Oksa tai runko voidaan jakaa mantopuuhun, sydänpuuhun, kuoreen ja lehtimasaan. Juuristo on toistaiseksi mukana vain kokonaismäärän osalta. Juuristotutkimuksen avulla juurten malli tarkentuu.

Mallissa oleva aika-askel puun kasville on yksi vuosi. Lignum-malli kehitettiin aluksi nuorelle männylle, mutta malli toimii nyt muillakin puulajeilla. Aikaisempiin kasvumalleihin verrattuna uutta on puun rakenteen ja elintoimintojen yhdistäminen. Yhdistämällä puun rakenne ja elintoiminnot päästään puun kasvun ilmiöiden tutkimisessa syvemmälle, sillä Lignum mahdollistaa puun esittämisen kolmiulotteisena.

Lisätietoa

<http://www.metla.fi/metinfo/kasvu/lignum/>  
<http://www.metla.fi/hanke/3342/>

yhteenkasvettuman toisen koivun juuren kanssa, Kalliokoski sanoo.

Ensi kesänä aiotaan tehdä samanlaisia kokeita Kanadassa myös borealisella vyöhykkeellä, mutta eri puulajeilla. Tämän jälkeen on tarkoitus vertailla, josko samat lainalaisuudet pätsivät sekä Suomessa että Kanadassa eri puulajeilla.

– Ajatuksena on muun muassa katsoa toteutuuko jo Leonardo da Vincin esittämä ajatus, että juuren haaran läpimitta ennen haaraa on tiettyssä suhteessa haarojen läpimittoihin ja että tämä suhde säilyy vakiona koko juuristossa. Ensi kesänä on myös tarkoitus tehdä Hyttiälän metsissä metsikkökokeita, joissa paljastetaan vain pääjuuret. Niiden pohjalta voitaisiin sitten tehdä metsikkötason mallilaskelmia, Kalliokoski sanoo.

### Ensimmäisiä tuloksia keväällä 2007

Ensimmäinen julkaisu tuloksista on tarkoitus tehdä keväällä 2007. Julkaisuun tulee juuriston keskitunnuksia puulajeittain ja koealoittain.

*Juuristoarkkitehtuurin mittaus vaatii mittajaalta huolellisuutta ja sitkeyttä: yhdessä juuressa voi olla satoja haaroja, joista kaikista mitataan samat tunnuksat. Kuvassa mitataan 30-vuotiaan kuusen juuristoa. Mitattujen tunnusten avulla on mahdollista mallintaa juuriston laajuutta ja biomassaa sekä visualisoida juuristo kolmiulotteisesti tietokoneen ruudulle.*

– Tarkoitus on ajaa tietokonemallilla koko juuriston biomassa, pituus ja haarojen määrät. Tämän jälkeen pystytään puulajeja vertaamaan koko puun tasolla. Väitöskirjakin aiheesta valmistuu aikanaan, Kalliokoski sanoo.

Tarkoitus on myös selvittää puun juuriston ja maanpäällisten osien sisärakenne ja miten se vaikuttaa veden virtaukseen puussa. Helsingin yliopiston ryhmä mittaa puiden elintoimintoja, kuten yhteyttämistä ja vesitaloutta. Tämän jälkeen katsotaan, voidaanko maan alla ja päällä tehdyillä rakenteellisilla mittauksilla selittää elintoimintojen eroja eri puulajeilla ja koealoilla. Mukaan tulevat vielä mykoritsahavainnot, jotka nyt voidaan yhdistää puihin ja metsikkötietoi-

hin. Tämän lisäksi verrataan samasta aiheesta tehtyjä tutkimuksia eri menetelmillä eri puolilla maailmaa.

Tutkimuksella pyritään tarkentamaan kasvumalleja ja sitä kautta niiden antamia ennustuksia. Tulevaisuudessa voidaan malleilla jopa tutkia, miten lehtien asento vaikuttaa puun elintoimintoihin, kuten yhteyttämiseen.

– Toisaalta useimmat kasvumallit on luotu tasaikäisten, yhden puulajin metsiköiden pohjalta. Tässä tutkimuksessa pyritään hakemaan myös vastauksia, kuinka mallittaa eri-ikäisrakenteisten sekametsiköiden dynamiikkaa, Kalliokoski sanoo. ■

Lisätietoja: [www.metla.fi/projects/sscs/](http://www.metla.fi/projects/sscs/)



Metla/Tuomo Kalliokoski



## Digitoimalla saadaan tietoa puiden latvuksista

Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksella työskentelevä tutkija **Anna Vehanen** tutkii puiden latvusrakennetta sekametsikössä. Metlan SSCS-projektin (Structural scaling and competitive sharing of resources in dynamics of mixed tree stands) kanssa tiivistä yhteistyötä tekeväsä Suomen Akatemian rahoittamassa tutkimushankkeessa Vehasen osuutena on tuottaa tarkkaa tietoa puiden latvusrakenteesta digitoimalla magneettikentässä versojen ja oksien sijainteja, pituuksia ja kulmia.

Männystä on tällä hetkellä eniten tietoa mallintamista varten. Mallit on luotu pitkälti yhden puulajin metsiköihin.

– Tarkoitus on luoda parametreja myös kuuselle ja rauduskoivulle sekä selvittää puiden välistä vuorovaikutusta sekametsiköissä. Vähäisemmässä määrin, puhtaasti ekologisesta mielenkiinnosta, mittauksia tehdään myös tervalepstä ja siperianlehtikuusesta, Vehanen sanoo.

### Digitoimalla kolmiulotteinen kuva puusta

Puulajien jakauma sekametsikössä saattaa vaikuttaa puiden rakenteeseen ja sitä kautta metsien taloudelliseen tuottavuuteen sekä erilaisen metsänhoitotoimien tarpeellisuuteen. Lajijakauma vaikuttaa ravinteiden, hiilen ja veden kiertoon yksittäisissä puissa ja metsiköissä. Kasvuresurssien hankinnan ja niiden puun sisällä tapahtuvan jakautumisen välillä on aktiivista vuorovaikutusta, jonka seurauksena latvuksen ja juuriston rakenne kehittyy.

– Tutkimuksessamme katkaistu latvus mitataan pala kerrallaan luomalla sen ympärille magneettikenttä. Digitointikynällä magneettikentässä voidaan tallentaa minkä tahansa pisteen koordinaatit. Tällä tavalla tallennamme koepuista kaikkien oksien sijainnit, pituudet ja oksakulmat. Latvan ylin osa ja joukko näyteoksia digitoidaan aivan kokonaan, verso versolta. Tietojen avulla puu voidaan rakentaa tietokoneelle kolmiulotteisena. Digitoija sanelee puhekomentojen avulla mikrofonin tiedot siitä, onko digitointikynällä osoitettu kohta esimerkiksi oksan alkupiste, oksan kär-

ki, vuosikasvuraja tai tämän vuoden verso, Vehanen kertoo.

### Mallintamisella tietoa myös koivusta ja kuusesta

Tutkimuksen yksi tarkoitus on tutkia sitä, miten lajien sisäinen ja lajien välinen kilpailu vaikuttaa puiden latvusrakenteeseen. Toinen tapa on tarkastella latvusrakenteen vaikutusta tuotantoon ja kilpailuun mallintamalla. Latvusmittausten perusteella laskettujen parametrien, ympäristön valomittausten ja kasvu- ja metsikömallien (Lignum ja Acrobas) avulla saadaan tietää puun sitoma säteily, sen yhteyttämistuotos, biomassa ja kasvutehokkuus.

– Lignumin parametrit ovat jo olemassa männylle, mutta ei muille puulajeille. Malleissa ei ole huomioitu

– Latvus paitsi kilpailee valosta ja yhteyttä, myös kuljettaa ja haihduttaa vettä. Latvuksen rakenteen synnyssä olennaista on vedenkuljetuksen ja mekaanisen kestävyysden optimointi. Ohutseinäiset solut ovat vedenkuljetuksessa tehokkaita, mutta heikkoja mekaanisessa kestävyudessa, ja päinvastoin. Juuriston ja latvuksen solunäytteiden avulla tarkennetaan käsitystä koko puun vedenkuljetussolukosta. Solujen koko pienenee juurista latvaan päin siirryttäessä. Solunäytteistä saatujen tietojen avulla on tarkoitus soveltaa olemassa olevaa vedenvirtausmallia puun mikrorakenteeseen. Joistakin puista on tehty myös vedenvirtausmittauksia, joita verrataan mallilla saatuihin tuloksiin, Vehanen toteaa.



