

Metsän tutkimus

Nro 1/2007

2/2007

3/2007

2007

*Ilmastonmuutoksen
vaikutukset puihin*

*Miten syntyy
hyvä päätös?*

Tietotekniikkaa
metsiin



Yksilöiden välistä luontaista muuntelua aiheuttavat geenit löytyvät kandidaattigeenejä tutkimalla

Metsänjalostajat ovat jo kauan arvioineet geneettisen muuntelun määrää puissa ja havainneet sitä olevan runsaasti monessa sopeutumisen kannalta tärkeässä tai taloudellisesti kiinnostavassa ominaisuudessa. Muuntelun geneettisen perustan selvittämiseen voidaan nyt käyttää menetelmiä, jotka ovat jo käytössä esimerkiksi lääketieteellisen genetiikan puolella.

Kasvien molekyylibiologisissa tutkimuksissa on löydetty useiden tärkeiden ominaisuuksien taustalta biosynteesiketjuja, jotka ovat osoittautuneet myös eri lajien välillä samankaltaisiksi. Näiden tutkimuksien perusteella on valittu ns. kandidaattigeenejä, joissa esiintyvää geneettistä muuntelua verrataan assosiaatioanalyysin avulla yksilöiden ulkoasun muunteluun. Näin voidaan päätellä, mikä kohta tärkeässä geenissä aiheuttaa havaitun fenotyypin muuntelun.

Metsäntutkimuslaitoksen metsägenetiikan ryhmä ja Upsalan yliopiston kasviekologit onnistuivat selvittämään luontaisen sopeutumismuuntelun geneettisen perustan assosiaatioanalyysin avulla. Tutkimuksia, joissa on menestyksekkäästi yhdistetty geneettiset menetelmät ja ekologinen tieto luonnonpopulaatioista, on julkaistu vielä suhteellisen vähän.

Menetelmää testattiin käyttämällä kasvimolekyylibiologian mallilajin *Arabidopsis thaliana* lähisukulaista *A. lyrata*. Tutkimuksessa osoitettiin, että kasvien karvaisuus on vallinnan alainen ominaisuus, ja että ominaisuuden muuntelua säätelee *A. thaliana*sta löydetty geeni **GLABROUS1**. Saman geenin eri mutaatiot selittivät muuntelua sekä lajin sisällä että lähilajien välillä. Tämä tukee viime aikoina esitettyä ajatusta, että muutamat tärkeät säätelygeenit voivat selittää suurelta osin ominaisuuksien muuntelua.

Tämänkaltaiset tulokset lisäävät kandidaattigeenilähestymistavan kiinnostavuutta myös metsägenetiikassa. Meneillä onkin jo tutkimuksia, joissa assosiaatioanalyysi ja kandidaattigeenien tutkiminen ovat lähtökohta metsäpuiden kasvuun ja menestymiseen vaikuttavien ominaisuuksien geneettisen perustan ymmärtämiselle.

Julkaisu: Kivimäki, M, Kärkkäinen, K, Gaudeul, M, Løe, G, Ågren, J. 2007. Gene, phenotype and function: **GLABROUS1** and resistance to herbivory in natural populations of *Arabidopsis lyrata*. *Molecular Ecology* 16 (2), 453–462.

Strategisen huippuosaamisen keskittymän aiesopimus allekirjoitettu

Metsäklusterin strategisen huippuosaamisen keskittymän aiesopimus allekirjoitettiin viime vuoden lopulla. Keskittymän tavoitteena on edistää metsäklusterin uudistumista ja kilpailukykyä. Keskittymän avulla luodaan edellytyksiä johtavien yritysten sekä julkisten innovaatio- ja tutkimusorganisaatioiden pitkäjänteiselle yhteistyölle. Näin tuotetaan tutkimuskokonaisuuksia sekä edesautetaan resurssien tehokasta yhdistämistä ja kohdistamista halutuille aihealueille.

Ensi vaiheessa mukaan lähtevät metsäteollisuusyritysten lisäksi kone- ja laitevalmistajat, kemianteollisuus, viestintäalat, VTT, Metla ja alan tutkimuksen kannalta keskeiset yliopistot ja korkeakoulut. Rahoittajina mukana ovat Tekes ja Suomen Akatemia. Tavoitteena on, että huippuosaamisen keskittymä saadaan perustettua ja toiminta käynnistettyä tänä vuonna.

Yhteistyöhanke kehittää Itä-Afrikan savannimetsien kasvatusmenetelmiä

Metlan vetämässä hankkeessa pyritään kehittämään Itä-Afrikan savannimetsien kasvatusmenetelmiä. Paikallisten puulajien kasvattaminen voi olla tärkeä keino Itä-Afrikan metsäsavannien ekosysteemien tilan parantamiseen, maaseudun elinkeinojen

kehittämiseen sekä metsävarojen kestävä käytön edistämiseen. Se on perinteisiin puuplantaaseihin verrattuna varsin vähän tutkittu ja hyödynnetty vaihtoehto.

Hanke saa tukea Euroopan unionilta ja siinä on mukana tansanialaisia, suomalaisia

ja ruotsalaisia tutkijoita, metsäammatilaisia sekä paikallisia maanviljelijöitä ja kyläyhteisöjen jäseniä.

Lisätietoja: www.metla.fi/hanke/8512/

Pintakasvillisuuden torjunnalla hyvään pellonmetsitystulokseen

Onnistunut pintakasvillisuuden torjunta peltonmetsityksen yhteydessä lisää männyn kasvua ja vähentää kuolleisuutta. Kookkaat kuusentaimet voivat säilyä hengissä tiheässäkin kasvillisuudessa, mutta myös niiden kasvu hidastuu.

Tehokkaimmaksi torjunta-aineeksi osoitettiin jo markkinoilta poistunut terbutylatsiini. Sillä saavutettiin männynllä 11 vuotta kestäneessä seurannassa lähes kaksinkertainen puuston tilavuus käsittelemättömiin koeloihin verrattuna.

Pintakasvillisuuden kilpailu hidasti männyn pituus- ja tilavuuskasvua sekä lisäsi kuolleisuutta. Mäntyjen kuolleisuus kääntyi jyrkkään nousuun vasta, kun pintakasvillisuuden peittävyys ylitti 60 prosentin tason. Kuusen kuolleisuuden pintakasvillisuuden peittävyys ei sen sijaan vaikuttanut. Paras tulos saavutettiin torjunta-aineilla, jotka vaikuttivat vähintään 2-3 vuoden ajan. Glyfosaattivalmisteiden vaikutus kesti ainoastaan yhden kasvukauden ajan, mikä jälkeen lähinnä yksivuotiset rikkakasvit valtasivat alan.

Metsäsertifiointikriteerien mukaan kemiallisia torjunta-aineita voidaan käyttää vain pakottavissa tapauksissa, esimerkiksi pintakasvillisuuden torjunnassa metsänuudistamisaloilla. Tehokas pintakasvillisuuden torjunta on erityisen tärkeää metsitetyillä pelloilla, sillä peltomaassa on runsaasti itämiskykyisiä rikkakasvien siemeniä vuosikymmeniä jatkuneen maanviljelyn jälkeen. Kemiallisten rikkakasvien torjunta-aineiden metsätalouskäyttö on Suomessa loppunut lähes kokonaan. Havupuilla voidaan käyttää glyfosaatin lisäksi ainoastaan sykloksidiimia, joka hyväksyttiin vasta hiljattain metsäkäyttöön.

Kemiallisten torjuntakeinojen käytyä vähiin on syytä harkita myös muita tapoja turvata taimien alkukehitys. Esimerkiksi siirtyminen suurempiin taimiin voisi parantaa metsitystulosta. Myös vaihtoehtoisten menetelmien kehittämistä kannattaa jatkaa.

Kokeessa selvitettiin pintakasvillisuuden kilpailun ja erilaisten torjuntamenetelmien vaikutusta männyn ja kuusen taimien kehitykseen 6-11 vuoden seurantajaksoilla. Taimet istutettiin keväällä 1991 Vilppulassa sijaitsevalle täysmuokatulle (kyntö ja äestys) kivennäismaapellolle.

Julkaisu: Jylhä, P. & Hytönen, J. 2006. Effect of vegetation control on the survival and growth of Scots pine and Norway spruce planted on former agricultural land. Canadian Journal of Forest Research (36): 2400–2411. <http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/>



Metla/Erkki Oksanen

Pihkan ja katajan mahdollisuudet mikrobitorjunnassa selvitetään

Metlassa on aloitettu tutkimus, jossa selvitetään havupuupihkan ja katajan mikrobikasvua ehkäiseviä toimintamekanismeja, kemiallista koostumusta ja käyttökelpoisuutta mikrobitorjunnassa. Tutkimuksessa kehitetään myös pihkan ja katajan keruu- ja esikäsittelymenetelmiä.

Tutkimustuloksia käytetään pohjatietona havupuupihkasta ja

katajasta jalostettavien tuotteiden kehittämiseen. Pihkalla ja katajan uuteaineilla on tunnetusti mikrobikasvustoa hidastavia ja ehkäiseviä ominaisuuksia. Näitä ominaisuuksia voidaan hyödyntää muun muassa terveydenhoidossa, elintarviketeollisuudessa ja kasvinsuojelussa.

Tutkimuksen päärahoittaja on Tekes, ja se toteutetaan yhteistyössä useiden luonnontuotealan toimijoiden kanssa.

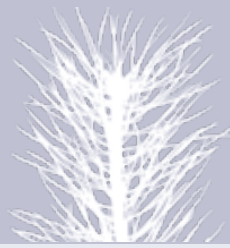
Lisätietoja: www.metla.fi/hanke/7246/

Ylläksen ja Levin asukkaat tyytyväisiä matkailukyliinsä

Levin ja Ylläksen kylien asukkaat ovat tyytyväisiä matkailun ehdoilla kehittyneisiin kyliinsä. Kuitenkin tulevaisuus arveluttaa, ja kasvua halutaan myös jarruttaa. Tyytyväisyyden aiheita ovat työpaikat, palvelut ja kylän elämän vilkastuminen. Monet olivat sitä mieltä, että ilman matkailua heidän kotikylänsä olisi kuollut kylä.

Kyläläiset haluavat olla mukana kylien kehittämisessä. Heidän mielestään uusien palvelujen ja mökkirakentamisen sijaan tulisi panostaa palvelujen laatuun, toimivuuteen ja monipuolisuuteen. Molempien keskusten majoituskapasiteetti on suunnitelmassa ainakin kaksinkertaistaa nykyisestä vähintään noin 35 000 vuodepaikkaan.

Julkaisu: Sippola, Salla. 2007. Vilkaan matkailukeskuksen asukkaana. Kysely Ylläksen ja Levin paikallisväestölle. www.arcticcentre.org



Tervasroso-sienet lisääntyvät tehokkaasti useissa kasvilajeissa Suomessa

Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) tutkimuksessa selvitettiin Suomessa yleisten tervasroso-sienten (*Cronartium flaccidum*, *Peridermium pini*) ja tulokaslaji valkomännyn tervasrosan (*C. ribicola*) leviämispotentiaalia väli-isäntäkasvikokein. Aikaisempien tulosten perusteella löydettiin tervasrosolle uusina väli-isäntäkasveina maitikoiden suvusta kangasmaitikka, lehtomaitikka ja peltomaitikka. Jo tunnetuista väli-isännistä käärmepistonyrhti ja metsämaitikka osoittautuivat hyvin alttiiksi tervasrosolle. Sen sijaan kaikki tervasrosan väli-isäntäkasvit osoittautuivat erittäin kestäviksi valkomännyn tervasrosaa vastaan. Pohjoissuomalaiset tervasrosan sienikannat tartuttivat useampia testikasvilajeja kuin vastaavat eteläsuomalaiset sienikannat.

Tuoreiden tulosten perusteella kaikki testatut Suomessa yleisesti viljellyt mustaherukkalajikkeet osoittautuivat hyvin alttiiksi eri valkomännyn tervasroso-kantoja

kohtaan. Yleisimmät viljellyt punaherukkalajikkeet sen sijaan olivat verrattain kestäviä testattuja sienikantoja vastaan. Muista testatuista herukkalajeista muun muassa karviaislajikkeet olivat hyvin kestäviä valkomännyn tervasrosaa vastaan. Suurin osa koristeherukkalajeista osoittautui sen sijaan hyvin alttiiksi sitä kohtaan. Kaikki testatut herukkalajit osoittautuivat täysin kestäviksi tervasroso-sientä (*C. flaccidum*) kohtaan.

Koesarjan tulosten perusteella maitikat voivat toimia merkittävänä tervasroso-sienen väli-isäntäkasveina ja mahdollisina epidemioiden lähteinä. Etenkin metsämaitikka on hyvin altis väli-isäntäkasvi tervasrososienelle. Meillä viljeltävät mustaherukkalajikkeet voivat myös toimia merkittävänä valkomännyn tervasroso-epidemioiden lähteinä niiden suuresta taudinalttiudesta johtuen. Uusi tieto meillä yleisten väli-isäntäkasvien alttiudesta tervasroso-sienille antaa perustietoa epidemioiden vaikuttavista tekijöistä.

Tervasroso on yksi yleisimpiä männyn sienitauteja maassamme. Se on aiheuttanut viime vuosina merkittäviä tautiepidemioita myös muun muassa Pohjois-Ruotsissa. Pahoja tuhoja viljellyissä viisneulamänniköissä Keski-Euroopassa aiheuttanut valkomännyn tervasroso on sitä vastoin Suomessa tulokaslaji. Merkittävimmät tuhot sieni aiheuttaa kuitenkin viisneulamänniköissä Pohjois-Amerikassa. Monivuotisissa Metlan koesarjoissa on tartutettu rinnan tunnettuja ja potentiaalisia tervasrosan ja valkomännyn tervasrosan väli-isäntäkasveja eri maantieteellisistä sienipopulaatioista kerätyllä itiömateriaalilla laboratorioissa ja kasvihuoneessa.

Julkaisut: Kaitera, J. & Nuorteva, H. 2006. Susceptibility of *Ribes* spp. to pine stem rusts in Finland. *Forest Pathology* 36: 225–246.

Kaitera, J. & Nuorteva, H. 2006. Finnish *Cronartium ribicola* does not infect alternate hosts of *Cronartium flaccidum*. *Forest Pathology* 36: 247–252.

Lisätietoja: www.metla.fi/hanke/3299/



Metla/Erkki Oksanen

laatua voidaan parantaa säilyttämällä mäensiluetit yhtenäisinä, välttämällä pystysuoria muotoja sekä jättämällä suojavyöhykkeitä rantametsien hakuissa.

Metsäammattilaisten, pääkaupunkiseudun asukkaiden, ympäristösuojelijoiden, matkailijoiden, paikallisten asukkaiden ja metsänomistajien maisemapreferenssit metsänuudistamisen ja pellonmetsitysten suhteen olivat hyvin samankaltaisia. Kuitenkin ne ryhmät, jotka saavat ainakin osan elannostaan metsästä pitivät metsänhakkuita esittävästä kuvista hieman enemmän kuin muut ryhmät. Nämä tulokset tukevat oletusta, että maisemapreferenssit ovat laajalti yhteneväisiä ainakin yhden kansan tai kulttuurin keskuudessa, mutta myös viiteryhmä saattaa vaikuttaa preferensseihin jonkin verran.

Eeva Karjalaisen väitöskirjassa tutkittiin ihmisten maisemallisia arvostuksia metsänuudistamishakkuiden ja pellonmetsitysten suhteen sekä analysoitiin näiden yhteyksiä maisemanhoito-ohjeisiin, vaihtoehtojen ekologiseen terveyteen ja preferenssejä ennustaviin teorioihin.

Julkaisu: Karjalainen, E. 2006. The visual preferences for forest regeneration and field afforestation – four case studies in Finland. University of Helsinki, Faculty of Biosciences. *Dissertationes Forestales* 31. www.metla.fi/dissertationes/df31.htm

Väitös: Metsänuudistamisen maisemavaikutuksia voidaan lieventää

Ihmiset eivät pidä muutoksista maaseutuympäristössä vaan kokevat metsänuudistamisen ja pellonmetsityksen maisemallisesti häiritseviksi. Kuitenkin jo pienet

muutokset metsänuudistamis- tai pellonmetsitystavassa voivat parantaa toimenpiteiden visuaalista laatua. Uudistusala voidaan sulauttaa ympäröivään maisemaan rajaamalla uudistusala pieneksi, välttämällä maanmuokkausta ja hakkuutahteita sekä jättämällä varttuneita hyväkuntoisia puita yksitellen uudistusalalle. Kaukomaisemassa hakkuiden visuaalista

Tuhka- ja typpilannoituksen yhteisvaikutus kangasmailla

Kangasmailla puuston kasvua eniten rajoittava ravinne on typpi. Typpilannoituksen kasvua lisäävä vaikutus kestää vajaat 10 vuotta.