Mettia/Erkki Oksanen

sekametsävaikutusta. Mallintamalla kasvua sekametsikössä päästään tarkastelemaan paitsi puiden kilpailua, myös erilaisten metsänhoitotoimien vaikutuksia puustoon, Vehanen sanoo.

### Solut kertovat vedenkuljetuksesta ja puun kestävydestä

Vedenkuljetus on tärkeä osa latvuksen toimintaa ja vaikuttaa näin ollen myös sen rakenteeseen voimakkaasti.

*Digitoija sanelee puhekomentojen avulla mikrofonin tiedot siitä, onko digitointikynällä osoitettu kohta esimerkiksi oksan alkupiste, oksan kärki, vuosikasvuraja tai tämän vuoden verso. – Sanotaan, että niin metsä vastaa kuin sinne huudetaan. Muutama kesä on juteltu, mutta ainakaan vielä puut eivät ole vastanneet, Anna Vehanen (vas.) naurahtaa.*



# Suomen metsät kasvavat BIOENERGIAA Liina Kjellberg

*Bioenergia voi tulevaisuudessa olla yksi metsäteollisuuden päätuotteista. Tämä edellyttää kuitenkin tutkimusta, tuotekehittelyä ja valtion tukea. Suurin yksittäinen nousija on hakkuutähte.*

**B**ioenergia on noussut päivän keskustelunaiheeksi. Lähes kaikki poliittiset puolueet liputtavat sen puolesta. Keskustelussa on nousut esille varsinkin viljeltävä ruokohelppi. Tärkein bioenergiälähde Suomessa on kuitenkin puu.

Puulla tuotetaan jo nyt 20 prosenttia energiasta ja kymmenen prosenttia sähköstä. Nykyisestä bioenergiasta 85 prosenttia saadaan puusta.

Puusta saatavia bioenergian lähteitä ovat sellun keiton sivutuotteena saatava mustalipeä, puun kuori, kotitalouksien käyttämä puu sekä hakkuutähte eli hakkuissa metsään jäävät oksat ja latvukset. Mustalipeä on puu-

polttoaineista merkittävin. Hakkuutähteen osuus puupolttoaineista on tällä hetkellä alle kymmenen prosenttia, mutta sen käyttö kasvaa koko ajan.

## **Hakkuutähteen määrän voisi kolminkertaistaa**

– Hakkuutähte on bioenergian suurin yksittäinen nousija, arvioi Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen VTT:n teknologiapäällikkö **Satu Helynen**. – Hakkuutähdettä ja harvennusten pienpuuta kerätään tällä hetkellä kolme miljoonaa kiintokuutiometriä, mutta sitä voitaisiin kerätä kolminkertainen määrä.

Toinen tapa lisätä bioenergian määrää olisi Helysen mukaan kuivata puupolttoaine.

– Valtaosa kuoresta ja muista puutähteistä käytetään hyvin kosteana. Tukkipasoja kastellaan sahoilla, että ne pysyvät hyvinä, ja valtaosa puusta tulee tehtaille talvella lumisina. Puusta puristetaan vain irtovesi, minkä jäl-

keen se jää vielä kosteaksi. Siksi suuri osa energiasta menee veden höyrystämiseen. Puupolttoaineen kuivaus lisäisi saatavaa hyötyenergiaa kolme miljoonaa kiintokuutiometriä (yksi kiintokuutiometri = noin kaksi megawattituntia), hän arvioi.

Loputtomasti hakkuutähteen korjuuta ei Helysen mukaan kuitenkaan voi lisätä.

– Kaiken hakkuutähteen korjuu ei ole mahdollista. Se ei onnistu teknisesti ja paikoin tulee myös ravinteiden häviäminen vastaan. Osa metsistä on lisäksi niin kaukana hakkuutähteen käyttöpaikoista, ettei korjuu kannata.

## **Kuljetuskustannukset haittaavat**

Helysen mielestä bioenergian tuotanto vaatii paljon kehitystyötä. Esimerkiksi pienpuun korjuuseen pitäisi kehittää harvennuksiin sopivia keveitä koneita. Lisäksi kuljetuskustannukset pitäisi saada alas.



Metla/Jouni Hyvärinen

– Se, kannattaako hakkuutähde kuljettaa metsästä tuotantolaitokseen irtorisuina, risutukkeina, hakkeena vai murskana riippuu kuljetusmatkan pituudesta. Parhaillaan selvitetään, voisiko hakkuutähdettä kuljettaa rautatai vesiteitse tai vaikkapa pelleteiksi ja-lostettuna. Kun energiapuu on nostettu rautatielle, eivät lisäkilometrit paljon enää vaikuta, hän sanoo.

– Esimerkiksi Joensuun pohjoispuolella ja Kainuussa on paljon metsää, muttei hakkuutähdettä tarvitsevia laitoja. Kymenlaaksossa taas hakkuutähteen kysyntä on tarjontaa suurempi, ja vesistöt haittaavat kuljetusta. Kuljetus rauta- ja vesiteitse voisi olla vastaus tähän.

Pelletit ovat Helysen mielestä hyvä tuote myös silloin, jos puupolttoaineita ryhdytään laajemmin markkinoimaan kotitalouksille.

## Biopolttonesteet Suomen haaste

Helysen mielestä nyt pitäisi edelleen kehittää keinoja valmistaa edullisesta biomassasta, puusta, oljesta tai jättees-tä, liikenteen biopolttonesteitä. Tässä kehitystyössä Suomi on hänen mukaansa kärkikastia.

– Me olemme oppineet käsittelemään puuta ja meillä on jo valmiiksi sähkön tuotanto yhdistetty lämmön tuotantoon. Tulevaisuudessa samassa laitoksessa voisi valmistaa sähkön ja lämmön lisäksi liikenteen biopolttonesteitä. Tällainen kolmikantatuotanto sopisi hyvin sellu- tai paperitehtaan yhteyteen. Siellä tulee sivutuotteena puun kuorta ja hakkuutähteet voisi kuljettaa sinne edullisesti, Helysen mieltii.

Hän arvioi, että tällainen suuri sähköä, lämpöä ja liikenteen biopolttonesteitä valmistava laitos voisi Suomessa olla käytössä vuonna 2012–2014. Bio-

polttonesteen raaka-ainetta ovat puun haihtuvat aineet, joita käsittelemällä saadaan samantyyppisiä osasia kuin öljyssä on.

– Biopolttoaineen tuotannon edullisuus vaatii isot laitokset. Kehityksessä täytyy kuitenkin edetä vaiheittain. Ensin tehdään pienempi laitos, jossa kokeillaan menetelmän soveltuvuus. Isoihin laitoksiin liittyy aina riskejä ja niille on vaikea löytää rahoittajaa, hän sanoo.

Helysen mukaan bioenergian osuus energiasta voisi parhaimmillaan olla 30 prosenttia vuonna 2030.

## Bioenergia vaatii vielä tukea

Myös Metlan tutkimusjohtajan **Pasi Puttosen** mielestä Suomella on edellytykset bioenergian tuotantoon. Tuotannossa täytyy hänen mukaansa kuitenkin tapahtua huima kehitys, jotta kotimainen energia todella korvaisi tuontien energiaa. Kehitysvaatus koskee sekä tuotettavaa määrää että kannattavuutta.

– Energiantuotanto voisi käyttää vaikka kaiken puubiomassan, mikä ei tietenkään ole perusteltua metsäsektorin kansantaloudellisten vaikutusten kannalta. Lisäksi energiantuotannon perusehto on, että tuottamiseen kuluu vähemmän panoksia kuin mitä lopputuotteesta saadaan, Puttonen linjaa.