Muhoksella kuivalla mäntykankaalla kokeiltiin pelkän typpilannoituksen ohella typen ja puuntuhan yhdistelmää. Sillä aikaansaatu kasvuvaihtelu jatkui vielä sen jälkeen kun typen välikon vaikutus oli loppunut. Epäselvää toistaiseksi on, onko pitkäaikaiseen, yli 20 vuotta kestäneeseen kasvunlisäykseen syynä tuhkan ja typen yhteisvaikutus vai tuhkan ajan myötä esille tuleva maanparannusvaikutus.

Tuhkalannoitus parantaa puiden kasvua selvästi turvemilla, joilla on pulaa varsinkin kaliumista. Kangasmailla sen sijaan on puute pääasiassa typestä ja sitä tuhka ei sisällä. Kangasmailla tuhka ei ole myöskään parantanut typen saatavuutta. Tuhka ei olekaan lisännyt puuston kasvua karuilla typpitaloudeltaan huonoilla kankailla. Kangasmetsissä kasvunlisäyksen aikaansaaminen näyttäisikin yleensä edellyttävän tuhkan ohella myös typpilisyästä.

Typpilannoituksella ei ollut vaikutusta maan happamuuteen. Humuskerroksen ja kivennäismaan kalsiumin ja magnesiumin määrissä tuhkan vaikutus näkyi suurimmalla tuhka-annoksella vielä 23 vuoden jälkeen.

Julkaisu: Saarsalmi, A., Kukkola, M., Moilanen, M. & Arola, M.. 2006. Long-term effects of ash and N fertilization on stand growth, tree nutrient status and soil chemistry in a Scots pine stand. *Forest Ecology and Management* 235 (1–3): 116–128. www.sciencedirect.com

Väitös: Hybridihaavasta saadaan juuripistokasmenetelmällä runsaasti taimia

Niina Stenvallin väitöskirjan mukaan nopeakasvuista hybridihaavasta saadaan juuripistokasmenetelmällä jopa yli 200 tainta vuodessa.

Käytännössä kaikki haavan juuriston osat soveltuvat pistokasmateriaaliksi, mutta parhaita ovat halkaisijaltaan alle yhden cm juuripistokkaat, sillä juurtumiskyky heikkeni pistokkaiden halkaisijan kasvaessa. Pohjalämmön käyttö juuripistokkaiden kasvatuksessa paransi versoontumista ja juurtumista sekä nopeutti versoontumista. Pistokkaiden versoontuminen valossa oli nopeampaa, mutta toisaalta ne juurtuivat paremmin pimeässä.

Paperiteollisuus tarvitsee nopeakasvuista hybridihaapaa (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) hienopaperin valmistukseen. Hybridihaavan viljelyä pitäisikin lisätä, ja taimituotantoa kehittää ja tehostaa teollisuuden tarpeita vastaavaksi. Hybridihaapayksilöiden välillä on kuitenkin huomattavia eroja puuaineen ominaisuuksissa ja vain osa puista täyttää paperiteollisuuden laatuvaatimukset.

Hybridihaapaa voidaan lisätä suvullisesti (siemenet) ja kasvullisesti (esim. pistokkaat), mutta vain kasvullisesti lisäämällä saadaan tuotettua täysin emonsa kaltaisia ja paperinvalmistuksen kriteerit täyttäviä taimia.

Julkaisu: Stenvall, N. 2006. Multiplication of hybrid aspen (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.) from cuttings. *Dissertationes Forestales* 33. www.metla.fi/dissertationes/df33.htm



Metla/Erkki Oksanen

Metsänuudistamistuloksen ennustamiseen uusia malleja

Metsänuudistamistuloksen ennustamiseen on laadittu malleja, joilla kuvataan eri uudistamismenetelmillä aikaansaatuja taimikoiden välisiä eroja. Mätästys osoittautui tehokkaimmaksi maanmuokkausmenetelmäksi kuusen istutusaloilla. Uudistamistuloksessa on kuitenkin runsaasti satunnaista vaihtelua, jota ei voida ennustaa uudistamismenetelmää ja kasvupaikkaa kuvaavilla tunnuksilla.

Uudistamistulosta kuvaavat mallit voidaan liittää metsänhoidon suunnittelun laskentaohjelmistoihin, joita käytetään metsänomistajien neuvonnassa ja päätöksenteon apuvälineenä. Laskentaohjelman tulisi ennustaa eri uudistamismenetelmillä tarkasteltavalle kohteelle odotettavissa oleva uudistamistulos ja sen vaihtelu sekä taimikon tuleva kehitys ja hoitotarve.

Metsän uudistamistulosta ennustavat mallit voidaan liittää myös metsäsuunnitteluohjelmistoihin, joilla simuloidaan eri-

laisten metsänkäsittelyvaihtoehtojen vaikutusta metsän kasvuun ja kehitykseen seuraavien 10 – 20 vuoden aikana. Metsäsuunnittelussa käytettävien ohjelmistojen tulisi pystyä ehdottamaan tarkasteltavalle kuviolle parhaiten soveltuvaa uudistamismenetelmää ja ennustamaan uudistamismenetelmän tuottaman uudistamistuloksen ja aiheuttamat kustannukset.

Julkaisu: Jari Miina & Timo Saksa. 2006. Predicting regeneration establishment in Norway spruce plantations using a multivariate multilevel model. *New Forests* 32(3): 265–283. www.springerlink.com



Neulasten väri kertoo mäntyjen ravinnetilasta suometsissä

Metlassa on kehitetty menetelmä, jossa neulasten värin mittauksella voidaan arvioida mäntyjen ravinnetilaa. Tutkimuksessa mitattiin neulasten väri värimittarilla ja

analysoitiin neulasten ravinnepitoisuudet. Tulosten perusteella selvitetiin, soveltuuko neulasten värimittausmenetelmä suometsien mäntyjen ravinnetilan arviointiin.



Metla/Erkki Oksanen

Tutkimuksessa ilmeni, että neulasten värin avulla pystytään melko hyvin erottelemaan männyn fosforin ja kaliumin samanaikainen puutos. Neulasten kärkien väri kuvasi ravinteiden niukkuutta paremmin kuin neulasten tyven väri. Neulaset, etenkin niiden kärki, olivat keltaisempia, kun niissä todettiin kaliumin puute. Typen ja boorin puutosta ei tutkimuksessa kuitenkaan voitu neulasten värin avulla tunnistaa. Ravinteiden niukkuuden lisäksi myös muut tekijät, kuten kuivuus, voivat muuttaa neulasten väriä.

Ravinneanalyysiä varten neulasnäytteet on otettava talviaikana. Jatko-tutkimuksissa selvitetään, voidaanko puiden ravinnetilaa tarkastella luotettavasti neulasten väriin perusteella jo syksyn aikana, jolloin metsäsunnittelu tehdään. Tutkitut neulasnäytteet olivat peräisin Kalajokilaakson metsänhoitoyhdistyksen toiminta-alueen suometsistä.

Julkaisu: Hytönen, J. & Wall, A. 2006. Foliar colour as indicator of nutrient status of Scots pine on peatlands. *Forest Ecology and Management* 237 (1–3): 156–163. www.sciencedirect.com

Metsätalouden suunnitteluun malleja puun käyttöominaisuuksista

Monitieteinen suomalais-ruotsalainen tutkimusryhmä kehitti ja testasi malleja, joiden avulla voidaan kuvata puun käyttöominaisuuksia erilaisissa metsätalouden suunnitellutehtävissä. Osana suunnitteluohjelmistojen (MELA Suomessa ja Heureka Ruotsissa) mallit tulevat jatkossa palvelemaan entistä laajemmin metsien käsittelyn, puunhankinnan ja puukaupan suunnittelussa.

Ensimmäisessä sovelluksessa kehitettiin Metsäntutkimuslaitoksen (Metla) MELA-ohjelmistoon perustuvaa metsätalousmallia. MELA-ohjelmistossa otettiin käyttöön uusi menetelmä hakkuumahdon ja -reservin laskemiseksi. Uudistetulla ohjelmistolla ja VMII0-aineistolla tehtiin laskelmia metsänhoitosuosituksen uudistuksen vaikutuksesta nykyisiin ja tuleviin hakkuumahdollisuuksiin. Metsänkäsittelystrategioiden analysointia varten mallinnettiin metsätuhojen riskiä ja vaikutuksia. Kansallisia laskelmia varten selvitetiin myös teollisuuden käyttöpuun glo-

baalia kysyntää ja puustamaksukykyä metsä- ja puutuoteteollisuuden eri aloilla.

Toisessa sovelluksessa kehitettiin puunhankinnan suunnitteluun Ruotsin Maatalousyliopiston (SLU) ja Metsäntutkimuslaitoksen (SkogForsk) yhteisen Heureka-ohjelmiston kanssa yhteensopiva puun ominaisuuksia kuvaava malliperhe, jonka avulla voidaan kohdentaa metsistä hakattava puu loppukäytön kannalta optimaalisesti.

Kolmannessa sovelluksessa kehitettiin puukaupan strategiseen suunnitteluun malli, jonka avulla voidaan tarkastella vaihtoehtoisten puutavaralajimäärittelyjen eli katkontaohjeiden vaikutuksia leimikoiden arvoon puunmyyjien ja ostajien kannalta. Samalla tehtiin herkkyyksianalyseja leimikkotekijöiden sekä puutavaralajien yksikköhintojen ja puutuoteteollisuuden tuotehintojen, sivutuotehyvitysten, raaka-aineen käyttösuhteen ja valmistuskustannusten vaikutuksista leimikoiden arvoon.

Lisätietoja:
www.metla.fi/hanke/3002/
www.metla.fi/hanke/3357/
www.metla.fi/ohjelma/mts/
www.metla.fi/ohjelma/pkm/
www.woodwisdom.fi

Lahovikaisen kuusikon harvennus voi nopeuttaa juurikäävän leviämistä

Lahovikaisten kuusten poistaminen voimakkaissa ja usein toistuvissa harvennushakkuissa voi lisätä kuusikoiden lahoisuutta huolimatta siitä, että kaatopintojen tartunnoilta ja korjuuvaurioilta vältyttäisiin. Suurimpana syynä lahovikaisten puiden osuuden lisääntymiseen on juurikäävän leviäminen harvennuskantojen juurista pystypuihin. Tämä tartuntatyyppi on selvästi yleisempi kuin sienien leviäminen pystypuusta toiseen. Sen syynä on sienirihmastoon nopeampi eteneminen kantojen juurissa verrattuna elävien pystypuiden juuriin. Niissä puun torjuntamekanismit hidastavat sienien kasvua.

Juurikäävän leviämistä kahdessa peräkkäisessä kuusisukupolven kartoitettiin Metlan Ruotsinkylän tutkimusalueelle perustetussa koe-



Metla/Erkki Oksanen

Väitös: Uusi menetelmä boreaalisten metsien hiilitasapainon arviointiin

Tutkija Petteri Muukkonen väitöskirjatutkimuksessa kehitettiin menetelmiä boreaalisten kivennäismailla sijaitsevien metsien kasvillisuuden ja maaperän hiilimäärän arvioimiseksi. Nyt kehitettyjen menetelmien avulla valmis metsäinventointitieto eli tieto metsien puuston tilavuudesta ja iästä muunnetaan metsäkasvillisuuden hiilimääräksi.

Joka vuosi metsien puuston hiilimäärästä osa kuljetetaan hakkuiden jälkeen puutavarana metsistä pois ja osa puolestaan varisee

karikkeena maahan maaperäeliöstön hajotettavaksi. Hajoavasta karikkeesta vapautuu siten hiiltä taas pikkuhiljaa takaisin ilmakehään. Tätä kutsutaan metsien hiilenkierroksi ja hiilitasapainoksi. Nyt tehdyssä tutkimuksessa tarjotaan menetelmiä koko tämän hiilitasapainon laskemiseksi.

Kohonneen ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden alentamiseksi on pohdittu muun muassa hiilen sitomista fotosynteesin avulla metsäkasvillisuuteen. Tämän takia teollisia ja poliittisia tarkoituksia varten tarvitaan alueellisia vertailukelpoisia arvioita metsien hiilitasesta.

Saatuja tuloksia voidaan soveltaa Kioton sopimuksen ja YK:n edellyttämässä hiilitaseraportoinneissa. Tulokset soveltuvat laajojen alueiden hiilitaseiden arviointiin silloin, kun saatavilla on valmista metsäinventointiaineistoa kuten esimerkiksi metsätilastoja. Mikäli tällaista tietoa ei ole saatavilla, voidaan alustavia arvioita tehdä myös tässä tutkimuksessa esitettyjen satelliittiaineistojen avulla.

Julkaisu: Muukkonen, Petteri 2006. Forest inventory-based large-scale forest biomass and carbon budget assessment: new enhanced methods and use of remote sensing for verification. University of Helsinki, Faculty of Science. www.metla.fi/dissertationes/df33.htm

Kasvihuonekaasuintentoinnin kansainvälinen ohjeisto julkaistu

Kansainvälinen Ilmastopaneeli (IPCC) on hyväksynyt uudistetun kansallisten kasvihuonekaasuintentoitien ohjeiston. Nyt ilmestynyt uusi ohjeisto pyrkii selkeyttämään laskentaohjeita uusimman tutkimustiedon avulla. Ohjeisto käsittää energian tuotannon, teollisuustuotannon, maankäytön ja jätehuollon päästöjen erityiset inventointimenetelmät.

YK:n ilmastonmuutosta koskevan puitesopimuksen (UNFCCC) allekirjoittajamaat Suomi mukaan lukien käyttävät ohjeistoa vuotuisten raporttiansa pohjana. Suomessa raportointia koordinoi Tilastokeskus. Metsäntutkimuslaitos (Metla) vastaa metsämaiden kaasutaseiden raportoinnista ja eräiden muidenkin maaluokkien pinta-alojen seuraamisesta.

Lisätietoja:
www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/

metsikössä. Juurikäpäsylöt (genotyyppi) tunnistettiin kahtena ajankohtana: 43-vuotiaan metsikön ensiharvennuksen yhteydessä sekä 13 vuotta ensiharvennuksen jälkeen. Itiötartuntojen syntyminen harvennuksen seurauksena pyrittiin estämään tekemällä hakkuu talvella ja

välttämällä jäävän puuston vaurioittamista.

Ensiharvennuksen aikaan 9 prosenttia kuusista oli juurikäävän lahottamia. Valtaosa tartunnoista (n. 83 prosenttia) oli peräisin edellisen puusukupolven lahoista kannoista. Uusia itiötartuntoja ei

harvennushakkuun seurauksena syntynyt, mutta juurikäävän lahottamien kuusten osuus lisääntyi harvennuksen jälkeen 13 vuodessa 16 prosenttiin.

Lahovikaisen kuusten poistaminen voimakkaissa ja usein toistuvissa harvennushakkuissa voi

näin ollen lisätä kuusikoiden lahoisuutta huolimatta siitä, että kaatopintojen tartunnoilta ja korjuuvaurioilta vältyttiin. Toisaalta lahovikaisuus uudessa 56 vuoden ikäisessä kuusisukupolvessa ei ollut suurempi kuin edellisen sukupolven päätehakkuussa.

Tulosten perusteella on odotettavissa että juurikäävän aiheuttama lahovikaisuus peräkkäisissä kuusisukupolvissa voidaan pitää kohtuullisen alhaisena, mikäli harvennusten lukumäärä pidetään pienenä ja juurikäävän itiötartunta kantoihin ja juuristoon estetään. Itiötartunta voidaan torjua tekemällä hakkuut talvella tai käsittelemällä kannot torjunta-aineella kesähakkuissa sekä välttämällä juuristojen vaurioitumista.

Kasvupaikalla esiintyvien juurikäpäsylöiden eliniäksi arvioitiin lähes 200 vuotta.

Julkaisu: Piri, T. & Korhonen, K. 2007. Spatial distribution and persistence of *Heterobasidion parviporum* genets on a Norway spruce site. *Forest Pathology* 37(1): 1–8. www.blackwell-synergy.com



Metla/Erkki Oksanen

Maaliskuu/2007
ISSN 1455-0393

TOIMITUS/JULKAISIJA

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

VT. PÄÄTOIMITTAJA

Sinikka Jortikka
puhelin 010 211 4544

TOIMITUSSIHTEERIT

Marjatta Joutsimäki
puhelin 010 211 2037
Sanna Musto
puhelin 010 211 2017

KIRJOITTAJAT

Hannu Raitio, Sanna Kondratjeff, Kari Mielikäinen, Marjatta Joutsimäki, Riitta Hänninen, Jari Viitanen, Elissa Halén, Mika Mustonen, Yrjö Sevola, Sirpa Kotikangas-Venäläinen, Mirja Vuopio, Liina Kjellberg (Metsäkustannus), Sinikka Jortikka

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

PIIRROKSET

Jouni Hyvärinen
Simo Koivunen
Anna Seppo

KANSI

Kuva: Erkki Oksanen
Design: Jouni Hyvärinen

PAINOPAikka

Esa Print Oy, Lahti



Ilmastonmuutos s.10

Sisältö

- 9 Pääkirjoitus
- 10 Ilmastonmuutos vaikuttaa metsäpuiden kasvuun ja rakenteeseen
- 14 GFIS – kansainvälistä metsätietoa netissä
- 18 Miten syntyy hyvä päätös?
- 22 Ympäristönäytteet tarkastelun kohteena
- 24 Vanhimmat maastokokeet melkein 90 vuotiaita
- 28 Suomi tuo tietotekniikkaa metsiin

Palstat

- 2 Uutisia
- 13 Kolumni
- 17 Markkinakatsaus - Metsäteollisuus
- 21 Markkinakatsaus - Puumarkkinat
- 33 Aloitetut tutkimusohjelmat ja -hankkeet
- 34 Julkaisut

Metla 90 vuotta
juttusarja alkaa
s.24



Metlan tutkimustoiminta laajaa ja vaikuttavaa epävarmoista ajoista huolimatta

Suomalaisten hyvinvointi ja elinkeinojen kilpailukyky ovat perustuneet kautta aikojen uuden tiedon tuottamiseen ja sen hyödyntämiseen. Olemme siirtymässä entistä tietointensiivisempään kehitysvaiheeseen. Metsiemme käyttö eri aikakausina on oiva esimerkki siitä, miten tiedon ja osaamisen kasvamisen myötä hyvinvointiamme on kyetty ylläpitämään ja kehittämään.

Eränkäynti ja kaskiviljely lienevät vanhimpia käyttömuotoja, joilla suomalaiset ansaitsivat elantonsa metsistä muinaisina aikoina. Opittuamme tervan valmistuksen, siitä tuli tärkeä kauppatavara. Vähitellen terva menetti merkityksensä, kun rauta ja teräs syrjäyttivät puun laivojen rakennusmateriaalina. Tervakauppaa seurasi lankkujen sahaus. Sitten siirryimme työvoimavaltaisesta kulttuurista teolliseen massa- ja paperiteollisuuden aikakauteen, jolloin kannattavuutta ja tehokkuutta haettiin aluksi koneita ja tekniikkaa parantamalla. Vähitellen kuvaan tuli raaka-aineen täysimittainen hyödyntäminen. Tänä päivänä ja lähitulevaisuudessa kannattavuutta ja kilpailukykyä haetaan puuraaka-aineen laadusta ja ominaisuuksista, uusista puuperäisistä tuotteista ja palveluista sekä liiketoimintamalleista. Suomen metsäklusterin tutkimusstrategiassa tavoitteeksi onkin asetettu, että Suomessa on vuoteen 2030 mennessä maailman kannattavin ja kestävästi toimiva metsäklusteri ja että Suomen metsäklusterin tuotteet ja palvelut ovat maailman halutuimpia.

Metsäklusterin kansallinen strategia on saman suuntainen eurooppalaisen metsäsektorin teknologiayhteisön (Forest-Based Technology Platform) strategian kanssa. Myös Metlan oma toimintastrategia vuosille 2006 – 2010 on hyvin linjassa edellä mainittujen strategioiden kanssa. Olemme olleet alusta lähtien aktiivisesti mukana myös edellä mainittujen metsäsektorin strategioiden laadinnassa ja huipputoimintakeskittymä Metsäklusteri Oy:n perustamisessa. Lisäksi olemme toteuttamassa kolmea osaamisklusteria: Metsäklusterin uudistuminen – Forest Industry Future, Asumisen osaamisklusteri ja Tulevaisuuden energiateknologiat – Energiateknologian klusteriohjelma.

Globaalit muutosvoimat vaikuttavat sekä metsäntutkimuksen että koko metsäalan toimintaan vuosi vuodelta entistä enemmän. Tutkijoiden työ on yhä haastavampaa. Heidän pitää paitsi löytää oikeat, yhteiskunnan kannalta ajankohtaiset tutkittavat kysymykset, hankkia rahoitusta ja löytää vastaukset kysymyksiin. Lisäksi tulisi kyetä tuotteistamaan, kaupallistamaan ja markkinoimaan tuotettu tieto asiakkaille. Globalisaatio edellyttää myös yhä aktiivisempaa panostusta kotimaiseen ja kansainväliseen liikkuvuuteen. Kilpailu tutkimusrahoituksesta kovenee koko ajan. Tästä seuraa kysymys, miten sovittaa yhteen omat ja rahoittajien tavoitteet. Samanaikaisesti peräänkuulutetaan tutkimus- ja kehitystoiminnan tieteellistä ja yhteiskunnallista vaikuttavuutta ja tuottavuutta. Olemme siirtymässä yhä vahvemmin tuottajalähtöisestä toiminnasta kysyntälähtöiseen toimintaan. Asiakas määrää laadun, eikä asiantuntijat. Tähän tähtää tutkimusrahoituksen ohjaaminen yhä suuremmissa määrin kilpaillun rahoituksen suuntaan. Tuottavuutta pyritään kasvattamaan tuottavuusohjelmin sekä syventämällä tutkimuslaitosten, eri tieteenalojen, elinkeinoelämän samoin kuin ministeriöidenkin välistä vuorovaikutusta ja yhteistyötä. Sekä vaikuttavuuteen että tuottavuuteen liittyy myös kysymys siitä, miten todentaa niiden kehitys konkreettisin mittarein.

Kuluneen vuoden lopulla Suomen Akatemia julkisti raportin ”Suomen tiede kansainvälisessä vertailussa – Bibliometrinen analyysi”. Raportissa vertaillaan OECD-maiden tutkimusten tuloksellisuutta sekä näkyvyyttä, tieteellistä vaikuttavuutta ja laatua viimeisen 20 vuoden aikana julkaisu-toimintaan perustuen. Raportissa todetaan, että asukasluukuun ja bruttokansantuotteeseen suhteutettuna Suomi on yksi suurimpia julkaisujen tuottajia maailmassa ja että suomalainen tiede on laadukkaampaa kuin OECD-maissa keskimäärin. Ilahduttavaa oli havaita, että luonnontieteiden osalla Metsäntutkimuslaitoksen tuotanto oli kasvanut vuosina 1995 – 2004 voimakkaimmin Kuopion yliopiston ja Åbo Akademin ohella.

Vaikuttavuutemme, vaikkakin sitä on vaikea numeerisesti osoittaa, on kasvanut ja tuottavuutemmekin säilynyt hyvänä lisääntyvästä epävarmuudesta huolimatta.

Hannu Raitio
Ylijohtaja



Metla/Eirkki Oksanen



Ilmastonmuutos

vaikuttaa metsäpuiden kasvuun ja rakenteeseen

Sanna Kondratjeff

Ilmastonmuutokseen liittyy lämpenemisen lisäksi monia muita metsiin kohdistuvia stressitekijöitä, joiden vaikutusmekanismit on tunnettava. Tutkimustiedon perusteella voidaan ennustaa ja arvioida, miten muuttuva ilmasto vaikuttaa metsien kehitykseen. Hiilidioksidi ja otsoni ovat puiden kannalta tärkeimmät kasvihuonekaasut.

Hiilidioksidin (CO₂) määrä ilmakehässä on kasvanut vuodesta 1860 lähes 31 prosenttia. Hiilidioksidipitoisuuden systemaattinen mittaus käynnistyi vasta vuonna 1960 Havaijilla ja sitä edeltävä tieto perustuu mannerjäätä otettuihin kairanäytteisiin.

Mannerjäännytteiden perusteella on pystytty kuvaamaan fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihiihen ja öljyn, käytöstä johtuva ilmakehän hiili-

dioksidipitoisuuden nousu. Tällaista epäsuoraa, luonnonilmiöistä saatavilla olevaa tietoa kutsutaan proksitiedoksi. Muita proksiaineistoja ovat muun muassa näytteet puiden vuosilustoista, siitepölystä ja järvien pohjakerrostumista eli sedimenteistä.

– Proksitiedot ovat arvokkaita, koska niiden avulla voidaan rekonstruoida menneiden vuosisatojen ja vuosituhansien aikaisia vaihteluja ilmastossa. Todellisia, ilmastollisia mit-

taustuloksia on olemassa 1800-luvun puolivälistä, Metlan erikoistutkija **Eli-na Vapaavuori** kertoo.

Hiilidioksidi edistää puiden kasvua

Puut tarvitsevat hiilidioksidia yhteytykseen eli fotosynteesiin. Yhteytyksen lopputuotteena muodostuu sokereita, joita käytetään kasvuun ja aineenvaihduntaan. Koska ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on vielä nykyisel-



läänkin fotosynteesiä rajoittava tekijä, hiilidioksidin lisääntyminen johtaa yleensä yhteytyksen kiihtymiseen ja biomassan lisääntymiseen. Tällöin kuitenkin myös muiden kasvutekijöiden eli valon, veden ja ravinteiden saatavuus on oltava riittävä. Metsät siis varastoivat suuria määriä hiiltä, minkä vuoksi niillä on tärkeä merkitys ilmastomuutoksen hillinnässä.

– Tutkimustulokset osoittavat, että metsäpuiden yhteytykseen sopeutuu hiilidioksidipitoisuuden nostoon. Fotosynteesi ja kasvu lisääntyvät, mutta lajin välillä ja myös lajin sisällä on perinnöllisiä eroja. Toiset genotyypit eli perimältään erilaiset kloonit pystyvät hyötymään muutoksesta ja toisilla kasvunlisäykset voivat jäädä vähäisiksi. Kasvun lisääntyminen johtuu fotosynteesin ohella myös lisääntyvästä yhteyttävästä lehtialasta sekä pidentyneestä kasvukaudesta. Hiilidioksidipitoisuuden noustessa puiden kasvu yleensä käynnistyy nykyistä aikaisemmin keväällä ja jatkuu pidemmälle syksyyn, Vapaavuori sanoo.

– On kuitenkin muistettava, että eri stressitekijöiden yhteisvaikutuksesta tulokset voivat olla hyvinkin erilaiset kuin altistuksissa, joissa pelkästään hiilidioksidipitoisuutta on nostettu.

Kasvun lisäksi hiilidioksidipitoisuuden nosto nopeuttaa puiden kehitystä. Puiden nuoruusvaihe jää siis nykyistä lyhyemmäksi ja kukinta käynnistyy aikaisemmin, jolloin myös siemensadot lisääntyvät.

Hiilidioksidin määrän lisääntyminen voi myös vaikuttaa hyönteisherbivorien eli kasvinsyöjien lehtien kulutukseen. Metlan Suonenjoen toimintayksikössä tehty rauduskoivukoe osoitti, että hiilidioksidilla altistettujen puiden lehtien ravintoarvo

oli huonompilaatuinen kuin altistamattomien lehtien.

Ravintosisällön muutokset ilmenivät niin kutsuttuna kompensaatiosyöntinä. Hyönteistoukat söivät altistettuja lehtiä enemmän kuin altistamattomia, jotta toukkien kasvuun ja kehitykseen tarvitsema ravintovaatimus täyttyi.

Myös kasvukauden aikainen lämpötilan nousu voi lisätä metsäpuiden kasvu erityisesti pohjoisilla alueilla. Sadeolosuhteet kuitenkin monimutkaistavat asiaa: kesät voivat olla lämpimämpiä ja kuivempia, jolloin kasvu saattaa jäädä vähäiseksi.

– Tutkimusryhmässämme on selvitetty pääasiallisia lämpötilan noston vaikutuksia puuaineen ominaisuuksiin. Tuloksien mukaan lämpötilan nosto lisää puuaineen tiheyttä ja kuitujen pituutta, joista molemmat ovat puun laatuominaisuuksien kannalta toivottuja ominaisuuksia.

Otsoni heikentää puiden elinvoimaa

Alailmakehän otsoni (O_3) on metsäpuiden kasvun kannalta haitallinen ilmansaaste. Otsonipitoisuus on kohonnut Etelä-Suomessa, jossa pitkän aikavälin tavoite kasvillisuuden suojelemiseksi ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$) on ylittynyt 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Otsoni on voimakas hapetin, jota muodostuu auringonvalossa teollisuuden ja liikenteen typenoksiidi- ja hiilivety-päästöjen seurauksena. Alailmakehän otsoni vaurioittaa pieninäkin pitoisuuksina lehtisolukoita sekä heikentää puiden yhteytystä ja kasvu.

– Otsonipitoisuuden nousu heikentää puiden elinvoimaa ja saattaa siten kumota hiilidioksidipitoisuuden positiiviset vaikutukset, mikäli teollisuuden ja liikenteen päästöjä ei saada kuriin, Vapaavuori sanoo.

Otsoninkestävyuden osalta puiden genotyyppien välillä voi olla isojakin eroja. Toisilla genotyypeillä otsonivauriot voivat ilmaantua nopeasti ja toisilla hitaasti kumuloituvina vaikutuksina.

– Kahdella rauduskoivukloonilla tehdyssä tutkimuksessamme todettiin, että vaikutukset fotosynteesiin, aineenvaihduntaan ja kasvuun olivat

kumuloituvia. Tällaisissa tapauksissa otsonin aiheuttamat kasvutappiot ilmenevät viiveellä, johtuen esimerkiksi heikentyneestä juuriston kasvusta, ja näkyvät vasta usean vuoden altistuksen jälkeen, Vapaavuori kertoo.

Rauduskoivukokeen tulosten mukaan otsoni aikaistaa lehtien vanhenemisprosessia, minkä seurauksena lehdet putoavat normaalia aikaisemmin. Tällöin hiilidioksidin sidontajaksoksi kasvukauden aikana lyhenee, mikä osaltaan edistää puiden kasvutappiota. Samassa kokeessa myös havaittiin, että kohotettu otsonipitoisuus muuttaa lehtien ravintoarvoa. Ravinnon laatu saattaa muuttua jopa toksiseksi, millä on mahdollisesti vaikutuksia

esimerkiksi kasvinsyöjien kehitykseen.

Vapaavuori on osallistunut myös tutkimuksiin, joissa on tarkasteltu otsonipitoisuuden kasvun

vaikutuksia puuaineen ominaisuuksiin. Tutkimuksissa havaittiin, että altistettaessa rauduskoivua kohonneelle otsonipitoisuudelle runkopuun määrä vähenee ja puun rakenteessa tapahtuu muutoksia. Rakenteelliset muutokset voivat ilmetä esimerkiksi vuosilustojen kasvun heikkenemisenä, soluseinien paksuuntumisena ja kuitujen läpimitan pienemisenä.

Otsonin vaikutukset voivat näkyä myös puun kemiassa, muun muassa ligniinipitoisuuden nousuna. Muutosten vuoksi puiden johtosolukoiden kyky kuljettaa vettä ja ravinteita maasta lehvästään heikkenee. Tämän seurauksena lehvästön yhteytyksen kapasiteetti vähenee ja kasvu hidastuu. Toisaalta muutokset soluseinän rakenteessa ja kemiallisessa koostumuksessa voivat myös parantaa puiden kuivuudensietokykyä. Puun rakenteen ja kemian muutoksilla on lisäksi merkitystä sellu- ja paperiteollisuudelle.

Sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon

Metsäpuut ovat haasteellinen tutkimuskohde kokonsa ja pitkäikäisyytensä takia. Tällä hetkellä suurin osa metsäpuista käsittelevästä tutkimustiedosta on peräisin case-tutkimuksista, joissa on tavallisesti tarkasteltu vain yhtä ilmastomuutoksen osatekijää. Tämä hankaloittaa tutkimustulosten yleistettävyyttä. ►►



Metla/Erikki Oksanen

– Metsäpuut ovat pitkäikäisiä, minkä vuoksi puun koko elinkaarren kestäviä kokeellisia tutkimuksia ei voi toteuttaa, kuten esimerkiksi maatalouskasveilla. Puut ovat myös isokokoisia, joten kokeellisen tutkimuksen tekninen toteutus on usein varsin työlästä, suorastaan akrobatiaa vaativaa ja myös kallista. Metsäpuilla, kuten luonnonkasveilla yleensä, maaperä ja muut olosuhteet vaihtelevat suuresti. Tämän takia yhdellä kasvupaikalla saatujen tutkimustulosten yleistettävyys voi olla kyseenalainen, Vapaavuori sanoo.