– Peltopuolella tämä ei ainakaan toistaiseksi toteudu, energiaa kuluu moninkertaisesti suhteessa siihen, mitä saadaan takaisin. Metsäpuolella energian tuottamiseen kuluu vähemmän energiaa, kustannukset tulevat etenkin korjuusta ja kuljetuksesta.

Bioenergiatuotannon haaste onkin, miten saada se kannattavaksi ilman valtion tukea. Esimerkiksi valtiovarainministeriön kansliapäällikön, valtiosihteerin **Raimo Sialksen** mukaan energiahuolto ei voi perustua valtion tukiaisiin, kuten bioenergiatuotanto nyt perustuu.

**”Tulevaisuudessa samassa laitoksessa voisi valmistaa sähkön ja lämmön lisäksi liikenteen biopolttonesteitä.”**

Tutkimusjohtaja Puttosen mukaan lähes kaikki bioenergian tuotanto vaatii toistaiseksi tukea.

– Iso poliittinen kysymys onkin, millainen energiantuotantojärjestelmä Suomeen halutaan. Pitääkö energiantuotannon olla täysin omillaan olevaa toimintaa, vai katsooko valtio esimerkiksi bioenergian niin tärkeäksi, että antaa sille tukea, vaikkapa vain siirtövaiheessa, Puttonen pohtii.

Hänen mielestään bioenergian tuotanto tarvitsee alkuvaiheessa tuen, mutta pitkällä aikavälillä siitä pitäisi saada niin sanottu terve elinkeinoala, jota ei tarvitsisi tukea. Nyt ja jatkossakin tukea tarvitaan hänen mielestään varsinkin tutkimus- ja kehitystyöhön.

– Kehittyvät elinkeinot vaativat hyvän yhteyden tutkimukseen ja kehitystyöhön. Nyt pitää selvittää, miten bioenergian tuotanto kytketään metsien hoitoon. Missä vaiheessa hakkuutähdettä kerätään ja onko hakkuutähde metsänhoidon sivutuote, erillinen tavoite vai molempia? Korjuussa ja kuljetuksessa energia tulee voida pakata tiheämmäksi yritystoiminnan kannattavuuden vuoksi. Lisäksi hakkuutähteen korjuun haitat metsäluonnolle ovat osittain vielä tuntemattomia, hän listaa. ►►



*Hakkuutähteen osuus puupolttoaineista on tällä hetkellä alle kymmenen prosenttia, mutta sen käyttö kasvaa koko ajan.*

## Öljyn hinta huono vertailukohde

Julkisuudessa bioenergiaa on puollettu muun muassa sillä, että sen avulla voidaan korvata kallista öljyä. Metlan professori **Olli Tahvon**en varoittaa kuitenkin tuijottamasta liikaa nykyistä öljyn hintaa, jonka taso selittyy ennen kaikkea poliittisella epävakaudella ja globaaleilla suhdanteilla.

– Nykyinen öljyn hinta on huono peruste arvioida bioenergian kannattavuutta. Öljyn hinta voi pudota puoleen tai jopa enemmän. Öljy ei myöskään ole luonnonvarana loppumassa, hän toteaa.

VTT:n Helysen mukaan esimerkiksi hakkuutähteen käyttöön liittyvä epävarmuus huomattiin edellisen hakkuutähdebuumin aikana 1980-luvun alussa. Silloin öljyn hinta tuli öljykriisin jälkeen alas, jolloin hakkuutähteen käyttö ei ollutkaan enää yhtä kannattavaa.

Puttosen tavoin Tahvonkin korostaa sitä, että bioenergian tuotannon pitää olla taloudellisesti kannattavaa.

Päinvastoin kuin valtiosihteeriksi Sailas Tahvon kuitenkin katsoo, että bioenergialle on perusteltua maksaa valtion tukea, mikäli bioenergiaan liittyy niin sanottuja ulkoisia hyötyvaikutuksia.

– Mikäli bioenergian tukeminen vähentää ilmastonmuutosta kiihdyttäviä hiilidioksidipäästöjä, auttaa tuki Suomea selviämään ilmastositomusten velvoitteista ja liittyy näin selvästi ulkoisiin hyötyihin, joiden tuotantoa valtion on perusteltua tukea, perustelee Tahvon.

*Tutkimusjohtaja Pasi Puttosen mielestä bioenergiatuotanto pitäisi saada pitkällä aikavälillä kannattavaksi ilman valtion tukea.*

## Tutkimuksella yhteiskunnallinen tilaus

Bioenergian tutkimustarpeeseen pyrkii vastaamaan Metlassa ensi vuonna käynnistyvä Bioenergiaohjelma. Ohjelmaa koordinoivan Metlan professorin **Hannu Ilvesniemen** mukaan ohjelma selvittää, miten metsätalous voi palvella energiantuotantoa.

Ohjelma koostuu paristakymmenestä tutkimuksesta, jotka selvittävät bioenergian tuotantotapoja, tuottamiseen liittyviä ympäristövaikutuksia ja jalostamiseen liittyviä asioita. Ilvesniemen mukaan tavoite on, että kaikki tutkimukset ja niiden tulokset ovat sovellettavissa käytäntöön.

– Hakkuutähteen ja kantojen korjuu on lisääntynyt voimakkaasti. Nyt tarvitaan tutkimusta, että tiedetään, mitä ollaan tekemässä, ja missä luonnon reunaehdot menevät, hän sanoo.

– Bioenergiaohjelmalle oli yhteiskunnallinen tilaus. Kun ohjelma viiden vuoden kuluttua päättyy, on bioenergiasta tarpeeksi tutkimustietoa — tai ainakin paljon enemmän kuin nyt, vakuuttaa professori Ilvesniemi. ■

Lisätietoja Metlan tutkimusohjelmista [www.metla.fi/tutkimus/](http://www.metla.fi/tutkimus/)

*”Nyt tarvitaan tutkimusta, että tiedetään, mitä ollaan tekemässä, ja missä luonnon reunaehdot menevät”*



## Viekö hakkuutähteen korjuu metsän elinvoiman?

Hakkuutähde sisältää suuren osan puuston ravinteista. Päätehakkuuikäisen kuusikon ravinteista 60–80 prosenttia on hakkuutähteissä, kannoissa ja juurissa.

– Hakkuutähteen korjuu voi näin aiheuttaa ison ravinnehävikin. Kuusikossa hakkuutähteen korjuu aiheuttaa kaksi-kolmekertaisen ravinnehävikin pelkän runkopuun korjuuseen verrattuna. Jos myös kannot korjataan, poistuu ravinteita kolme-viisikertainen määrä, sanoo Metlan varttunut tutkija **Marjo Palviainen**.

### Hakkuutähde sitoo typpeä

Hakkuutähteen korjuun on ajateltu vähentävän ravinteiden huuhtoutumis-

ta. Asia ei kuitenkaan ole niin yksiselitteinen.

– Kun hakkuutähteen hajoamista tutkittiin kolmen vuoden ajan, ei siitä vapautunut lainkaan typpeä. Sen sijaan typen määrä hakkuutähteessä lisääntyi. Tämä johtuu siitä, että oksiin ja juuriin kertyy mikrobitoiminnan tuloksena enemmän typpeä kuin neulasta vapautuu, Palviainen sanoo.

– Hajottajasienet voivat siirtää rihmastonsa avulla typpeä maaperästä tai kärkekerroksesta hajotettavaan materiaaliin. Myös laskeuman mukana tulevan typen on havaittu pidättävän tehokkaasti hakkuutähteisiin. Hakkuutähteellä on siis aluksi typpeä pidättävä vaikutus. Jos hakkuutähteet korjataan,

voi typen huuhtoutuminen vesistöihin lisääntyä, Palviainen huomauttaa.

Sen sijaan fosforin, joka on typen ohella toinen vesistöjä rehevöittävä ravinne, huuhtoutuminen vähenee Palviaisen mukaan todennäköisesti, jos hakkuutähteet korjataan. Hakkuutähteen sisältämästä fosforista puolet vapautuu kolmen vuoden kuluessa hakuusta.