Metsien kasvu on monen tekijän summa. Häiriöt ekosysteemin jossakin osassa voivat siirtyä esimerkiksi ravintoketjujen kautta ja ajan myötä kasaantua. Ennusteet metsien kasvusta muuttuvassa il-

mastossa perustuvat mallilaskelmiin. Laskelmissa käytetään altistuskoikeista saatua mitattua tietoa puulajien kasvusta. Mallilaskelmissa häiriötekijöitä, kuten metsätautien ja -tuhojen riskejä, ei ole kuitenkaan otettu huomioon, koska tietoa näiden tekijöiden vaikutuksista on vielä vähän.

”Metsäpuut ovat pitkän evoluutionsa aikana sopeutuneet hyvin moninlaisiin ilmastollisiin olosuhteisiin.”

Altistuskokeissa käytetyt avokammiot ovat ylhäältä avoimia ”pienoiskasvihuoneita”. Kammion alaosassa oleva tuuletin säätää ilman virtausta ja samalla lämpötilaa kammion sisällä.

Jatkossa Vapaavuoren tutkimukset käsittelevät pääasiassa metsäpuiden sopeutumista muuttuvaan ilmastoon. Stressinsieto ja sopeutuminen muutokseen sekä vaikutukset perusmetaboliaan, kasvuun ja puun ominaisuuksiin ovat keskeisiä tutkimuskohteita. Vapaavuori toimii tutkimustoiminnan ohella Metlan **Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa** -ohjelman johtajana.

– Metsäpuut ovat pitkän evoluution aikana sopeutuneet hyvin moninlaisiin ilmastollisiin olosuhteisiin. Tämän pohjalta voisi olettaa, että populaatioiden sisäinen geneettinen vaihtelu on riittävä vastaamaan nopeasti muuttuvan ilmaston asettamiin paineisiin, Vapaavuori sanoo. ■

Tutkimustietoa metsien sopeutumiskeinoista ilmastonmuutokseen

Metlan ”Metsäekosysteemin toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa” -tutkimusohjelman tarkoituksena on tuottaa päätöksentekijöille, metsänomistajille ja yleisölle tietoa ilmastonmuutoksen ekologisista, taloudellisista ja yhteiskunnallisista vaikutuksista. Lisäksi ohjelmassa selvitetään keinoja, joiden avulla ilmastonmuutosta voidaan torjua ja hillitä ja joiden avulla metsäsektori voi sopeutua ilmastonmuutokseen.

Tutkimusohjelma kokoaa Metlan erilliset tutkimusaiheet toisiaan tukevaksi kokonaisuudeksi. Koottuja tuloksia voidaan käyttää metsä- ja ympäristöpolitiikkaan liittyvässä päätöksenteossa. Ohjelma toteutetaan vuosina 2007–2011.

Tutkimusohjelma koostuu kolmesta teema-alueesta, joihin etsitään vastauksia ohjelmaan kuuluvissa tutkimushankkeissa.

- Miten ilmastonmuutos voidaan havaita metsissä?
- Metsät ja metsien käytön biologiset perusteet muuttuvassa ilmastossa
- Metsätalous muuttuvassa ilmastossa.

Ohjelmaan kuuluvat tutkimushankkeet:

- Ilmastopolitiikka metsäsektorilla
- Koivun sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon,
- Metsien tuhohyönteisten aiheuttamien riskien arviointi ja hallinta muuttuvassa ympäristössä,
- Metsät 2050,
- Männyn ja kuusen patogeenisienien sopeutuminen paikalliseen ilmastoon sekä kaukokulkeutuminen,
- NTM-aikasarjat ympäristö-, metsien terveydentila-, metsäekosysteemi- ja ilmastotutkimuksissa sekä puun kehityksen visualisoinnissa
- Suomen metsien kasvun lisääntymisen syyt ja seuraukset.

Lisätietoja tutkimusohjelmasta
www.metla.fi/ohjelma/mil/

Kolumni

Päästökaupalla pinteeseen

Kekseliäs ihminen on kehittänyt ilmastomuutoksen torjuntaan monenmoisia laitteita, kieltö- ja houkuttimia. Amerikkalaiset ovat innostuneet presidenttinsä mukaan uusiin teknologioihin, joilla vähennetään fossiilisten polttoaineiden kulutusta ilman kieltöjä. Suomessa hiilipäästöjä pyritään rajoittamaan vaihtamalla fossiilisten polttoaineiden käyttö risupakettiin ja jauhamalla sähköä ”hiilivapaista” atomeista. Atomivoimasta ei tosin olla yksimielisiä. Oma presidenttimme vertasi vastikään ydinvoimaa aspiriiniin, joka vie kyllä päänsäryn, mutta ei paranna päätä.

Eurooppalaisten vastine amerikkalaiselle teknologialle ovat maakohtaiset päästötavoitteet ja -rajoitteet. Vuosikymmen sitten pidetyssä Kioton ilmastokokouksessa EU lupasi pudottaa vuoden 1990 kasvihuonekaasupäästöjään kahdeksan prosenttia vuoteen 2012 mennessä. Sitä seuraavien kahdeksan vuoden aikana vähennyksen tulisi kohota 20 prosenttiin. USA, Australia, Kiina, Intia ja muut kehitysmaat eivät ole toistaiseksi lupautuneet mukaan näin hikisiin talkoisiin.

Kun byrokratian tielle EU:ssa kerran lähdetään, on matkaa pakko jatkaa. Päästökiintiöt neuvoteltiin aluksi jäsenmaille, jotka jakoivat ne yrityksille. Suomessa päästökiintiöiden piiriin tuli noin 150 teollisuusyritystä ja 500 energialaitosta. Kiintiöiden jaon jälkeen yritykset saivat aloittaa keskinäisen kaupankäynnin. Yritys, joka ei syystä tai toisesta tupruta sallittua määrää kaasuja taivaalle, saa myydä käyttämättä jääneet oikeutensa rajat ylittävälle kumppaneilleen. Päästökauppaa käydään myös valtioiden välillä. Voimakkaasti teollistuva ja energiaa tuhlailtava maa voi ostaa lisäoikeuksia maalta, joka käyttää vähän energiaa tai tuottaa energiansa ydin-, puu- tai vesivoimalla.

Päästökauppajärjestelmän valtakunnallisiin instrumentteihin kuuluu päästöoikeuksien ohella hiilen sitominen kasvavaan puustoon. Jos sidotun hiilen rahallinen markkina-arvo korvattaisiin puuntuottajille, voitaisiin jokaisesta metsiin kertyvästä lisäkuutiosta maksaa metsänomistajalle 10 – 15 euron korvaus. Rahallinen korvaus olisi varsin kilpailukykyinen tämänhetkiseen kuitupuun hintaan verrattuna, varsinkin jos metsänomistaja saisi rahan tekemättä mitään.

Puuston käyttö hiilen varastointiin johtaisi metsien kasvattamiseen nykyistä tiheämpinä ja entistä vanhemmiksi. Hiilenkasvatus olisi hyödyllistä ja kannattavaa vain siihen saakka, kunnes sidottu hiili vapautuisi hakkuissa tai metsäpalossa takaisin taivaan tuuliin. Perillisiltään ajattelematon metsänomistaja aloittaisi hiilen sitomisen taimikosta, nauttisi passiivisesta metsänhoidosta jatkuvaa valtion tukea ja jättäisi saamiensa korvausten palautuksen pätehakkuuta tekeville jälkipolville. Isoisä ottaisi näin perillisiltään eräänlaista lainaa, jonka hiiltä vapauttava sukupolvi joutuisi maksamaan takaisin – ellei velkaa sitten annettaisiin vanhentuneena kokonaan anteeksi. Tällaista hiilikauppaa ei vielä käydä.

Päästökauppa ja hiilen sitominen kasvavaan puustoon saattavat näyttää ilmkehän kannalta perustelluilta toimilta. Hyvää tarkoittava toimeliaisuus saattaa kuitenkin johtaa ojasta allikkoon. Niin kauan kuin kaikki maat eivät kuulu sopimusten piiriin, teollisuuden tuotantoa siirretään maihin, joissa tuotteita valmistetaan halvalla ja saastuttavalla tekniikalla. Kaupan ulottaminen valtioiden, yritysten ja lopulta yksilöiden väliseksi merkitsee myös valtavaa byrokratiaa, seuranta- ja tutkimuspanostusta. Esimakua tästä antaa EU-maissa käynnistetty valtakunnallisten hiilitaseiden laskenta, jonka tavoitteena on selvittää vuosittain maahan, puustoon ja muuhun kasvilisuuteen sitoutuneen maanalaisen ja maanpäällisen hiilen määrä ja sen muutokset. Muutoksen luotettava mittaaminen järjestelmällisellä vaivalla on käytännössä mahdotonta. Ympäristötutkimus on toki tärkeää, mutta sen painopisteen tulisi olla ympäristön laadun parantaminen – ei hallinnollis-poliittisten seurantajärjestelmien kehittäminen ja uusiutuvan puun talouskäytön vähentäminen.

Kari Mielikäinen
Professori



Metta/Erikki Oksanen

”Muutoksen luotettava mittaaminen järjestelmällisellä vaivalla on käytännössä mahdotonta.”



GFIS –

KANSAINVÄLISTÄ METSÄTIETOA NETISSÄ

Marjatta Joutsimäki

Internetiin on koottu kansainvälistä metsätietoa yhteen osoitteeseen, <http://www.gfis.net/>. GFIS eli Global Forest Information Service on metsäalan portaali ja hakupalvelu, joka välittää informaatiota tiedontuottajilta sen käyttäjille.

Metsäalan organisaatiot tuottavat tietoa GFIS-palveluun ympäri maailmaa. Ideana on ohjata käyttäjä alkuperäisen tiedon lähteelle. GFIS ei siis tuota informaatiota, vaan se toimii tiedon levityskanavana.

– Tuoreimmat metsäalan uutiset, tapahtumat, julkaisut ja työpaikat on koottu palvelun etusivulle ja hakuja voi tehdä hakulaatikon avulla, kertoo **Eero Mikkola**, Metlan tutkija ja

GFIS-konsortion koordinaattori IUFRO:n sihteeristössä.

Hakulaatikon sijoituspaikalla on pyritty korostamaan sen keskeistä asemaa palvelussa. GFIS poikkeaa hakupalveluna melko lailla esimerkiksi suositusta Googlesta. Mikkola haluaa korostaa GFIS-hakupalvelun perimmäistä tarkoitusta:

– Google tuo valtavasti monentasoisia osumia, kun taas GFIS-haun tarkoitus on tarjota tarkempaa ja

luotettavampaa tietoa, joka rajoittuu metsäalaan. Palvelu tulee kehittymään ajan kuluessa yhä kattavammaksi, kun tiedontuottajat ottavat palvelun omakseen.

Kanava kansainväliseen yhteistyöhön

GFIS-palvelu perustuu kansainväliseen metsäalan yhteistyöhön. Tällä hetkellä palveluun tuottaa tietoa neljätoista isoa kansainvälistä metsäorgani-





Design: Metla/Joumi Hyvärinen

sä ja Chilessä. Tänä vuonna on tarkoitus jatkaa uusien tiedontuottajien koulutusta Venäjällä, Aasiassa ja Etelä-Amerikassa.

Mikkola uskoo, että kansalliset yhteistyökumppanit markkinoivat jatkossa palvelua myös omille asiakkailleen.

– Mielestäni GFIS-palvelun yksi tärkeimmistä tavoitteista on tehostaa ja lisätä kansainvälistä yhteistyötä metsätoimijoiden kesken, Mikkola kertoo.

Kun organisaatio liittyy GFIS-portaaliin se saa tuottamalleen tiedolle lisää käyttäjiä tehokkaasti ja taloudellisesti.

Tällä hetkellä palvelu on saatavilla englanniksi, espanjaksi ja ranskaksi. Kieliversioita on tarkoitus tehdä lisää ja tämän hetken suunnitelmiin kuuluvat ainakin korean-, venäjän- ja suomenkieliset käyttöliittymät.

– Nykyinen järjestelmä pystyy käsittelemään suurimman osan maailman kirjoitettujen kielten käyttämisestä merkeistä, joten tekniikka ei rajoita tulevia kieliversioita, Mikkola kertoo.

Palvelu uudistettiin tänä vuonna

Portaalin käynnistymisessä on ollut alkutaipaleella hankaluuksia ja palvelun toiminta oli epävarmaa. Eero Mikkola ei ole kuitenkaan antanut periksi, sillä usko asiaan on ollut vahva. Merkittävää tukea hän on saanut professori **Risto Seppälältä**, joka IUFRO:n presidenttinä toimiessaan on vienyt asiaa eteenpäin ja puhunut palvelun puolesta kansainvälisissä tilaisuuksissa.

Kun Metla otti palvelun kehittämisen ja ylläpidon vastuulleen keväällä 2006, aloimme miettiä ratkaisuja tekniikan kehittämiseksi, Mikkola kertoo.

Samalla kun teknisiä ratkaisuja uudistettiin, haluttiin panostaa myös ulkoasuun ja käytettävyyteen.

– Ulkoasu pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena ja rauhallisena. Käytömukavuus listat-

tiin yhdeksi tärkeimmäksi tavoitteeksi, Mikkola kertoo.

Ennen uudistetun palvelun julkaisua Metlan kansainvälisillä harjoittelijoilla teetettiin käytettävyydestä. He tekivät erilaisia hakuja portaalista ja antoivat palautetta käyttökokemuksistaan.

– Käytettävyydestä saimme viiden eri kansalaisuutta edustavan käyttäjän mielipiteet ja paljon hyödyllisiä kehitysehdotuksia, joiden pohjalta asioita jäseneltiin uudestaan, Mikkola kertoo.

Tammikuussa 2007 avattiin palvelun uusi versio, jossa tekniikka ei enää aiheuta päänvaivaa sivujen käyttäjille sen enempää kuin ylläpitäjillekään.

Uudistuneen palvelun etusivulta löytyvät nyt uutisten lisäksi metsäalan tulevat tapahtumat, tuoreimmat julkaisut ja avoimet työpaikat. Palvelua kehitetään tulevaisuudessa muun muassa eri tietotyyppisiä lisäämällä.

GFIS kääntyy myös suomeksi

Suomalaisia organisaatioita on ollut melko vähän mukana tiedontuottajina, suomenkielisen käyttöliittymän tarkoituksena on paikata tämä aukko.

– Suomenkielinen GFIS-käyttöliittymä on toteutumassa tänä vuonna, Mikkola lupaa.

Siihen tulee myös kalenteritoiminto, joka kokoa tulevat tapahtumat. Lisäksi kaikki hakutoiminnot tulevat olemaan suomenkielisinä. Metsäuutisille, tapahtumille ja työpaikoille tulee yhteinen selailu- ja hakuarkisto.

Eero Mikkola on jo aloittanut suomenkielisen käyttöliittymän markkinoimisen ja kertoo, että se on herättänyt kiinnostusta suomalaisissa metsäalan toimijoissa. Suomalaisten metsäalan organisaatioiden julkaisut ja tiedotteet voisi näin yhdistää yhteiseen palveluun.

Metlassa on haluttu antaa englanninkielisille tiedotteille lisänäkyvyyttä GFIS-palvelun kautta, ja jatkossa on tarkoitus hyödyntää myös suomenkielistä käyttöliittymää tiedotteiden jakelussa.