– Typpikin vapautuu ennen pitkää, mutta siinä vaiheessa hakkuualan pintakasvillisuus on jo toipunut ja uusi puusukupolvi on istutettu, joten ravinteiden otto on silloin suurempi. Pintakasvillisuus ja puun taimet pystyvät pidättämään suuren osan vapautuvasta typpestä, Palviainen sanoo.

## Energiapuukauppa kiinnostaa metsänomistajia

Kolme neljästä metsänomistajasta on kiinnostunut energiapuun myynnistä, mutta vasta yksi kuudesta on tarjonnut hakettavaa puuta markkinoille, selviää Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen PTT:n ja Joensuun yliopiston kyselystä.

Suuri osa energiapuusta korjataan tällä hetkellä metsänomistajien omaan käyttöön. Energiapuun myyntimäärät ovat kuitenkin hienoisessa nousussa.

Eniten energiapuuta tarjoavat myyntiin yli sata hehtaaria metsää omistavat metsänomistajat sekä maa- ja metsätalousyrittäjät. Vähiten energiapuuta tarjoavat kaupungeissa asuvat metsänomistajat.

### Hinnoitteluun kaivataan selkeyttä

Energiapuumarkkinoiden toiminnassa on metsänomistajien mielestä vielä paljon parannettavaa. Nykyistä hinnoittelua pidetään sekavana, puusta maksettavaa hintaa liian alhaisena ja tiedotusta liian vähäisenä.

Lähes puolet metsänomistajista pitää kuutioperusteista energiapuun hinnoittelua parhaana hinnoittelutapana. Keskimäärin energiapuukuutiolta halutaan noin kymmenen euroa eli hieman vähemmän kuin sellupuusta tällä hetkellä maksetaan.

Useampi kuin joka toinen metsänomistaja haluaa maksun kaikista luovuttamista energiapuutavaralajeista. Hakkuutähteitäkin luovuttaisi ilmaiseksi enää noin viidennes metsänomistajista. Vielä muutama vuosi sitten noin 40 prosenttia metsänomistajista olisi luopunut hakkuutähteestä ilmaiseksi.

Metsänomistajat kaipaavat tietoa varsinkin energiapuun hinnoista, ostajista ja tämänhetkisestä markkinatilanteesta. Eniten tietoa kaipaavat kaupunkilaismetsänomistajat.

### Taustalla puuston kasvun parantaminen

Tärkeimmät syyt, miksi metsänomistajat tarjoavat energiapuuta markkinoille, liittyvät puuston kasvun turvaamiseen, metsän taloudelliseen tuottoon ja maaperän ravinnetasapainon säilymiseen.

Metsänomistajien mielestä energiapuun korjuu vaikuttaa myönteisesti puuntuotantoon, sillä se parantaa puuston kasvua ja laatua. Metsänomistajat olivat kuitenkin hieman huolissaan siitä, häviääkö metsästä energiapuun mukana niin paljon ravinteita, että se näkyy puuston kasvussa. Metsien virkistyskäyttöä ja maiseman laatua energiapuun korjuu heidän mielestään paransi.

Metsiin liittyy puun tuotannon lisäksi monia aineettomia arvoja, jotka saattavat olla metsänomistajille taloudellisia arvoja tärkeämpiä. Siksi energiapuukaupassa ei kyselyn perusteella riitä pelkkä energiapuulle maksettu hinta, vaan korjuujäljen vaikutuksella virkistyskäyttöön ja maisemaan on suuri merkitys.

### Neulasissa paljon ravinteita

Ravinnehävikkiä voidaan Palvianen mukaan vähentää, jos hakkuutähteen annetaan olla metsässä talven yli. Tällöin neulas, joissa on suuri osa latvuksen ravinteista, ehtivät varista maahan.

Lisäksi vähentyneitä ravinteita voi korvata esimerkiksi tuhkalannoituksella. Tuhka ei tosin sisällä typpeä, joten jos hakkuutähteen mukana viety tyyppi halutaan korvata, on se kompensoitava lannoituksella. Hakkuutähteistä saatava taloudellinen hyöty saattaa Palvianen mukaan kuitenkin jäädä pieneksi, jos joudutaan turvautumaan lannoitukseen.

Metsien kasvu pyritään turvaamaan myös siten, että hakkuutähteen korjuuta ei suositella tehtävän tuoreita kankaita karumilla kasvupaikoil-

la. Yleinen suositus on, että noin kolmasosa hakkuutähteistä jätetään korjaamatta.

### Korjuun vaikutukset näkyvät viiveellä

Palvianen mukaan hakkuutähteen korjuun vaikutuksia metsien ravinnelouteen ei ole vielä tutkittu tarpeeksi. Etenkin kantojen korjuun ja toistuvan hakkuutähteen korjuun vaikutuksista tiedetään vähän.

– Hakkuutähteellä on metsien ravinnekierrossa hyvin monimutkaisia vaikutuksia. Tämän tiedon valossa on vaikea ennustaa, millaisia ne ovat, hän sanoo.

– Hakkuutähteen korjuun vaikutukset puuston kasvuun saattavat näkyä vasta vuosien päästä, koska tyyppi

vapautuu hakkuutähteistä viiveellä. Esimerkiksi taimikon kasvututkimuksissa on havaittu kasvunmenetystä vasta noin kymmenen vuoden päästä hakkuutähteen korjuusta.

Palvianen mukaan jokaisella energiantuotantotavalla on kuitenkin omat haittansa.

– Sellaista energiantuotantotapaa ei olekaan, jolla ei olisi jonkinlaisia haittavaikutuksia. Nyt on selvitettävä, onko hakkuutähteen korjuu pitkällä aikavälillä kestävä, hän sanoo.

Lisätietoja:

Metsätaloustoimenpiteiden vaikutus metsäekosysteemin ainevirtoihin (VIRTA), [www.metla.fi/hanke/3383/](http://www.metla.fi/hanke/3383/)

Kangasmaan päätehakkuun ja maan muokkauksen vaikutus veden ja ravinteiden kiertoon (VALU), [www.metla.fi/hanke/3383/valu/](http://www.metla.fi/hanke/3383/valu/)

# Kohti

Mirja Vuopio

# kestävää

# MATKAILUA

Metta/Erkki Oksanen

*Lapin matkailukohteet sijaitsevat suurelta osin arvokkaiden suojelalueiden läheisyydessä. Alueiden sijainti ja pohjoinen luonto asettavat erityisiä haasteita kestävän matkailun kehittämiseksi sekä alueiden hoidon ja käytön suunnittelulle.*

**E**U LIFE Ympäristörahan tueman Matkailualueet maisemalaboratorioina, LANDSCAPE LAB-hankkeen tavoitteena on tuottaa uutta tietoa matkailun ympäristövaikutuksista, luontoon suuntautuvista aktiviteeteista, ympäristöasenteista, ympäristön käytöstä ja matkailualueiden suunnitteluperiaatteista. Maisemalaboratorio-hanke toimii Pallas-Yllästunturin kansallispuistossa sekä Levin ja Ylläksen matkailukeskuksissa. Hankkeessa tarkastellaan luontomatkailun ekologista, taloudellista ja erityisen haasteelliseksi osoittautunutta sosiaalista kestävyyttä.

Avustava tutkija **Iiona Mettiäinen** on työskennellyt Maisemalaboratoriohankkeen LABSOC-osatehtävässä, jossa tutkimuksen kohteena on erityisesti matkailun sosiaalinen kestävyys.

– Ekologinen ja taloudellinen kestävyys ovat kohtuullisen helposti numeroiksi muutettavissa ja aika helposti ymmärrettäviä asioita. Sen sijaan sosiaalista kestävyttä voidaan kuvata, perustella ja kyseenalaistaa tilanteesta riippuen monin tavoin. Se jää helposti edellä mainittujen kestävyiden ulottuuksien jalkoihin, Mettiäinen pohtii.

Usein sosiaalisia vaikutuksia myös tarkastellaan kovin suppeasti, esimer-

kiksi pelkkinä työllisyyslukuina. Sosiaalisesti kestävän matkailun tunnuspiirteenä on muun muassa se, että paikalliset hyötävät matkailusta mahdollisimman laajasti, paikallisväestö voi vaikuttaa matkailun kehittämiseen ja matkailu on sopusoinnussa paikallisen arvomaailman kanssa.