Tekniikka ja standardit palvelun takuuna

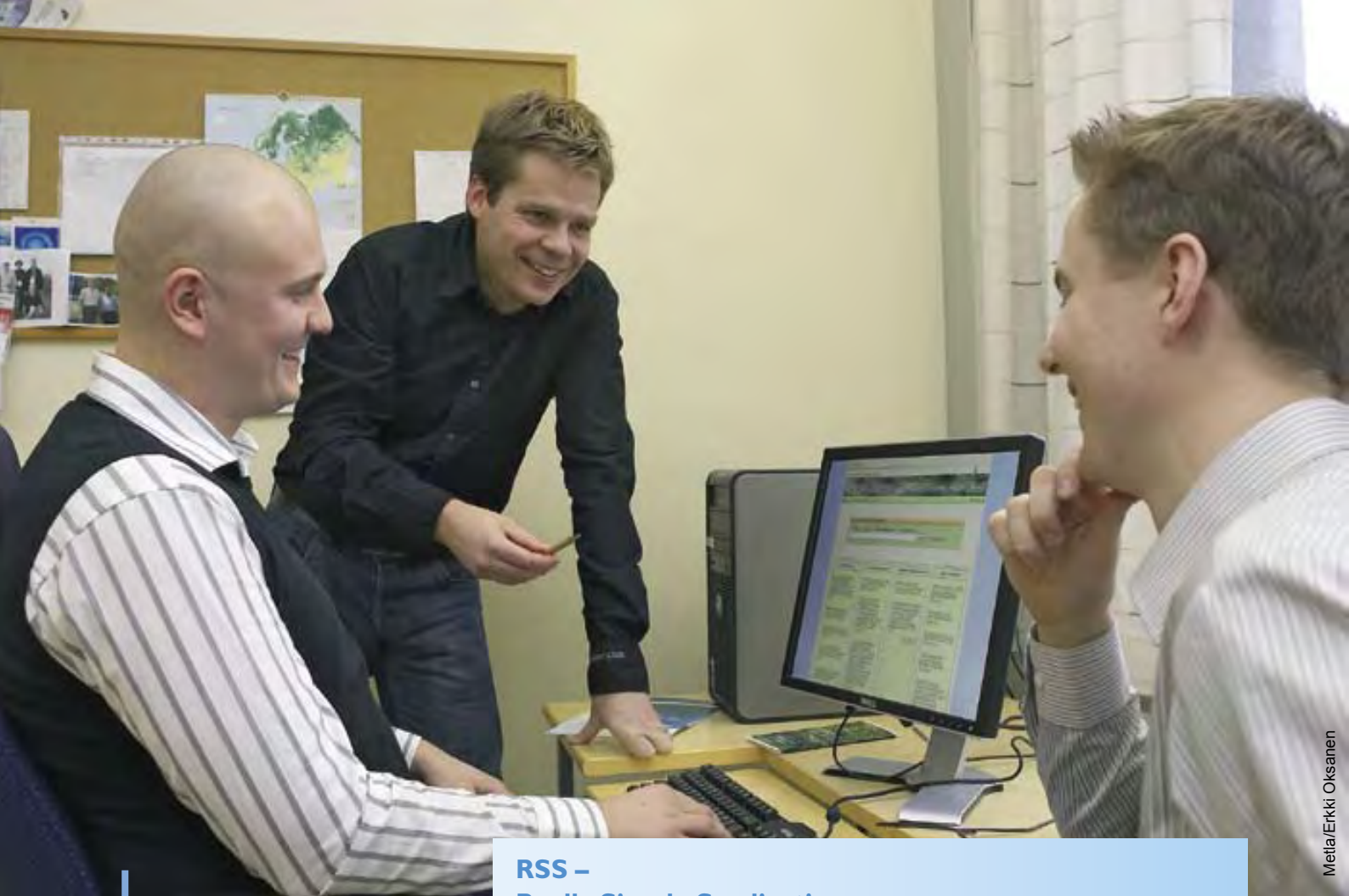
Palvelua voidaan kehittää ja ylläpitää melko pienillä henkilöresursseil- ▶▶

saatiota ympäri maata, CIFOR, FAO ja amerikkalainen NBII ovat ydinpartnereita, jotka ovat olleet mukana suunnittelemassa ja toteuttamassa palvelua IUFRO:n ja Metlan kanssa.

– Palvelu on kuitenkin avoin kaikille metsäalan toimijoille, metsäinformaation tuottajille ja käyttäjille, Mikkola muistuttaa.

Palvelun markkinointi potentiaalisille tiedontuottajille on vienyt Mikkolaa ympäri maailmaa.

IUFRO on organisoitunut GFIS Training Workshop -tilaisuuksia, joissa metsätiedon tuottajia koulutetaan tuottamaan informaatiota GFIS-portaaliin. Mikkola on pitänyt koulutus-tilaisuuksia jo Moskovassa, Pekingis-



Metla/Erkki Oksanen

Tammikuussa uudistunutta GFIS-palvelua ylläpitävät erikoissuunnittelija Juha Hautakangas (vas.), GFIS:n koordinaattori Eero Mikkola ja suunnittelija Heikki Ruponen.

Erikoissuunnittelija **Juha Hautakangas** on ollut merkittävässä roolissa, kun palvelua on viety eteenpäin. Hänet palkattiin Metlaan keväällä 2006, kun palvelun kehittäminen ja ylläpito siirtyi Metlalle.

Miten sitten on mahdollista tuottaa ajantasaista ja kansainvälistä metsätietoa näin vähillä henkilöstöresursseilla? Vastaus löytyy tekniikasta ja olemassa olevien standardien hyödyntämisestä.

GFIS-portaali on oikeastaan RSS-syötteiden hakupalvelu. RSS-menetelmä jakaa www-linkkejä ja sisältöä automaattisesti. Tiedon tarjoaja koodaa sivustolleen tiedoston RSS-muotoon, jolloin tieto tallentuu GFIS-palveluun.

Palvelu ei sisällä tietoa, jota palvelun tarjoajan pitäisi ylläpitää, vaan

RSS – Really Simple Syndication

- RSS on menetelmä, joka jakaa www-linkkejä ja sisältöä automaattisesti organisaation tuottamasta informaatiosta.
- Se on yksinkertainen XML-tiedosto, johon on syötetty perustiedot tietotyyppistä. Tiedoston avulla hakukone löytää varsinaisen informaation.
- Useat tiedotusvälineet (esim. BBC, CNN, YLE) tuottavat RSS -syötteitä useista eri aiheista.
- GFIS-portaali perustuu RSS-syötteiden käyttöön.
- RSS-syötteitä voi linkittää myös omaan selaimen tai sähköpostiin
- RSS:n avulla saa nopeasti tiedon www-sivustoilla tapahtuneista muutoksista tarvitsematta tarkkailla sivustoa.
- Tiedon tuottaja ylläpitää automaattisesti RSS -syötteitä.

tieto on muualla, eri metsäalan organisaatioiden verkkosivuilla. Kun tiedontuottaja julkaisee uutisen, tapahtuman, julkaisun tai työpaikan, se näkyy myös GFIS-palvelussa.

– Ideana on, että tieto löytyisi helpommin. Tieto on tarpeetonta, jos se ei saavuta käyttäjiään. GFIS on osa tehokkaampaa metsätiedon jakelua, tarkentaa Mikkola. Palvelu toimii osoitteessa <http://www.gfis.net/>.

Osoitteesta löytyvät ohjeet siitä, miten GFIS:iin pääsee tiedontuottajaksi ja miten tietoa tuotetaan. ■

”GFIS on osa tehokkaampaa metsätiedon jakelua.”

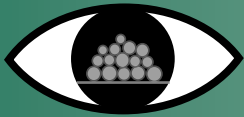
Lyhenteitä

CIFOR (Center for International Forestry Research) = Kansainvälinen metsäntutkimuskeskus

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) = YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö

NBII (National Biological Information Infrastructure) = Kansallinen biologisen tiedon verkosto

IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) = Maailman metsäntutkimusjärjestöjen liitto



Sahateollisuuden huippusuhdanne pian ohitse?

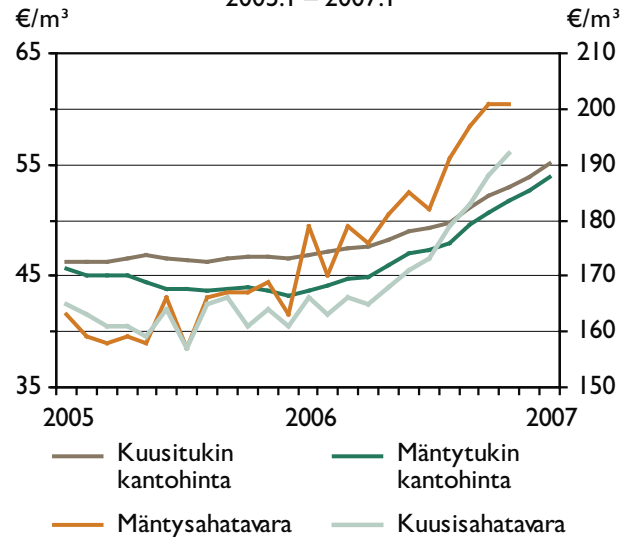
Maailman yleinen talouskehitys vaikuttaa voimakkaasti sahatavaran maailmanmarkkinakysyntään, sahateollisuuden kannattavuuteen ja heijastuu myös tukkien kotimaisiin kantohintoihin. Viime vuonna talouskasvu jatkui maailmalla nopeana, vaikka Yhdysvaltain taloudessa ja erityisesti rakentamisessa näkyikin jo loppuvuodesta hidastumisen merkkejä. Aasiassa ja Venäjällä kasvu jatkui edelleen nopeana. Raakaöljyn hinnan nousun vaikutus talouskasvuun jäi aiempia öljyhokkeja vähäisemmäksi. Euroalueella kasvu jatkui odotettua nopeampana, mikä piti yllä sekä uusien asuntojen rakentamista että korjausrakentamista. Kuluvaan vuoden talouskasvun odotetaan euroalueella jatkuvan hieman viime vuotta hitaampana. Kustannusten nousu sekä odotettavissa oleva Euroopan keskuspankin koronnosto ennakoivat kuitenkin rakentamisen kasvun hidastumista.

Viime vuonna kasvanut maailmanmarkkinakysyntä ja toisaalta tarjonnan niukkuus johtivat sahatavaran viennin yksikköhintojen voimakkaaseen nousuun, jollaista Suomessa ei ole nähty sitten vuoden 1997. Erityisesti Euroopan ulkopuolisilla sahatavaramarkkinoilla kysyntä kasvoi ja hintataso nousi. Tarjontaa supistivat useiden Euroopan tuottajamaiden pula sahatukeista muun muassa vaikeiden puunkorjuolosuhteiden vuoksi. Tämä on nostanut tukin hintoja huomattavasti eri puolilla Eurooppaa.

Suomessa tuotettiin viime vuonna 12,1 miljoonaa kuutiometriä sahatavaraa, josta vientiin päätyi hieman yli puolet, 6,5 miljoonaa kuutiometriä. Mäntysahatavaran tuotanto kasvoi kuusi prosenttia ja vienti lähes kahdeksan prosenttia, kun taas kuusisahatavaran tuotanto supistui noin kuusi prosenttia ja vienti aleni vajaa neljä prosenttia vuoteen 2005 verrattuna. Sahatavaran koko viennin keskihinta nousi vuositasolla noin kymmenen prosenttia ja mäntysahatavaran hinta tätäkin enemmän. Myös kuusisahatavaran viennin keskihinta nousi, mutta sen tuotannossa raaka-aineen ja lopputuotteen hintasuhde kehittyi mäntysahatavaraa heikommin. Mäntysahatavaran hintakehitykseen vaikutti kysynnän kasvu erityisesti Euroopan ulkopuolisissa maissa kuten Algeriassa ja Marokossa. Kasvua Euroopan ulkopuolelle tuli viisi prosenttia. Myös Suomen sahatavaran viennin kymmenen prosentin kasvu Japaniin tuli lähinnä mäntysahatavarasta. Perinteisistä vientimaista vientimäärät Saksaan ja Iso-Britanniaan, samoin kuin koko Eurooppaan, pysyivät ennallaan.

Kuluvaan vuoden hintakehitystä ja markkinatilannetta arvioitaessa keskeiset tekijät kysynnän ohella liittyvät sahatateollisuuden raaka-aineiden hintojen kehitykseen ja tukkien saatavuuteen. Puunkorjuolosuhteiden parannuttua lopputalvella tukkien tarjonta kasvaa, mikä osin helpottaa raaka-ainepulaa ja rajoittaa hintojen nousua. Tarjontaa lisäävät myös Keski-Eurooppaa ja Ruotsia koetelleet viimeaikaiset myrskyt, jotka kaatoivat Euroopassa ennakkotietojen mukaan puuta noin 12 prosenttia vuotuisista hakkuista. Tukkipuun osuudesta näissä myrskytuhoissa ei kuitenkaan ole vielä tarkempia arvioita.

Mänty- ja kuusitukin kantohinnat sekä sahatavaran viennin yksikköhinnat, 2005.I – 2007.I



Lähde: Tullihallitus, Metla

Tuotantokapasiteetti on viime vuosina kasvanut suurissa tuottajamaissa Keski-Euroopassa, Ruotsissa ja Venäjällä, joten raakapuun saatavuuden helpottuessa sahatavaran tarjonta voisi kasvaa paljonkin. Tämä toisi sahatavaralle hintapaineita alaspäin. Sahatavaran kysyntä Euroopassa tuskin kuluvaan vuonna kasvaa yleisen talouskasvun hidastuessa ja korkotason nousun hillitessä rakentamista. Sahatavaran hintojen nousun jatkuminen yhtä nopeana vuoden loppua kohti onkin Euroopassa siten epätodennäköistä. Myös Yhdysvalloissa ja Japanissakin odotetaan rakentamisen supistuvan.

Sahatavaran hintakehitykseen vientimarkkinoilla voi tosin jonkin verran vaikuttaa Venäjän ilmoittamat asteittaiset raakapuun vientitullien korotukset, jotka toteutuessaan rajoittaisivat tukkien saatavuutta. Selvyttä tullien lopullisista aikatauluista, niiden ristiriidasta Venäjän WTO -jäsenyysneuvotteluiden tavoitteiden kanssa sekä tullien kohdistumisesta Suomen lisäksi myös muihin maihin ei vielä ole, mutta laajemmin toteutuessaan tullit rajoittaisivat sahatavaran tuotantoa Suomen lisäksi myös muun muassa Baltian maissa

Vaikka raaka-aineiden hinnannousut ovat tänä ja viime vuonna osaltaan syöneet sahatavaran maailmanmarkkinahintojen noususta saatua etua, kotimaan sahateollisuuden kannattavuus on parantunut. Tosin takana on monta heikkoa vuotta. Lopputuotteiden hinnan nousun tasaantuminen voi saada sahateollisuuden jälleen koetukselle. Mikäli tukkien kysyntä kotimaassa lisääntyy tuonin mahdollisesti supistuessa, kantohintojen nousu on todennäköistä. Osa metsäteollisuusyrityksistä onkin jo varautunut raakapuun hankinnan lisäämiseen kotimaasta laajentamalla puunhankinta-alueitaan ja tehostamalla osto-organisaatioitaan. ■



Anna Seppo

Miten syntyy hyvä päätös?

Elissa Halén

Päätöksenteon avuksi on kehitetty tietokoneohjelmistoja ja menetelmiä.

Tavoitteena on, että menetelmiä soveltamalla saataisiin aikaan entistä parempia päätöksiä.

Sovellukset eivät anna valmiita vastauksia. ”Kerro, miten minun pitäisi toimia” -kysymyksiä niille ei voi esittää. Kysyjän pitää ensin päättää, millaisia ulottuvuuksia hän haluaa ottaa tarkasteluun mukaan ja mitä asioita painottaa. Avainasemassa on päätöksentekijä ja hänen näkemyksensä siitä, mikä on mukaan ottamisen arvoista ja mikä peräti tärkeää.

– Hyvä päätös on sellainen, että päätöksentekijä itse on tyytyväinen siihen. Päätöksentekijä myös ymmärtää, että päätökselle on olemassa vaihtoehtoja sekä oivaltaa, miksi joku tietty päätös tehtiin, Metlassa aihepiiriin tutkimusta koordinoiva **Pekka Leskinen** kertoo.

Metlassa toimii päätöksenteon menetelmiin ja prosesseihin erikoistunut tutkimusryhmä, joka pyrkii tarjoa-

maan keinoja erilaisten päätösongelmien tunnistamiseen, jäsentämiseen ja ratkomiseen. Ryhmän luomia sovelluksia voidaan hyödyntää esimerkiksi metsäsuunnittelussa sekä metsäekonomiassa ja -ekologiassa – ja miksei myös metsäalan ulkopuolella.

Osallistavalla suunnittelulla näkemykset esille

Metsäalalla puhutaan nykyään paljon osallistavasta metsäsuunnittelusta, jossa päätöksentekijä kuuntelee useita osapuolia ennen päätöksen tekemistä. Osallistavat menetelmät auttavat ymmärtämään, että vaihtoehtoja on muitakin kuin vain se yksi, jota päätöksentekijä ensimmäisenä ehti ajatella.

– Monitavoitteisuuden näkökulmaa ei perinteisesti ole otettu huomioon. Usein vaihtoehtoina ovat olleet

”vain suojelua” tai ”vain hakkuita” -näkökulmat. Uutta on se, että nyt pohditaan, mitkä kunkin osapuolen tavoitteet ovat, mihin ne johtavat ja miten asioita voidaan kenties sovittaa yhteen, Leskinen toteaa.

– Monitavoitteisessa lähestymistavassa kirjoitetaan selkeämmin auki se, mistä on kysymys. Samalla pyritään pääsemään keskusteluratkaisuun. Erilaisia kuppikuntia on ollut liikaa, joten olisi hyvä, jos kaikki saataisiin saman pöydän ääreen tuottamaan yhdessä ideoita.