Matkailua pidetään yleisesti Lapin lupaavimpiin kuuluvana toimialana, joka tuo työtä ja toimeentuloa syrjäisen maaseudun asukkaille. Matkailun juurtuminen kyliin on vaikuttanut jossain määrin myös paikallisten asukkaiden ympäristöasenteisiin. Esimerkiksi mielipiteet luonnonsuojelusta ovat keski-



Luontomatkailun kasva-  
minen hyödyttää kaik-  
kia, mutta samalla  
on hallittava kasvua.  
Alueen vetovoimai-  
suus voi heiketä, jos  
luonto kuluu. Tut-  
kimuksien mukaan  
tilanne on Pallas-  
Yllästunturin alu-  
eella hyvin hallin-  
nassa, kertoo Ilona  
Mettiäinen.

Metta/Joumi Hyvärinen

vakituksia loma-asukkaita,  
matkailualalla työskenteleviä,  
viranomaisia ja kunnallispoliitikko-  
ja. Haastattelussa on selvitetty mat-  
kailukeskusten paikallisten toimijoiden  
näkökulmia matkailukeskusten kehiti-  
miseen, nykytilanteeseen ja tulevai-  
suuteen. Matkailu on ollut jo pitkään  
kyläläisten elinkeino ja näin ollen osa  
heidän elämäänsä. Haastattelut osoit-  
tavat, että matkailijoilla ja paikallisilla  
asukkailla on samansuuntaisia ajatuk-  
sia matkailukeskusten ja kyläalueiden  
kehittämisestä. Paikallisille on tärkeää,  
että vieraatkin viihtyvät.

Kyläläisiltä on saatu konkreettisia  
näkemyskysymyksiä ja huomion arvoisia odo-  
tuksia ympäristön kehittämiseksi: pel-  
tojen avoimuus pitää säilyttää, rei-  
tit tulee virallistaa sekä vakiinnuttaa  
ja rakentamattomia alueita tarvitaan.  
Lumettoman ajan ongelmat ovat iso  
vyyhti: viimeistelemättömät pihat, ru-  
mat rinteet, romua siellä täällä, kes-  
keneräisyyden leima keskusten kasva-  
essa koko ajan – kaikki tämä on joten-  
kin saatava yhdessä hallintaan. Haas-  
teen tiedostaminen on ensimmäinen  
askel kohti kestävästä ratkaisusta.

### Äänimaiseman kartoitus on eri asia kuin melun mittaus

Hiljaisuus on maailmalla nouseva mie-  
lenkiinnon kohde, ja hiljainen ympäristö  
on monissa teollistuneissa mais-  
sa katoava luonnonvara. Mai-  
semalaboratorio-hankkeen  
LABLAND-osatehtävä ti-  
lasi Rovaniemen ammatti-  
korkeakoululta äänimaise-  
makartoituksen. Äänien avul-  
la voidaan kokea luonnon alkupe-  
räisyyttä tai kohteen erämaisuutta, tai  
toisaalta äänet voivat harmillisen her-  
kästi latistaakin luontokokemuksen.

*Hiljaisuus  
on maailmalla  
nouseva mielen-  
kiinnon kohde.*

Yliopettaja **Helena Tormilainen**  
Rovaniemen ammattikorkeakoulus-  
ta on kehittänyt äänimaiseman mittaa-  
miseen ja luokitteluun soveltuva me-  
netelmä.

– Äänimaisemalla tarkoitetaan ym-  
päristöstä kuultavia ääniä. Eri ihmiset  
ymmärtävät äänimaisemalla hieman  
erilaisia asioita. Jonkun mielestä ihmisen  
kuulema maailma muodostaa äni-  
maiseman, mutta sillä voidaan tarkoittaa  
myös mitattavissa olevaa ääniym-  
päristöä.

Matkailukohteessa oleellisia ovat  
ihmisen kuulemat äänet ja niiden luone.  
Näiden muodostama kokonaisuus  
on luokiteltavissa luonnon äänimaise-  
masta urbaaniin. On muistettava, et-  
tä luontoon kuuluu monenlaisia ää-  
niä, tutkijalle niiden arvottaminen ei  
ole oleellista. Mieliänteitä voi olla eri-  
laisia, esimerkiksi yhtä henkilöä koi-  
ranhaukku miellyttää ja hän kokee sen  
luontoomme kuuluvaksi. Jotakuta se  
ärsyttää ja tarpeeksi läheltä voimak-  
kaana kuuluvana haukunta voi jopa pe-  
lottaa. Voimakkaita tai teräviä luon-  
nonääniäkin löytyy runsaasti: kosken-  
pauhu, ukkonen, lentoon rysäyttävä  
kanalintu. Meluksi sanotaan haitallista  
tai häiritsevää ääntä. Mittauksissa tuli  
esiin myös meluääniä, mutta ne olivat  
satunnaisia ja sijoittuivat matkailualue-  
en keskusta. Meluisat äänet samoin  
kuin visuaalisen maiseman ongelmat  
johtuvat matkailukeskuksissa useimmi-  
ten rakentamisesta.

– Äänimaisemakartoitus tuottaa li-  
sätietoa suunnitteluun. Seuranta on  
syytä toistaa aika ajoin ja tarkastella  
muutoksia sekä miettiä, mitä halutaan,  
selittää Tormilainen.

Jossakin voisi hyvin keskittää voi-  
makkaita ääniä tuottavia toimintoja,  
jotta jäisi jäljelle myös hiljaisempia alu-  
eita. Meluisat toiminnot eivät sinän-  
sä häiritse toisiaan. Esimerkiksi hiihto-  
reitit ja kelkkareitit sijoittaminen hoi-  
toteknisistä syistä yhteen ei välttämät-  
tä palvele hiihtäjien luontokokemuksia.

Jollain alueella pitää kuu-  
lua myös hiljaiset äänet, ku-  
ten veden solina, linnunlau-  
lu ja tuulen kohina. Ei ole  
mielekkästä kuljettaa ihmisiä  
kelkalla korpeen kuuntele-  
maan hiljaisuutta. Eri paikois-  
sa toisaalta ääni kantautuu eri  
voin, esimerkiksi painanteissa tai eri-  
laisissa puustoissa kuuluvuus on erilai-  
nen kuin tasaisella torilla. Näitä seikko- ▶▶

määräistä myön-  
teisempiä. Nykyi-  
sin matkailu nautii  
laajaa kannatusta  
matkailukeskuskunnissa. Mat-  
kailun alkuvaiheissa  
toimialan kannattavuutta epäil-  
tiin ja muissa kylis-  
sä kadettiin matkailukeskus-  
liini tehtäviä investointeja. Valit-  
tavasti joskus kyläläiset kuitenkin  
kokevat tulleen-  
sa syrjäytetyiksi

oman kotiseutunsa matkailuvetoisessa  
kehittämisessä. Kunnat haluavat kaa-  
voittaa matkailurakentamista kyläalu-  
eille, mutta paikalliset tahtovat säilyt-  
tää kylänsä kylän näköisenä.

### Ihanteena eri osapuolien yhteinen suunnittelu

Alueiden käytön suunnittelussa mat-  
kailukeskusten kyläläisiä pitää kuulla  
jo lainsäädännön velvoittamana. Alue-  
en väestön kuuleminen on myös hy-  
vin antoisaa, sillä paikalliset asukkaat  
ovat parhaimpia alueensa asiantuntijoita.  
Monilla on jopa vuosisataiset suku-  
juuret kyliin.

LABSOC-osahankkeen vetäjä **Sei-  
ja Tuulentie** ja avustavat tutkijat Ilona  
Mettiäinen ja **Anna Alamatti-**  
**la** ovat haastatelleet tutkimusta var-  
ten Levin ja Ylläksen alueen kyläläisiä,



Metla/Erkki Oksanen

ja äänimaiseman kartoitus auttaa ymmärtämään.

### Eläinlajien esiintyminen kestävyden mittarina

Metlan Kolarin yksikön johtaja **Esa Huhta** osallistuu LABECO-osatehtävän toteuttamiseen yhdessä Arktisen keskuksen, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen, Metsähallituksen ja Lapin ammattiopiston tutkijoiden kanssa. Tutkijat ovat vertailleet matkailukeskuksissa ja niiden ympäristöissä esiintyvää lajistoa. Erämaisuuutta tai urbaania ympäristöä indikoivat lajit ja niiden keskinäiset suhteet kertovat matkailun tai ihmistoiminnan vaikutuksesta tarkastelukohteessa.

Jotkut lajit, esimerkiksi varpunen, harakka, varis, kettu ja jänis, hyötyvät ihmistoiminnasta tai ovat jopa riippuvaisia ihmisistä. Näiden urbaanien lajien olemassaoloa ja määrää verrataan erämaisten lajien esiintymiseen. Erämaisina puolestaan voidaan pitää ihmistä karttavia lajeja, joita ovat Lapissa erityisesti kotka ja metso, jossakin määrin myös kuukkeli. Tutkimusta on tehty lintujen pesimäaikana pistelaskentojen avulla, ja nisäkkäiden osalta lumijälkilaskentojen avulla.

Indikaattorilajien pitää olla helpposti tunnistettavia, eikä havainnointi saa vaatia kovin paljon aikaa, asiantuntemusta, työkaluja, tekniikoita tai erityisolosuhteita. Kaiken pitää onnistua melko pienellä koulutuksella.

– Alustavasti näyttäisi, että Pallasylläs kansallispuistossa yhteensovittaminen on onnistunut aika hyvin, sanoo Huhta. Alkuperäisluontoa löytyy ja sen säilyminen näyttää hyvältä. Esimerkiksi

kotkanpesän sijainti matkailukeskuksesta voisi suoraan olla numeerinen mittari. Keskimäärin tämä väli on Lapissa nykyisin vajaa kymmenen kilometriä.

### Tavoitteena kansainvälinen vaikuttavuus

Maisemalaboratorio-hankkeen tavoitteena on, että tuloksia voitaisiin hyödyntää myös maailmalla. Matkailu on maailman nopeimmin kasvava elinkeino, ja kestävyteen liittyvät kysymykset ovat samansuuntaisia eri maissa. LABSOC- ja LABECO -osatehtävien tutkijat ovat hiljattain esitelleet tuloksiaan muun muassa Sveitsissä ja Saksassa.

Hankkeen tavoitteena on kehittää työkaluja ja mittareita kestävä matkailun edistämiseksi niille, jotka hoitavat ja suunnittelevat luontomatkailualueita ja vastaavat alkuperäisluonnon säilymisestä. Koska tutkimus on EU-rahoitteinen, vähimmäisvaatimuksena on, että tuloksia voidaan soveltaa Euroopassa. Esimerkiksi LABECO-osahankkeessa tämä tarkoittaa sitä, että on valittava eri lajit, mutta sellaisia lajeja, joilta löytyy saman tyyppinen ekologinen toiminnallisuus, on kuitenkin helppo löytää. Suomessa nämä lajit ja niiden avulla luotavat mittarit soveltuvat todennäköisesti sellaisenaan koko maahan, ehkä jopa koko Skandinaviaan.

Mittareiden toimivuutta on aina ensin testattava. Korvat ja silmät, linjastot ja odotusarvot on kalibroitava ympäristön mukaan. Sopiva yhteisö rakenne, desipelitaso tai rakentamisen tiheys ja tyyli vaihtelevat sen mukaan missä ollaan, ja mitä mielikuvia kohteesta halutaan välittää. ■

## LANDSCAPE LAB -hanke:

### Matkailualueet maisemalaboratoriona – Työvälineitä kestävä matkailun edistämiseen

Lapin yliopiston Arktisen keskuksen hallinnoimassa ja EU LIFE Ympäristö -ohjelman rahoittamassa hankkeessa tarkastellaan luontoon suuntautuvan matkailun kestävyttä ekologisesta, sosiaalisesta, kulttuurisesta ja taloudellisesta näkökulmasta.

LANDSCAPE LAB -hankkeessa etsitään ja testataan sopivia indikaattoreita ilmentämään matkailun ja ympäristön välistä suhdetta, tilaa ja muutosta.

Maisemalaboratorio-hanke tuottaa uutta tietoa matkailun ympäristövaikutuksista, luontoon suuntautuvista aktiviteeteista, ympäristöasenteista, ympäristön käytöstä ja matkailualueiden suunnitteluperiaatteista.

LANDSCAPE LAB -hanke etenee kuutena toisiaan täydentävänä, rinnakkaisena osatehtävänä

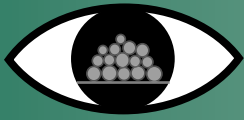
- **LABLAND:** Matkailukeskusten ekologisesti, kulttuurisesti ja visuaalisesti kestävä taajamarakenne
- **LABECO:** Ympäristövaikutusten laajuus ja tyypit
- **LABSOC:** Yhteisöjen toiminnalliset ja sosiaaliset rakenteet
- **LABPLANT:** Kasvimateriaalin tuottaminen maisemasuunnitteluun, viherrakentamiseen ja ennallistamiseen.

**Osallistuvat organisaatiot:** Lapin yliopiston arktinen keskus, Metsäntutkimuslaitos, Metsähallitus, Maatalouden tutkimuskeskus, Geologian tutkimuskeskus, Rovaniemen koulutuskuntayhtymä, Lapin ammattiopisto, Oulun yliopisto, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Arkkitehtuuritoimisto Arktes Oy, Kittilän kunta ja Kolarin kunta.

**Tulokset:** Matkailualueet maisemalaboratoriona -hanke päättyy elokuussa 2007. Osatutkimuksien tuloksia on jo julkaistu ja niihin voi tutustua hankkeen sivuilla: [www.arcticcentre.org/landscapelab](http://www.arcticcentre.org/landscapelab).

LANDSCAPE  
LAB





## Raakapuun tuonnin selvä lasku vaikeuttaisi teollisuuden puuhuoltoa

Tuotannon kasvaessa Suomessa toimivan metsäteollisuuden raakapuun tarve on kasvanut. Tätä tarvetta on helpottanut tuonnin lisääminen. Viime vuonna teollisuuden varautessa metsäverotuksen siirtymäkauden loppumiseen tuonti kasvoi poikkeuksellisen suureksi, yli 21 miljoonaan kuutiometriin. Metsäteollisuuden ainespuun käytöstä tuontipuun osuus on ollut 2000-luvulla keskimäärin viidennes. Suurimpia muutoksia teollisuuden puun käytön rakenteessa on viimeisten kymmenen vuoden aikana ollut tuontitukin käytön kasvu. Myös kuusikuitupuun ja hakkeen käytössä tuonnin osuus on kasvanut selvästi.

Suomeen tuotavasta puusta noin 80 prosenttia on peräisin Venäjältä. Jo tänä vuonna raakapuun tuonnin ennakoidaan jäävän hieman alle viime vuoden huipputasoon, mutta lähitulevaisuudessa puun tuonti Venäjältä voi supistua huomattavastikin. Tuontipuun hintakilpailuetu on kaventunut, ja esimerkiksi kuusitukin hinta rajalla on ajoittain ylittänyt kotimaan hankintahinnan.

Vaikka Venäjällä on runsaat puuvarat, puuta hakataan vain noin neljännes hakkusuunnitteesta. Hakkuiden lisäämistä rajoittavat muiden muassa maan heikko infrastruktuuri ja huonokuntoinen tieverkosto. Myös kilpailu taloudellisesti saavutettavissa olevasta puusta on Luoteis-Venäjällä lisääntynyt. Venäjän nopeasti kasvava rakennustuotanto lisää puutuotteiden kysyntää ja tukkiraaka-aineen tarve on kasvanut uusien sahaninvestointien myötä. Venäjän liittyminen WTO:hon luo tulevaisuudessa parempia mahdollisuuksia ulkomaisten investointien kasvulle myös Venäjän paperiteollisuuteen, kun tähän asti investoinnit ovat painottuneet puutuoteteollisuuteen. Tämä lisää osaltaan myös raakapuun kotimaista kysyntää.