Mikäli osallistavan metsäsuunnittelun ideaa toteutettaisiin pelkästään keskustelevilla menetelmillä, on siinä omat vaaransa.

– Ajatellaan, että esimerkiksi Metsähallitus järjestää tupailan, vapaaehtoisen keskustelun. Siinä voi käy-

dä niin, että vain äänekäs saa äänensä kuuluviin, ja kovaäänisin kanta voittaa, Leskinen toteaa.

Päätöksenteossa tukeudutaan numeroihin

– Numeroiden avulla kompromissin löytyminen helpottuu, koska sitä, miksi tietty päätös valitaan, voidaan perustella numeroin, Leskinen sanoo.

Keski-Karjalan lehtoverkoston hankkeessa on käytetty numeerisia päätöstukimenetelmiä luonnonarvokauppakohteita valittaessa. Hankkeen vetäjänä toiminut **Marja Kolström** on Leskisen kanssa samoilla linjoilla.

– Metsätähti-mallin avulla lehtokohteet on saatu paremmuusjärjestykseen suhteellisen objektiivisesti, sillä malli sulkee inhimillisten tekijöiden vaikutukset pois lehtojen ”hyvyyden” arvioinnista. Se, onko arviointihetkellä esimerkiksi aurinkoista vai pilvistä, ei vaikuta arvion lopputulokseen, Kolström perustelee.

Tutkimusryhmän lehtokohteiden monimuotoisuuden arviointiin kehittämään Metsätähti-sovellukseen kerätään maastossa tiedot siitä, millaisia ominaispiirteitä lehtokohteella on.

– Tällaisia piirteitä ovat muun muassa elävä ja lahoava puusto, pinta-ala ja tieto uhanalaisista putkilokasvilajeista. Myös etäisyys suojelukohteisiin otetaan huomioon, Kolström selostaa.

– Tämän jälkeen kohteet pisteytetään. Monimuotoisuudeltaan erinomaiset kohteet saavat viisi tähteä. Tähditys auttaa maanomistajia hahmottamaan, millainen monimuotoisuusarvo heidän kohteillaan on. Pisteyden avulla ostajana toimiva metsäkeskuksen viranomais voi myös suunnata ostojaan monimuotoisuudeltaan merkittäviin kohteisiin, hän jatkaa.

Hetkinen. Entäpä pisteytyskriteerien laadinta? Onko viiden tähden metsä oikeasti neljän tähden metsää parempi? Voisiko laskelmien lopputuloksena saatavia lukuja käyttää ehkä jopa lyömäaseena, jolla oma kanta oikeutetaan – lukuihin kun yleensä luotetaan?

– Riski manipuloinnin mahdollisuuden on tuki joissain tilanteissa olemassa. Ennen kaikkea kyseessä on tukiohjelmisto, jolla päätöksiä tehdään numeroiden avulla. Pallo on

silti päätöksentekijällä itsellään, Leskinen sanoo.

Myös laadullisia menetelmiä tarvitaan

– Numeerisia menetelmiä on kritisoitu siitä, että ne yksinkertaistavat asioita liikaa sekä siitä, ettei niillä pystytä kuvaamaan todellisia ilmiöitä riittävän monipuolisesti.

– Taloudelliset asiat on periaatteessa helppo mitata numeroina. Virkistyskäyttöä voidaan arvioida esimerkiksi kävijämäärien perusteella. Maiseman kauneutta taas on vaikeampaa mitata numeerisesti. Myös sosiaalisten vaikutusten laskentamalleihin liittyy epävarmuutta.

Alan tutkijatkaan eivät osaa sanoa, mikä sosiaalisissa vaikutuksissa on olennaista. Tällaisissa asioissa numeeriset menetelmät eivät riitä. Myös laadullisia menetelmiä kannattaa käyttää, Leskinen toteaa.

Sosio-ekologisten järjestelmien tutkimuksessa ryhmä käyttääkin laadullisia menetelmiä, kuten tapaustutkimusta. Myös adaptiivisten päätöksenteon tutkimuksessa laadullisia menetelmiä käytetään säännöllisesti. Suomen Akatemia rahoittaa muun muassa preferenssien mittaamiseen ja oppimiseen liittyvien menetelmien kehittämistä. Päätöksenteon epävarmuuksien riskien tutkimus on kuitenkin määrällistä, samoin myös ryhmän neljäs tutkimusaihe, spatiaalisten ja hierarkkisten päätösongelmien tutkimus. Suuren osallistujajoukon antama alueisiin liittyvää laadullista palautetta on muun muassa teemoiteltu ja tyypitelty, ja sijoitettu sen jälkeen kartalle.

”Ei kaikkea tarvitse mitata numeroilla: jutellakin toki voi.”

– Ei kaikkea tarvitse mitata numeroilla: jutellakin toki voi. Myös ihmisten vapaamuotoinen palaute voidaan ottaa huomioon. Retkipolkujen vieressä voi esimerkiksi olla lomakkeita, joihin voi kirjoittaa näkemyksiään. Myöhemmin

katsotaan, mitä lomakkeet sisältävät. Jos esiin tulee useita samanlaisia vastauksia, voidaan vastauksia tyypitellä. Asukkaat voivat

ilmaista mielipiteitään myös lomakekyselyn kautta.

Eli loppujen lopuksi päästään taas määrälliseen tutkimustapaan. Myös ryhmän kehittämät sovellukset ovat otteeltaan kvantitatiivisia. Osasyynä tähän lieenee tutkimuskulttuuri.

– Metsäalalla käytetään paljon kvantitatiivisia menetelmiä. Numeroiden kanssa on totuttu pelaamaan. Numeroita on mielellään laskettu useamman desimaalin tarkkuudella. Jostain syystä epävarmuustekijöitä tai niiden vaikutuksia ei ole pidetty niin pinnalla, vaan on alettu uskoa malleja, Leskinen sanoo.

Päätöksenteon apuvälineiden kysyntä kasvaa

– Sovellusohjelmamme ovat vielä melko rajoittuneita, joten ohjelmointiresurssi-

MESTA – käytännön apuväline päätöksentekoon

Tutkimusryhmä on kehittänyt MESTA-ohjelmiston, jota on käytetty muun muassa Metsähallituksen Itä- ja Länsi-Lapin alueiden luonnonvarasuunnittelussa. Suunnitteluryhmän puheenjohtajana toiminut Ismo Sarajarvi kertoo olevansa tyytyväinen MESTAan.

– Ohjelma helpottaa hahmottamista, sillä siinä (eri hakkuuvaihtoehtojen vaikutuksiin liittyvä) kokonais-tilanne avautuu silmien eteen graafiksi visualisoituna.

– Metsäsuunnittelussa on niin monesta tekijästä kysymys, ettei asioista saa otetta, jos niitä pyörittää vain päässänsä. Ohjelma toimii ajat-

telun apuvälineenä, koska se antaa välitöntä palautetta siitä, mitä eri vaihtoehtoilla tapahtuisi, Sarajarvi selostaa. Hän katsoo, että ohjelmasta on apua erityisesti osallistavassa, sidosryhmien kanssa yhdessä tehtävässä metsäsuunnittelussa.

– Yksittäisillä toimijoilla on yleensä omat tavoitteet. Moni ei mieti esimerkiksi sitä, miten tietyn tavoitteen toteutuminen vaikuttaisi esimerkiksi matkailuun ja työllisyyteen. MESTA antaa laajemman näkemyksen. MESTAssa kilpailevia tavoitteita ja niiden välisiä suhteita voidaan tarkastella yhtä aikaa. Minulla on sellainen tunne, että tämän ohjelman avulla voitaisiin vähentää ehkä konfliktejakin, Sarajarvi lisää.



Metla/Erkki Oksanen

Metlassa toimii päätöksenteon menetelmiin ja prosesseihin erikoistunut tutkimusryhmä, joka pyrkii tarjoamaan keinoja erilaisten päätösongelmien tunnistamiseen, jäsentämiseen ja ratkomi- seen. Tutkimusta koordinoi erikoistutki- ja Pekka Leskinen.

ja tarvittaisiin lisää. Ohjelmia voisi kehittää jatkossa myös helppokäyttöisemmiksi. Hän ei panisi pahakseen, jos asiakaslähtöisyyttäkin olisi enemmän: käytännön päätöksentekoa hyödyntävää tutkimusta siis, sekä uusia käytännön sovelluksia, Leskinen kertoo.

– Tulevaisuudessa tutkimusta voisi laajentaa esimerkiksi metsäteollisuusyritysten päätösongelmiin, Leskinen visioi, eikä häntä häittäisi sekään, jos määrällistä ja laadullista tutkimusta yhdisteltäisiin enemmän kuin tähän saakka on tapana ollut. Molemmista suuntauksista voisi ottaa parhaat puolet, hän tarkentaa.

Leskinen uskoo, että päätöksenteon tutkimukselle on tulevaisuudessa entistä suurempi tarve.

– Informaatiota tulee nykyään niin paljon, ja sitä pitäisi osata jäsentää. Tuskin tällaisen tutkimuksen tarve ainakaan pieneneenään päin on.

Tutkimusryhmän pitkän linjan tavoitteena on tuottaa menetelmiä, joil-

la (metsäalan) päätöksentekijä pystyy sekä keräämään tietoa että jäsentämään oleellisen informaation niin, että hän pystyy tekemään – entistä parempia päätöksiä.

Päätöksenteon tutkimusryhmältä on ilmestynyt esite, jossa kerrotaan ryhmän toiminnasta. Leskisen mukaan tavoitteena on ollut entistä parempi näkyvyys.

– Päätöksentekoa on tutkittu Metlassa parikymmentä vuotta. Asioista voisi viestiä ulospäin enemmänkin. Tavoitteena on tutkimusryhmän esiintulo, sillä tutkimus on tuottanut monenlaisia

käyttökelpoisia menetelmiä.

Perusteilla on myös aihepiiriin liittyvä tutkijaverkosto (www.metla.fi/org/dm/).

– Näitä asioita tutkitaan useissa paikoissa. Tavoitteena on kasata yhteen tietoa siitä, mitä tutkitaan ja kuka tutkii. Näin saadaan aikaan uudenlaista keskustelua ja uusia ideoita.

– Heitämme verkon veteen ja katsoimme, tuleeko kalaa. ■

Lisätietoja:

www.metla.fi/hanke/3419/

www.metla.fi/hanke/3369/

”Informaatiota tulee nykyään niin paljon, ja sitä pitäisi osata jäsentää.”

Sovelluksia

I STEPS (STatistical Elicitation of PreferenceS) on preferenssien mittaamiseen soveltuva tietokoneohjelmisto, joka huomioi preferenssien sisältämät epävarmuudet tilastotieteellisiä malleja hyödyntämällä. Tilastotieteellisten mallien avulla voidaan muun muassa arvioida, millä todennäköisyydellä päätösvaihtoehto A on parempi kuin päätösvaihtoehto B, kun huomioidaan lähtötietojen sisältämä epävarmuus. Epävarmuuden mittaaminen perustuu esimerkiksi preferenssitiedon sisäiseen epäjohtonmukaisuuteen. STEPS-tietokoneohjelmisto on yleinen päätöksenteon tukiohjelmisto, ja sitä voidaan soveltaa myös metsäalan ulkopuolella.

II HEMMO (HEuristic Module for Multi-objective Optimization) on toinen tutkimusryhmän kehittämä tietokoneohjelmisto. Se hyödyntää Metla-ohjelmistolla simuloituja lähtötietoja ja mahdollistaa myös metsän monimuotoisuutta kuvaavien tunnusten käytön. Ohjelmistossa käytetään heuristisia optimointitekniikoita. Tavoitteena on tuottaa suunnitelmavaihtoehtoja esimerkiksi tilanteisiin, joissa halutaan samaan aikaan sekä suojella met-

sän monimuotoisuutta että lisätä hakkuutuloja.

III MESTA on päätösvaihtoehtojen kokonaisvaltaisen arvottamisen internet-sovellus. Se perustuu hyväksymisrajojen (esimerkiksi sen, montako euroa hakkuutuloja metsänomistajan on vähintään saatava) säätämiseen siten, että päätöksentekijä löytää suunnitelmavaihtoehtojen joukosta omien tavoitteidensa kannalta parhaan vaihtoehdon. MESTAA on käytetty muun muassa Metsähallituksen Itä- ja Länsi-Lapin alueiden luonnonvarasuunnittelussa.

IV Hyötyanalyysin avulla kuvataan monitavoitteisessa päätöstilanteessa kokonaisuutena vaikuttavat tekijät ja niiden merkitys. Hyötyanalyysi edellyttää (MESTAan verrattuna) käyttäjältä syvällisempää perehtymistä, mutta sen tarjoama päätöstuki on vastavasti monipuolisempi. Hyötyanalyysiä on sovellettu Metsähallituksen alueellisessa, osallistavassa luonnonvarasuunnittelussa. Osallistavassa luonnonvarasuunnittelussa metsän käyttöön liittyviä strategiavaihtoehtoja voidaan tarkastella muun muassa talouden, luonnonsuojelun ja virkistyskäytön näkökulmista.

V Metsätähti-malli on lehtokoh- teiden monimuotoisuuden arvioimista

varten kehitetty sovellus. Monimuotoisuusarvo on mallin avulla voitu määrittellä siten, että niin maanomistajat kuin viranomaisetkin ovat saaneet informaatiota, jota he päätöksenteossaan tarvitsevat.

Tutkimusaiheet

I Adaptiivisen päätöksenteon tutkimuksissa päätöksentekoprosessi voidaan sopeuttaa ominaisuuksiin, joita tarkasteltavalla päätösongelmalla on.

II Päätöksenteon epävarmuuksien ja riskien tutkimuksissa kehitetään tilastotieteellisiä malleja, joilla lähtötietojen aiheuttamat epävarmuudet voidaan ottaa päätöksenteossa huomioon.

III Spatiaalisten ja hierarkkisten päätösongelmien tutkimuksissa kehitetään ja testataan erilaisia menetelmiä, joiden avulla voidaan huomioida resurssien määrän lisäksi niiden sijainti toisiinsa nähden.

IV Sosio-ekologisten järjestelmien tutkimuksissa luonnonvarojen käyttöön liittyviä päätösongelmia analysoidaan niin, että huomio kiinnitetään samanaikaisesti sekä sosiaalisiin, ekologisiin, että taloudellisiin vuorovaikutussuhteisiin.



Puun hankinta väheni – käyttö kasvoi

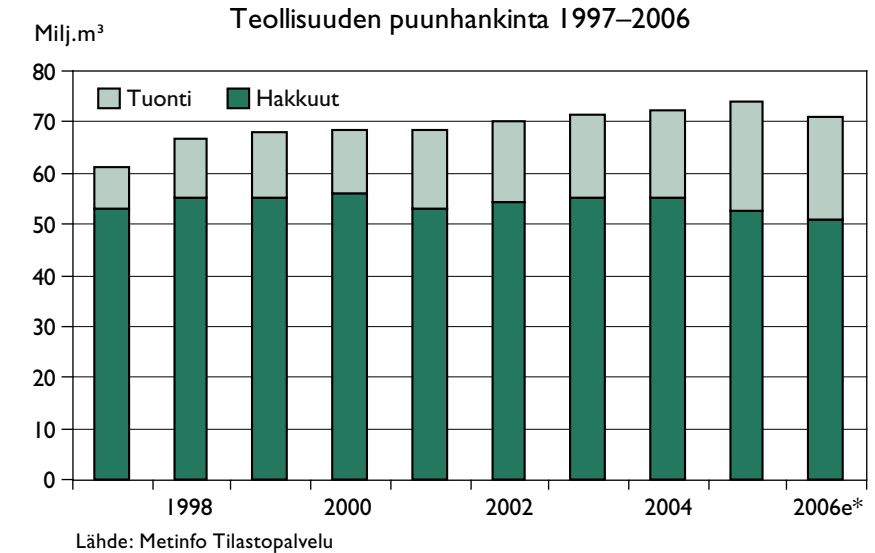
Metsäteollisuuden tuotanto vuonna 2006 kasvoi 11 prosenttia edellisvuodesta. Massa- ja paperiteollisuuden tuotanto kasvoi 15 prosenttia uuteen ennätykseen, puutuoteteollisuudessa kasvu oli maltilliset kolme prosenttia. Teollisuuden puunhankinta Suomesta ja ulkomailta kuitenkin väheni samaan aikaan 4–7 prosenttia. Tämän seurauksena hakatun puun varastot pienenevät kolmanneksella vuoden 2006 aikana. Erityisesti supistuivat kuitupuun varastot, jotka melkein puolittuivat.