Ulkomaisten investointien kasvu nostaisi jatkossa Venäjän metsäviennin jalostusastetta. Tämä onkin yhdessä raakapuun vientimäärien alentamisen kanssa ollut Venäjän hallituksen keskeinen tavoite. Venäjän suurimmat vientimaat ovat Kiina ja Suomi, jotka ovat myös investoineet Venäjän puutuoteteollisuuteen. Viime vuosikymmenen puolivälistä lähtien Venäjä on kasvattanut puutuoteteollisuuden vientiä huomattavasti; sahatavaran vienti on kolminkertaistunut ja vanerin vienti on lisääntynyt 50 prosenttia. Samalla kuitenkin raakapuun vienti on koko ajan kasvanut. Puun viennin vähentämiseksi asetettiin kesäkuussa havupuulle 4 €/m<sup>3</sup> vientitulli. Suunnitteilla on jatkaa vientitullien korotuksia, mutta Venäjän WTO-jäsenyys voi hidastaa korotusten täytäntöönpanoa.

### Puun kysyntä keskittyy entistä enemmän kotimaahan - saadaanko puuta?

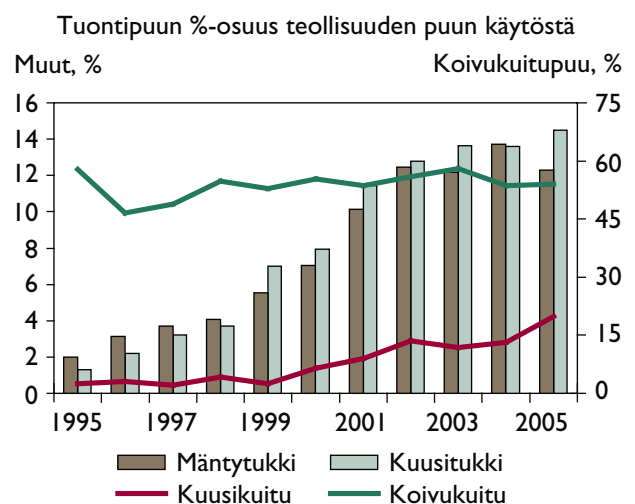
Mikäli puun tuonti Suomeen merkittävästi vähenee, kotimainen teollisuus joutuisi hankkimaan korvaavan määrän puuta kotimaasta. Suomessa puuston vuotuiseksi kasvuksi on arvioitu 97 miljoonaa kuutiometriä, joten nykyisestä tuontimäärästä suuri osa voitaisiin periaatteessa korvata hakkuilla kotimaasta ilman, että kestävä metsätalous oli-

si vaarassa. Tilanne vaihtelee kuitenkin puutavaralajeittain ja alueellisesti. Runsaimmin hakkuumahdollisuuksia on harvennusemetsien mäntykuitupuulla, mutta esimerkiksi koivukuidun tuontia ei pystytä kokonaan korvaamaan kotimaan hankintoja lisäämällä. Varsinkin järeistä kuusitukeista on kotimaassa paikoitellen niukkuutta, jota sahojen pikkutukikilintojen käyttöönotto on helpottanut.

Puuhuoltoa vaikeuttavat myös useat muut rakenteelliset tekijät, kuten konekapasiteetin ja henkilöstön vähäisyys ja yksityismetsien omistuksen pirstaloituminen. Harvennusemetsien korjuun lisääntyessä kone- ja korjuukapasiteettia täytyy lisätä ja ammattitaitoista työvoimaa palkata enemmän. Myös puukauppaa ohjaavaan metsäneuvontaan kohdistuu tulevaisuudessa suuria paineita. Osaltaan tarjontaa ovat kuitenkin jo lisänneet Tapion uudet elokuussa voimaan tulleet metsänhoitosuosituksot, joiden mukaan metsä voidaan uudistaa entistä aikaisemmin ja korjata aiempaa pienempiläpimittaisempaa puuta.

Osa metsäteollisuusyrityksistä on jo varautunut kotimaan puunhankinnan lisäämiseen laajentamalla puunhankinta-alueitaan sekä tehostamalla omia osto-organisaatioitaan metsänhoitoyhdistysten rinnalla. Stora Enso on laajentanut hankinta-alueitaan Länsi-Suomeen, mikä kasvaneen kysynnän ja kilpailun myötä on nostanut alueen kantohintoja. Myös tuotantorakennetta on muutettu, esimerkiksi Stora Enson Oulun sellutehtaan yhden linjan muutos mäntykuitua käyttäväksi.

Raakapuun kysynnän kasvu kotimaassa tuonnin supistuttua merkittävästi vääjäämättä paineita kantohintatason nousuun, koska tarjonnan vastaavaa kasvua on vaikea enää löytää. Myös metsien suojelualan kasvu lisää osaltaan nousupaineita raakapuun hintaan pienentäessään metsätalouden käytettävissä olevaa puuvarantoa. Puukustannusten nousu heikentäisi kannattavuutta erityisesti sahateteollisuudessa, koska siellä raaka-aineen hinta on paperiteollisuutta merkittävämpi kustannustekijä. ■



Lähde: Metla

## Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja

Metla julkaisee Työraportteja-sarjassa tutkimusten ennakkotuloksia, ennakkotulosten luonteisia selvityksiä, esitelmiä, kokouskoosteita ja vastaavia. Sarjassa ei käytetä tieteellistä tarkastusmenettelyä.

## Lapissa hyvät edellytykset matkailun kehittämiseen

Elävä matkailumaisema -selvityksessä on tarkasteltu Suomen Lapissa sijaitsevan Ounasselän alueen matkailumaisemaa, sen muutosta ja tulevia kehitysuuntia. Selvitys osoittaa, että Ounasselän matkailukeskuksilla – Levi, Ylläs, Olos ja Pallas – on kaikki edellytykset kehittää vahvoja, omaleimaisia matkailutuotteita talvi- ja kesämatkailuun.

Uusitalo, Marja, Sarala, Pertti & Tuulentie, Seija (toim.) Elävä matkailumaisema – Ounasselän tunturiseudun sekä Ylläksen ja Levin maisemaselvitys.

[www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp033.htm](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp033.htm)

## Korjureiden hyödyt hakkuussa ja lähikuljetuksessa

Raportissa esitellään muun muassa korjureiden käyttämiä työmenetelmiä ja tuotavuustutkimusten tuloksia sekä kuvataan korjureille sopivien leimikoiden ominaisuuksia ja käsitellään korjurin hankinnan kannattavuutta.

Jylhä, Paula, Väätäinen, Kari, Rieppo, Kaarlo & Asikainen, Antti. 2006. Aines- ja energiapuun hakkuu ja lähikuljetus korjureilla. Kirjallisuuskatsaus.

[www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp034.htm](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp034.htm)

## Matkailu kansallispuistossa tuo työtä paikallisille

Pallas-Ounastunturin kansallispuistomat- kailun aluetaloudelliset vaikutukset ovat paikallisesti mittavat ja antavat positiivisen kuvan luonnon virkistyskäyttöön perustuvan matkailun taloudellisista vaikutuksista.

Huhtala, Maija. 2006. Pallas-Ounastunturin kansallispuiston kävijöiden rahan- käyttö ja sen paikallistaloudelliset vaikutukset.

[www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp035.htm](http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp035.htm)



## Metsätieteen aikakauskirja 3/2006

Metsätieteen aikakauskirja julkaisee tutkimusartikkeleita, katsauksia ja tiedonantoja metsäntutkimuksen alalta sekä muita metsiin ja metsätalouteen liittyviä kirjoituksia. Sarjaa julkaisevat Suomen Metsätieteellinen Seura ja Metla.

Päätoimittajalta. Eeva Korpilahti: Metsäntutkimuksen merkitys ja tutkimukseen tarvittavat voimavarat

Tutkimuksen voimavaroja ja edellytyksiä ei saa ohjata liian voimakkaasti vain lähitulevaisuuden tuotteiden ja kehitysnusteiden näkökulmasta. Rinnalla tarvitaan jatkuvasti vahvaa ja pätevää metsäntutkimusta. Metsäntutkimuksen yksi tärkeimmistä tehtävistä on tuottaa uutta tietoa metsätaloudelle, jonka pitkäjänteisen toiminnan tuloksena syntyvät runsaat, uusiutuvat metsävarat ja mahdollisuudet samanaikaisesti käyttää näitä metsävaroja.

## Tutkimusartikkelit

Juho Rantala & Veli-Matti Saarinen: Istutuskoneinvestointi alueyrittäjän näkökulmasta

Koneellisen metsänistuttamisen yleistymisen näyttää aiempaa todennäköisemmältä. Taloudellisesti kannattava istutuskoneinvestointi edellyttää lähes koneen vuosikasiteettia vastaavan uudistuspinta-alan istuttamista.

Juho Rantala & Harri I. Kulmala: Verkoitumisen nykytilanne, edellytykset ja mahdollisuudet metsätalouden palvelutuotannossa Pirkanmaalla

Metsätalouden palvelutuotannossa on erityyppisiä verkostorakenteita, joiden hyödyntäminen on vasta alussa. Kustannusten hallinnan heikko taso huonontaa verkostoitumiskehitystä.

Teijo Palander & Mika Vainikka: Puutavaran toimittajien ja asiakkaiden yhteistyömahdollisuudet laajavastuisessa urakoinnissa

Tutkimuksessa selvitettiin sekä puutavaran toimittajien että toimittajien ja asiakkaiden välistä yhteistyötä. Itäsuomalaisten kuljetusyrittäjien mielestä kiinnostavin toimittajien välinen yhteenliittymä oli osakeyhtiö.

## Tiedonantoja

Kari Väätäinen, Antti Asikainen & Lauri Sikanen: Metsäkoneiden siirtokustannusten laskenta ja merkitys puunkorjuun kustannuksissa

Myös pienillä metsäkoneyrityksillä on omaa, metsäkoneiden siirroissa käytettävää kuljetuskalustoa. Metsäkoneiden siirtokustannusten osuus oli noin 6–10 prosenttia koneyrittäjän puunkorjuun kokonaiskustannuksista. Alueyrittäjyys voi tarjota uusia keinoja metsäkonesiirtojen kustannustehokkaaseen toteutukseen.

Muissa tiedonannoissa: Pysty- ja maalaho- puuston inventointi relaskooppiotannan avulla ja kaakkoissuomalaisten näkemyksiä kestävästä metsätaloudesta.

Metsätieteen aikakauskirjan tilaukset:

Metla/Susanna Järvinen

p. 010 211 2055

[susanna.jarvinen@metla.fi](mailto:susanna.jarvinen@metla.fi)

Artikkelit luettavissa myös:

[www.metla.fi/aikakauskirja/](http://www.metla.fi/aikakauskirja/)



### Silva Fennica 3/2006

Silva Fennica on kansainvälinen metsätieteen julkaisusarja, jota julkaisevat Suomen Metsätieteellinen Seura ja Metla. Silva Fennicassa julkaistujen tutkimusten suomenkielisiä selosteita on luettavissa Metsätieteen aikakauskirjasta.

#### Alhainen maan lämpötila rajoittaa rauduskoivun kasvua

Rauduskoivu on ilmeisesti herkempi kuin kuusi ja mänty alhaiselle maan lämpötilalle. Maan lämpötilat eivät välttämättä kohoa samassa suhteessa kuin ilman. Tämän vuoksi maan lämpötila on tärkeä ympäristötekijä laadittaessa ennusteita puulajien menestymiselle tulevaisuuden tilastossa.

**Pedro Aphalo, Markku Lahti, Tarja Lehto, Tapani Repo, Aino Rummukainen, Hannu Mannerkoski & Leena Finér:** Responses of silver birch saplings to low soil temperature

#### Mänty ja kuusi uudistuvat luontaisesti metsänrajalla

Männyn ja kuusen luontaista uudistumista tapahtuu jatkuvasti metsänraja-alueilla. Korkea taimikuolleisuus estää silti metsänrajan nopean etenemisen. Kuusen metsänrajalla taimitiheydet ovat huomattavasti suurempia kuin männyn metsänrajalla.

**Vesa Juntunen & Seppo Neuvonen:** Natural regeneration of Scots pine and Norway spruce close to the timberline in northern Finland

#### Metsikön inventoinnin tarkkuutta voidaan parantaa

Kvantiilipuilla – puilla, joiden läpimitta mitataan ja järjestysluku koealalla määritetään silmävaraisesti – voidaan parantaa metsikön inventointitulosten tarkkuutta. Koealan pienimmän puun käyttö kvantiilipuuna paransi inventoinnin tarkkuutta eniten. Jo yhden koealan minimin mittaaminen pienensi metsikön runkoluvun keskivirhettä 8 prosenttia ja energiapuun tilavuuden keskivirhettä 6 prosenttia.

**Lauri Mehtätalo, Matti Maltamo & Annika Kangas:** The use of quantile trees in the prediction of the diameter distribution of a stand

#### Säästöpuiden ja reunametsän kilpailun vaikutus männyn pituusjakaumiin

Männyn pituusjakaumat ilman säästöpuiden ja reunametsän kilpailuvaikutusta olivat melko symmetrisiä, mutta lisääntyvä kilpailu aiheutti jakauman huipukkuuden ja vinouden lisääntymistä.

**Siipilehto Jouni.** Height distributions of Scots pine sapling stands affected by retained tree and edge stand competition.

Silva Fennicassa 3/2006 on yhteensä 12 tutkimusartikkelia. Artikkelit ovat luettavissa myös: [www.metla.fi/silvafennica/](http://www.metla.fi/silvafennica/)

Silva Fennican tilaukset:  
Metla/Susanna Järvinen  
p. 010 211 2055  
[susanna.jarvinen@metla.fi](mailto:susanna.jarvinen@metla.fi)

### Muut julkaisut

#### METSO-ohjelman arvioinnin loppuraportti

Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelma on osoittautunut menestykseksi. Uudet vapaaehtoiset suojelukeinot sopivat hyvin metsiensuojeluun.

Syrjänen, K., Horne, P., Koskela, T. & Kumela, H. 2006. METSO:n seuranta ja arviointi. Etelä-Suomen metsien monimuotoisuusohjelman seurannan ja arvioinnin loppuraportti. Luonnos 3.11.2006. [www.mmm.fi/metso/ASIAKIRJAT/METSO-loppuraportti\\_031106.pdf](http://www.mmm.fi/metso/ASIAKIRJAT/METSO-loppuraportti_031106.pdf)



#### Kolilla suojellaan kulttuuriperintöä

Kolin Ryyränen -teos esittelee kulttuurihistoriallisesti arvokkaan Ryyränen talon menneisyyttä ja entisöinnin. Entisöidystä rakennuksesta on tullut monipuolinen kulttuurikeskus Kolin kylään.

**Karttunen, O. ja Lovén L.** 2006 (toim.). Kolin Ryyränen. 10 vuotta Kolin kulttuuriperinnön suojelua. Metla ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.

Tilaukset: Luontokeskus Ukko, puhelin 010 211 3200 tai sähköposti [ukko@koli.inet.fi](mailto:ukko@koli.inet.fi).





# METLA

## TUTKIMUSTIETOA METSÄSTÄ

Metla on yli 900 hengen asiantuntijaorganisaatio, jolla on yhdeksän yksikköä eri puolilla Suomea sekä lähes koko maan kattava tutkimusmetsäverkosto. Metlan tehtävänä on edistää tutkimuksen keinoin metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää hoitoa ja käyttöä. Maa- ja metsätalousministeriön alaisuudessa toimiva Metla on Euroopan suurin metsätutkimusorganisaatio. Vuonna 1917 perustetulla Metlalla on suuri määrä pysyviä koealoja ja niistä kerättyjä laajoja mittausaineistoja. Tutkimuksen ja tietovarantojen hallinnoinnin lisäksi Metla laatii ennusteita muun muassa metsien terveydentilasta ja puukaupasta. Metla hallinnoi myös Kolin kansallispuistoa, Mallan ja Vesijaon luonnonpuistoja sekä useita pienempiä luonnonsuojelualueita.

[www.metla.fi](http://www.metla.fi)