Vuonna 2006 teollisuuspuun hakkuut olivat 51 miljoonaa kuutiometriä, kolme prosenttia edellisvuotta vähemmän. Pieneneminen kohdistui sekä tukkipuuhun, jonka hakkuissa (23,8 milj. m³) oli kahden prosentin vähennys, että kuitupuuhun, jonka hakkuissa (27,1 milj. m³) oli neljän prosentin vähennys. Hakkuumäärät laskivat yksityismetsissä 11 prosenttia. Sen sijaan yhtiöiden omien metsien hakkuut (+70 %), ja myös Metsähallituksen hakkuut (+10 %) nousivat edellisvuodesta. Hyvin leuto alkutalvi vaikeutti puunkorjuuta, ja hakkuut pienenevätkin juuri vuoden jälkimmäisellä puoliskolla.

Alkaneen vuoden hakkuiden ennakoidaan olevan selvästi viimevuotisia suurempia. Puukauppa on ollut vilkasta, ja ennakoitua raakapuun vientitullien korotukset Venäjällä vähentävät kiinnostusta tuontipuuhun. Epävarmuutta lisäävät myös Venäjän uudesta metsälaista johtuvat veloitteet metsänvuokraajille.

Vuonna 2006 Suomeen tuodun puun määrä väheni kesän jälkeen tasaisesti, ja oli marraskuussa 1,5 miljoonaa kuutiometriä. Leuto ja sateinen alkutalvi hankaloitti hakkuita ja kuljetuksia myös Venäjällä.

Tammi–marraskuussa tuotiin puuta yhteensä 18,7 miljoonaa kuutiometriä. Tämä oli miljoona kuutiometriä (5 %) vähemmän kuin vuotta aikaisemmin. Kuusitukin tuontimäärä pieneni eniten, peräti 22 prosenttia, ja muiden keskeisten havupuutavaralajien tuonti laski 12–14 prosenttia. Lehtipuun tuontimäärä pysyi ennallaan. Koko vuoden 2006 puuntuonti oli ennakoarvioiden mu-



kaan hieman yli 20 miljoonaa kuutiometriä. Määrä oli kaikkien aikojen toiseksi suurin, vaikkakin 7 prosenttia edellisvuotista pienempi.

Puukauppavuosi alkoi vauhdikkaasti

Vuoden 2007 puukauppa alkoi ennätysellisen vilkkaana. Metsäteollisuus osti tammi–helmikuun aikana yksityismetsistä puuta noin 7,5 miljoonaa kuutiometriä, enemmän kuin koskaan aiemmin samana ajankohtana. Vuosi sitten tammi–helmikuussa, jolloin puukauppa oli metsäveromuutoksen jälkeen hyvin vaisua, ostomäärä jäi 4,0 miljoonaan kuutiometriin.

Vilkasta kauppaa on pohjustanut syksyllä kiihtynyt puun hintojen nousu, joka jatkui helmikuussa. Helmikuun koko maan keskikantohinnat kohosivat tammikuusta lähes kaikissa puutavaralajeissa 1–3 prosenttia. Mäntytukin keskikantohinta oli helmikuussa nousut jo 25 prosenttia (11,0 €/m³) korkeammaksi kuin vuosi sitten. Kuusitukin hinta kohosi vuoden takaisesta 19 prosenttia (9,2 €/m³). Vanerikoivun hinta on noussut havutukkeja maltillisemmin (8 %). Tukkipuun hintaa on kohottanut sahatavaran hyvä hintakehitys maailmanmarkkinoilla. Massa- ja paperiteollisuuden tuotannon ja viennin kasvu näkyi kuitupuutavaralajien hinnoissa, joista mänty- ja koivukuitupuun hinnat ko-

hosivat vuoden aikana 23 prosenttia ja kuusikuitupuun 12 prosenttia. Alueellisesti hintojen nousu on ollut suurinta Pohjanmaan alueella sekä Lapissa, jossa kantohinnat ovat nousseet yli kolmanneksen viime vuoden alkupuoliskosta.

Huonojen korjuukelien vuoksi puun ostajilla on paljon hakkaamattomia talvileimikoita, ja vuodenvaihteen jälkeen suurin kysyntä on ollut kelirikko- ja kesäkorjuukelpoisista kohteista.

Alkaneesta vuodesta voi ennustaa vilkasta puukauppavuotta. Metsäteollisuusyritykset ovat ilmoittaneet edellisvuotta korkeampia ostotavoitteita vuodelle 2007, ja korkean hintatason siivittämänä puuta myös tulee markkinoille. Puun hintojen nousu ei näyttänyt helmikuussa taittumisen merkkejä. ■

Koko maan keskimääräiset kantohinnat helmikuussa 2007 (29.1–25.2.2007)

	Euroa/m ³	Muutos, %	
		1 kk	12 kk
Mäntytukki	55,1	2 %	25 %
Kuusitukki	56,4	2 %	19 %
Koivutukki	44,7	0 %	8 %
Mäntykuitupuun	14,9	3 %	23 %
Kuusikuitupuun	23,3	1 %	12 %
Koivukuitupuun	14,3	2 %	23 %

Lähde: Metinfo Tilastopalvelu
Lisätietoja: www.metla.fi/tiedotteet/

YMPÄRISTÖNÄYTTEET

tarkastelun kohteena

Sirpa Kotikangas-Venäläinen

Uusien näyteaineistojen jatkuva kerääminen, ympäristön tilan seurannan tehostuminen sekä analyysimenetelmien nopea kehittyminen asettavat kasvavia paineita näytekokoelmien säilytyksen ja käytön kehittämiseksi. Metlassa on selvitetty ympäristönäytteiden pitkäaikaisista säilytyksestä ja yhteiskäyttöä.

Ympäristönäytteiden säilytys on Suomessa hajautunut tutkimuslaitoksiin, yliopistoihin ja luonnontieteellisiin museoihin. Tällä hetkellä ai-noat systemaattista näytteiden keräystä ja säilytystä toteuttavat ympäristönäytepankit Suomessa ovat SYKEN näytepankki Hakuninmaalla ja Metlan näytepankki Paljakassa.

– Näytemäärien kasvu on monissa yksiköissä johtanut säilytystilojen riittämättömyyteen ja epävarmuuteen aineistojen säilyvyydestä, kertoo ympäristönäytteiden säilytystä selvittänyt tutkija **Jarkko Utriainen**.

– Tutkimuksellisesti arvokkaita näyteaineistoja voi lojua varastotiloissa vail-la käyttöä ja asianmukaista säilytystä vain siksi, ettei niistä tiedetä juuri mitään.

Näyteaineistojen merkitystä tulevaisuuden ympäristöntutkimuksessa voi lisätä niiden hyödyntämismahdollisuudet muun muassa riskianalyysissä ja erilaisissa kansainvälisissä yhteistutkimuksissa. Pohjoiset alueet ovat ympäristön ti-

lan suhteen vielä monilta osin tausta-alueita, joten Suomessa kerättyä näytemateriaalia voidaan käyttää myös referenssiaineistona. Toimintojen yhtenäistämisen etuja ovat aineistojen tehokkaampi hyödynnettävyys, ympäristön tilan seurannan ja tutkimuksen verkottuminen sekä uusien mahdollisuuksien tarjoutuminen opetukseen ja opinnäytteiden tekoon.

– Myös kustannuksia voidaan karsia pitkällä aikavälillä kun näytteiden säilytystä keskitetään ja näyteaineistojen keräystä yhtenäistetään, kertoo Utriainen.

Näytteitä käsittelevän tiedon tallennusta tulee keskittää

Tutkimuslaitokset säilyttävät näytteen-sä yleensä omissa tiloissaan, kun taas yliopistoissa kerättäviä näyteaineistoja pyritään tallentamaan yliopistojen luonnontieteellisiin museoihin.

– Jotta näytteiden hyödyntämistä voitaisiin tehostaa, tulee kaikki näytteitä säilyttävät yksiköt sekä niihin varastoidut kokonaisuudet ja tiedot kartoittaa, sanoo Jarkko Utriainen.

– Samalla voitaisiin selvittää näytettä säilyttävien laitosten nykyiset resurssit ja kehittämistarpeet, käynnissä olevat yhteistyöhankkeet sekä halukkuus näyteaineistojen siirtämiseksi esimerkiksi näytepankkeihin.

Utraisen mielestä on tärkeää saada jo heti alkuvaiheessa tiedot näytteistä sähköiseen muotoon näytetietokantoihin.

– Ympäristönäytteitä säilyttävien yksiköiden tulisi nimetä näytteidensä varastoinnille ja käytölle yhteyshenkilö, toteaa Utriainen.

– Näytteitä keräävillä organisaatioilla tulisi myös olla käytössään yhtenäinen toimintatapa, jossa kerättäviksi aiottujen näytesarjojen tallennus olisi määritelty jo hankesuunnitelmissa ennen varsinaista näytteiden keräystä, hän arvioi.

Metlassa tehdyssä ympäristönäytteiden säilytystä ja hyödyntämistä käsittelevässä selvityksessä ehdotetaan, että näyteaineistojen säilytyksen ja yhteiskäytön kehittämiseksi asetetaan kansallinen työryhmä. Työryhmässä olisivat edustettuina ympäristön tilan seuranta suorittavat

tutkimuslaitokset, yliopistot ja museot sekä tutkimusta rahoittavat ministeriöt. Selvityksessä ehdotetaan perustettavaksi työryhmän alaisuuteen

erillinen hanke, jossa suunnitellaan ja testataan näytteiden säilytykseen ja hyödyntämiseen sekä tiedon tallennukseen liittyviä yhteistyömalleja.

– Kehittämishankkeessa voitaisiin myös selvittää tarve suomalaisen ympäristönäytepankkiohjelman pilottiohjelmalle. Kehittämishankkeen jälkeen toi-

”Tutkimuksellisesti arvokkaita näyteaineistoja voi lojua varastotiloissa vail-la käyttöä ja asianmukaista säilytystä vain siksi, ettei niistä tiedetä juuri mitään.”



mintaa voitaisiin jatkaa esille tulleiden tarpeiden mukaisesti, Utriainen kertoo.

Tutkimusryhmien välillä tiedon kulun puutetta

Ympäristönäytteiden keräyksen ja säilytyksen hajautuminen erillisiin ja resursseiltaan eritasoisiiin yksiköihin on johtanut vaihteleviin käytäntöihin näytteiden säilytyksessä sekä näytteitä käsittelevän tiedon tallennuksessa.

– Esimerkiksi seuranta- ja tutkimushankkeita valmistelevilla ryhmillä ei useinkaan ole kattavaa kokonaiskuvaa valituilta seuranta-alueilta aiemmin tallennetuista aineistoista ja tuloksista, kertoo Utriainen.

– Pahimmillaan eri ryhmät tekevät päällekkäistä seuranta- ja tutkimustyötä samoilla seuranta-alueilla kokonaan toisistaan tietämättä. Seurantaohjelmissa ja tutkimuksissa kerättyjä näyteaineistoja käsittelevän informaation saatavuutta voidaan tehostaa keskittämällä ja yhdistämällä tiedon tallennusta, toteaa Utriainen.

Päällekkäisyyksiä voidaan karsia toimintoja yhdistämällä

Ympäristönäytepankkien merkittävimpiä etuja ovat näytteiden sekä näytteitä käsittelevän tiedon keskittyminen samaan paikkaan, näytteiden säilyvyyden valvonnan tehostuminen sekä mahdollisuudet erilaisten näytetietokanta- ja referenssiaineistopalvelujen tarjoamiseen. Näytepankit voisivat toimia itse näytteiden säilytyksen lisäksi myös näyteaineistoja käsittelevän tiedon tallennuksen keskuksina.

– Tällöin tiedon saatavuus tehostuisi, pohtii Utriainen.

– Kaikkea näytteisiin liittyvää tietoa ei aina voida välittää sähköisessä muodossa tietoverkon kautta ja sen vuoksi näytepankkeihin voitaisiin perustaa myös käsikirjastoja, visioi Utriainen.

– Näihin käsikirjastoihin voitaisiin tallettaa myös näytepankin omaa toimintaa kuvaavat dokumentit, kuten aineistojen säilytystä ohjaavat laatukäsikirjat, hän toteaa.

Tiedon tallentamisen ja saatavuuden keskittäminen tehostaisivat näytteiden

hyötykäytön lisäksi valmiiden keräys-, käsittely- ja muiden ohjeistojen yhteiskäyttöä. Yhteisesti hyväksytyt ohjeistot lisäisivät myös mahdollisuuksia hyödyntää aineistoja tasapuolisemmin tutkimuksessa ja opetuksessa.

– Näytepankin toimintaa käsitteleviin ohjeistoihin voitaisiin sisällyttää myös kriteerit pitkäaikaiseen tallennukseen otettavista näyteaineistoista sekä menettelyohjeet näytteiden säilytyksestä ja käytöstä, toteaa Utriainen.

Biopankit keskustelun kohteena

Suomessa on viime aikoina käyty varsin vilkasta keskustelua kansallisen biopankkijärjestelmän perustamisesta. Biopankilla tarkoitetaan lääketieteellistä näytekokoelmaa, jossa on tallennettuna dna:ta, verta tai muita näytteitä ihmisten elimistöstä sekä tietoja kerätyistä näytemateriaalista ja näytteenantajasta.

– Biopankki on siis eräänlainen ympäristönäytepankki, jossa näytteet ja tieto on kerätty ihmisistä, ei kasveista tai eläimistä kuten esimerkiksi Metlan ja SYKEN näytepankeissa, toteaa Utriainen. Käytyjen keskustelujen mukaan ihmisistä kerätyt näytteet ja tiedot pitäisi myös järjestää yhtenäisiksi kokoelmiksi.

– Esimerkiksi Kansanterveyslaitoksen hallinnassa nykyisin olevien kattavien aineistojen hyödyntämistä hankaloittaa aineistojen säilytyksen hajaantuneisuus ja kirjavuus sekä materiaalin käyttöoikeuksien vaihtelevuus, selvittää Utriainen. Biopankeille tulevaisuudessa laadittavia toimintamalleja ja ohjeistoja voitaisiin soveltaa myös ympäristön tilaa kuvaavien ympäristönäytepankkiohjelmien toiminnan suunnittelussa. Biopankkitoiminnan kehittämistyö on sen ympärillä käytävästä vilkkaasta keskustelusta huolimatta vielä käymisvaiheessa. ■

Julkaisu: Utriainen, J., Poikolainen, J., Kuokkanen, M., Piispanen, J. & Kubin, E. 2006. Ympäristönäytteiden pitkäaikaisen säilytyksen ja yhteiskäytön kehittäminen Suomessa. Suomen ympäristö 56, Suomen ympäristökeskus. 122 s. Julkaisu on saatavana myös sähköisenä (pdf) Suomen ympäristökeskuksen Internet sivustoilla.

Lisätietoja: Muhoksen toimintayksikkö ja Paljakan ympäristönäytepankki, www.metla.fi/mu/

Ehdotuksia ympäristönäytteiden pitkäaikais säilytyksen ja yhteiskäytön kehittämiseksi

- Kartoitetaan näytteitä säilyttävät yksiköt, varastoidut näytteet ja niistä tallennetut tiedot sekä meillä olevat yhteistyöhankkeet
- Selvitetään yksiköiden nykyiset resurssit ja kehittämistarpeet
- Nimetään yhteyshenkilöt näyteaineistoja varastoivissa yksiköissä
- Kirjataan näytteiden keräys ja säilytys hankesuunnitelmiin
- Laaditaan valtakunnalliset ohjeet näytteiden säilytykselle ja yhteiskäytölle
- Selvitetään yksiköiden tarve ja halukkuus näyteaineistojen siirtämiseksi pitkäaikais säilytykseen näytepankkeihin tai vastaaviin yksiköihin
- Näytteitä säilyttävät yksiköt tallentavat näyteaineistoja koskevat tiedot näytetietokantoihin
- Kehitetään kansallinen ympäristönäytetietoverkosto ja liitetään se kansainvälisiin tietoverkkoihin
- Ihmisperäisten näytteiden keräys sisällytetään osaksi kokonaisvaltaista ympäristön tilan seurantaa

Ympäristönäytteiden säilytykseen ja yhteiskäyttöön liittyviä kysymyksiä on pohdittu myös hankkeen järjestämissä kotimaisessa seminaarissa Paljakassa 18.4.2005

(www.metla.fi/tapahtumat/2005/paljakka-seminaari/) ja kansainvälisessä seminaarissa Helsingissä 5.12.2005 (www.metla.fi/tapahtumat/2005/ymparisto-seminaari/).

Metlassa tehdyssä selvityksessä ehdotetaan, että näytesarjojen tallennus määritellään tutkimuksen suunnitteluvaiheessa ennen varsinaista näytteiden keräystä ja tiedot näytteistä tallennetaan sähköiseen muotoon näytetietokantoihin.



Ainoat systemaattista näytteiden keräystä ja säilytystä toteuttavat ympäristönäytepankit Suomessa ovat SYKEN näytepankki Hakuninmaalla ja Metlan näytepankki Paljakassa.

Vanhimmat maastokokeet

Mirja Vuopio



Metsäntutkimuksessa tarvitaan pitkiä seurantajaksoja, sillä luonnossa muutokset ovat yleensä suhteellisen hitaita. Metlan vanhimmat maastokokeet ovat lähes saman ikäisiä kuin 90-vuotias tutkimuslaitos.

Metsän kasvatusta, uudistamista, jalostusta, suometsien hoitoa ja eri puulajien menestymistä ovat esimerkkejä aiheista, joita tutkitaan yleensä maastokokeiden avulla. Kokeiden perustamisen jälkeen tarvitaan usein vuosikymmenien seurannat ja mittaukset ennen kuin tutkimuksessa voidaan tehdä johtopäätöksiä.



Metta/Reino Saarnio



Metta/Tuokko Ilmarinen Haataja

METSÄNVILJELYSLOMAKE No. 39

Lapinjärvi kokeilualue

Populus fremula x P. fremuloides
Ruotsinkylä, Ris. No. 1/51.

kocala n:o

Puulaji
Siementen kotipaikka
Karttakuvio
Maasto
Metsätyyppi
Maalaji
Perustamisaika

6
Viettä pohjoiseen
Vanha pelto
Savimulta
6.5.1952
0.03 ha

24 Karttapiltros n:o
Tiedot siementen lähtöpaikasta:
Siementen kotipaikka
Edellisen sukupolven kotipaikka
Metsäntutkimuslaitos: Ruotsinkylä, Ris. No. 1/51
ENO: Ruotsinkylä, Isä Maple, Ont. Canada.
Metsät. Tutk. lai? Jalostusasema
Tehty ris. 7.4.1952
huoneessa
Ruotsinkylä

melkein 90 vuotiaita

Suomalainen metsänhoito perustuu Metlan maastokokeisiin. Esimerkiksi uudistamisrajojen, harvennussmallien sekä puulajivalinnan ohjeiden toimivuus on testattu kokeilla. Ensimmäiset metsänhoidon ohjeet annettiin kertaalleen tehtyjen mittaus-ten perusteella, koska metsäväki tarvitsi nopeasti tietoa käytännön päätöksenteon tueksi. Myöhemmin ohjeita ja suosituksia on tarkennettu, muutettu ja laajennettu pitkälti kestokokeista saatujen seurantatietojen perusteella.

Alun perin metsänhoidon tutkimusta varten perustetut pitkät seurannat ovat sittemmin osoittautuneet kullan arvoisiksi myös ilmastonmuutos- ja ympäristöntutkimukselle.

Kokeet pysyvät — tutkijat vaihtuvat

Tutkija **Harri Mäkinen** on hiljattain saanut vastuulleen joukon kasvu- ja tuotostutkimuksiin liittyviä kokeita, joiden edellinen vastuuhenkilö, tutkija **Antti Isomäki**, lähti eläkkeelle. Kokeista vanhimmat ovat professori **Yrjö Ilvessalon** johdolla 1920-luvulla perustettuja, ja ne on mitattu jo 12–15 kertaa. Mäkistä ennen kokeet ovat olleet usean eri tutkijan vastuulla.

Esimerkkinä metsäntutkimuksen ajallisesta mittakaavasta Mäkinen ottaa Punkaharjulla 1924 perustetun männikön mittauskokeen.

– Kun synnyin vuonna 1966 harvennuskoe mitattiin jo yhdeksännen kerran.

Kestokoealoihin perustuvissa tutkimuksissa, joiden tavoitteena on selvittää metsänkäsittelyn puuntuotannollisia vaikutuksia, voidaan erottaa

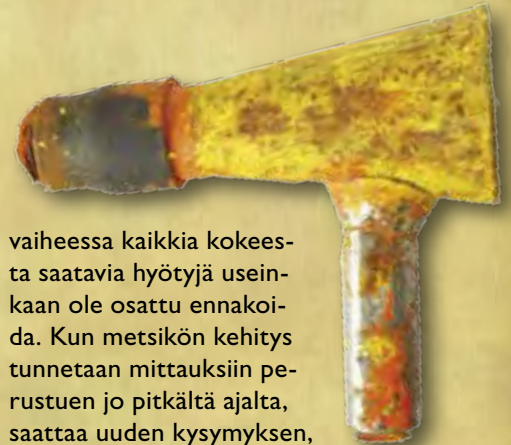
kolme vaihetta. Vanhimmat kokeet perustettiin 1920- ja 1930-luvuilla metsänhoidon menetelmien testaamiseksi ja ohjeistamiseksi. Toinen vaihe oli 1960-luku, jolloin perustettiin uusia kokeita muun muassa ensiharvennusten vaikutusten selvittämiseksi. Metsien käsittelyintensiteetti muuttui oleellisesti metsätyön koneellistumisen myötä. Kolmannessa vaiheessa, 1970-luvulla, perustettiin kokeita voimakkaiden, harvoin toistuvien harvennusten kasvu- ja tuotosvaikutusten selvittämiseksi.

Myös kotimaisten puulajien jalostus ja ulkomaisten puulajien menestymisen tutkiminen ovat kautta aikain olleet keskeisiä kestokokeiden perustamisen syitä, puhumattakaan turvemaiden metsien hoitokysymyksistä. Viime vuosikymmeninä uusia kestokokeita on perustettu yhä vähemmän.

– Useiden vanhojen kokeiden kanssa eletään nyt olla siinä tilanteessa, että niitä olisi aika uudistaa. Osa kokeista pyritään ylläpitämään jatkossakin, vaikka niiden määrä varmasti vähenee. Esimerkiksi 1960- ja 1970-luvuilla perustetuista kokeista on noin kolmannes vielä seurannassa, Harri Mäkinen kertoo.

Hyvällä kokeella on paljon käyttöä

Ajallisesti ja maantieteellisesti laajat koesarjat edellyttävät pitkäjänteisyyttä ja jatkuvuutta, joita nyky maailma ei pidä välttämättä arvossa. Samoja kokeita voidaan kuitenkin hyödyntää monenlaisten tutkimuskysymysten ratkaisemiseen, eikä perustamis-



vaiheessa kaikkia kokeesta saatavia hyötyjä useinkaan ole osattu ennakoida. Kun metsikön kehitys tunnetaan mittauksiin perustuen jo pitkältä ajalta, saattaa uuden kysymyksen, esimerkiksi ilmastonmuutoksen, tarkastelu olla jo puolitiehen käynnissä, kun tutkimustarve ilmenee. Siksi tutkijat hyödyntävät mielellään vanhoja kestokokeita.

Vaikka etenkin vanhimpien kokeiden käsittelyt eivät vastaa enää nykytietämystä ja käytäntöä, osaa myös kaikkein vanhimmista kokeista halutaan pitää yllä. Niistä saadaan arvokasta tietoa metsikön kehityksestä ja jopa vastauksia kysymyksiin, joita ei kokeita perustettaessa ollut olemassakaan. Esimerkiksi vanhoja lannoituskokeita on käytetty tutkimuksiin, joissa tarkastellaan typpilaskeuman vaikutusta metsiin.

– Olen viimeksi käyttänyt vanhoja harvennuskokeita lahopuututkimuksessa, Harri Mäkinen kertoo.

– Yksittäisten puiden kuoloinaika tunnetaan muutaman vuoden tarkkuudella, samoin puun koko kuollessa on mitattu. Etsimme vuosikymmeniä sitten kuolleet puut ja mitta-simme mitä niistä oli jäljellä. Vanhoilta kokeilta saatiin tietoa lahoamisprosessin etenemisnopeudesta, eikä tarvinnut odottaa lahoamisprosessin etenemistä enää silloin, kun tuloksia jo tarvittiin. ▶▶

”Samoja kokeita voidaan hyödyntää monenlaisten tutkimuskysymysten ratkaisemiseen.”



Ilmastonmuutoksen vaikutuksia arvioidaan vanhoilla kokeilla

Vanhoja alkuperäkokeita on käytetty ilmastonmuutoksen vaikutusten arviointiin. Kuusen ja männyn siemeniä tai taimia on jo 1900-luvun alkupuolella siirretty kasvaamaan eri seuduille pohjoisesta etelään tai etelästä pohjoiseen. Pisimmät siirrot vastaavat +6 celsiusasteen muutosta vuoden keskilämpö-

tilassa. Näillä alkuperäkokeilla pystytään nyt tutkimaan ilmastonmuutoksen vaikutusta täysikasvuissa puissa.

Pohjoisessa on lyhyt, nopeasti alkava kasvukausi, ja siksi pohjoisten alkuperien on puhjettava kasvuun heti kevätilmojen lämmettyä. Eteläiset alkuperät ovat sopeutuneet vaihteleviin kevätsäihin ja ovat kasvun aloittamisen suhteen varovaisempia. Eräs ilmaston lämpenemiseen liittyvä riski on, että pohjoiset alkuperät puhkeavat kasvuun keskellä leutoa talvea. Tutkimuksissa on todettu, että mänty ja kuusi pystyvät sopeutumaan huomattavaankin ilmaston lämpenemiseen, ja voivat jopa hyödyntää sen lisääntyneenä puuntuotoksena. Erityisesti pohjoista alkuperää olevat puuyksilöt reagoivat herkästi lämpötilan nousuun.

Solbölen tutkimusalue on yksi Metlan vanhimpia, ja se edustaa ilmastollisesti maamme lauhkeimpia osia Tammisaaren rannikolla ja saaristossa. Siellä sijaitsee alkuperäkoesarjaan kuuluva kuusikoe, jonka avulla on jo 1900-luvun alussa selvitetty, kuinka eri paikoista siirretyt kuuset selviytyvät Lounais-Suo-

men kasvuoloissa. Tuloksena syntyi suositus pitäytyä paikallisessa alkuperässä. Lisäksi tehtiin ohjeet siitä minkä verran siementä voi tarvittaessa siirtää alkuperäiseltä kasvupaikaltaan suhteessa lämpösummaan tai korkeuteen.

Puiden kasvurytmi ja siihen vaikuttavat tekijät alkoivat kiinnostaa tutkijoita 1990-luvulla, ja silloin alkuperäkoetta käytettiin kasvun seurantaan. Tutkimuksissa tarkasteltiin kuusen pituus- ja paksuuskasvua kasvukauden aikana sekä eri vuorokaudenaikoina. Vastaavia kokeita tehtiin samanaikaisesti myös Punkaharjulla ja Kivalossa Rovaniemen läheisyydessä.

Nykyisin Solbölen kuusikoe palvelee ilmastonmuutoksen ja siihen sopeutumisen seurantaan. Tässä tutkimuksessa on jo ilmennyt, että kuusen silmut ovat varsin alttiita pakkasvaurioille, mutta neulaset eivät ole yhtä herkkiä. Koko ajan sama koemetsikkö tarkkoine mittaus-tietoineen on myös yhtenä havaintokohteena yleisölle avoimessa Solbölen puulajipuistossa.

Koesarjat tavoittavat kasvuoljemme vaihtelun

Kestokokeille on tyypillistä, että niihin kuuluvia koealoja on kautta ko-

Tutkimus on laatu- ja luotettavuus alusta loppuun

Tutkimusprosessi muodostuu monesta osatekijästä, joissa laadun täytyy säilyä ja vaatimustason olla tiedossa.

Jo suunnitteluvaiheessa laadun varmistus alkaa tutkijoiden, maastohenkilöstön ja laboratorion yhteistyöllä. Tutkimusongelma määrittää mitä havaintoja kerätään ja minkälainen näytteenotto on hyvä.

Näytteen hankinnan ja jatkokäsittelyn yksityiskohdat ovat usein kenttähenkilöstön ja laboratorion vastuulla. Tutkimustulosten luotettavuus on

suoraan riippuvaista tehtyjen mittausten ja havaintojen tarkkuudesta ja aineistojen käsittelystä. Tulokset eivät voi olla tarkempia kuin mitaukset.

– Hyvän kenttätöiden takaamiseksi tutkijoilta edellytetään entistä selkeämpiä ohjeita ja tehtävänantoja, tutkimusmetsäpäällikkö **Eino Piri** sanoo.

Tutkijan laatima näytteenottosuunnitelma on välttämätön. Tutkimuksen tavoitteet puetaan siinä teknisiksi ohjeiksi. Laatujärjestelmä tarkoittaa, että sovitaan miten tehdään, se kirjataan, ja sitten toimitaan sen mukaan. Metlan laboratorioilla on myös oma, akreditoitu laatujärjestelmänsä.

Sertifiointi lisää luotettavuutta

Metlalla on 60 ympäristönäytteenottajien sertifiointielimen hyväksymää sertifioitua näytteenottajaa Sertifikaatin saaminen on edellyttänyt sekä koulutusta että näyttötutkintoa. Vuonna 2001 saatu todistus päivitettiin viime syksynä pidetyssä koulutuksessa. Kenttähenkilökunnan, laboratorioväen ja tutkijoiden yhteinen koulutus tiivistä tutkimusprosessin harmaita alueita, joita muodostuu näytteitä ja aineistoja kerätessä sekä tiedon siirtyessä tutkimusprosessin eri osissa. Koulutuksen osuvana nimenä oli *”Metsästä julkaisuun – säilykö totuus”*.

– Henkilöstö ymmärtää aineistonkeruun merkityksen osana laadunhallintaa. Tietoisuus vastuuttaa ja



Metla/Erikki Oksanen

Vanhoilta koealoilta saadaan aineistoa myös uusiin tutkimusaiheisiin, kuten ilmastonmuutoksen tutkimiseen, kertoo Harri Mäkinen ja kokeilee puiden pituuden mittaamista 70-luvun laitteella.

Metla/Erkki Oksanen



ko maan. Etelä- ja Pohjois-Suomessa on erilaiset kasvuolot, ja myös itä-länsi-ulottuvuus maankohoamisrannikolta Kainuun vaara-alueille asettaa omat haasteensa metsänkasvatukselle. Toinen vaihtelu, jota kestokokeille on haettu, on erilaiset käsittelyvoimakkuudet. Useita harvennusvoimakkuuksia tai maankäsittelyvaihtoehtoja on kokeiltu, samoin luonnon-

tilassa kehittyneitä koeruutuja löytyy yleensä kaikista sarjoista.

Pitkään seurattuja kestokokeita voidaan käyttää myös metsäopetuksen havaintokohteina ja metsätalouden sekä -tutkimuksen esittelemiseksi kansainväliselle yleisölle. Sarjojen säilyttämisellä on oma merkityksensä tieteen arvioitavuuskriteerin täyttämiseksi.”

Kestokokeissa konkretisoituvat tutkimustulokset kestävät ja kirkastuvat tuon tuostakin ammattilaisten arvioivien katseiden alla. Voimme hyvin kuvitella miten kiintoisia väittelyitä kestokokeiden puuvanhukset ovatkaan saaneet olla todistamassa, kun eri aikoina on väännetty kättä oikeista puulajivalinnoista, maankäsittelyistä ja metsänhoidon menetelmistä. ■

sitouttaa, koulutusta järjestänyt Eino Piri kuvaa laatukoulutuksen tavoitteita.

Koulutuksen yhteydessä kävi ilmi, että Metlan kenttähenkilöstö tiedostaa hyvin työnsä tieteelliset tavoitteet ja tarkkuusvaatimukset, joita tutkimustyön kaikkiin vaiheisiin kohdistuu. Se on hyvän laadun tae.

Metlan tutkijalle tai tilaustutkimuksen tilaajalle sertifikaatti merkitsee, että näytteenottajaan voi luottaa. Jokainen tutkimusketjussa työskentelevä ymmärtää työnsä tarkoituksen ja työskentelee kaikissa olosuhteissa niin huolellisesti kuin luotettavien tulosten aikaansaaminen edellyttää. Yhtä hyvin kuin tutkijan on tunnettava tilastotieteen ja luonnon lainalaisuudet, myös maasto- ja laboratoriohenkilökunnan on



Metla/Erkki Oksanen

tiedettävä eri työvaiheiden merkitykset. Jopa säilytys ja kuljetus sekä työkalujen puhdistus on tehtävä oi-

kein, tai tulokset saattavat vääristyä. Näitä sudenkuoppia sertifioitu näytteenottaja osaa välttää.

Suomi tuo **TIETOTEKNIKKAA**



388
290

Metsäteknologian professori Antti Asikainen pitää metsäkoneiden automaation lisäämistä tärkeänä kehittämiskohteena, joka parantaisi puunkorjuun tuottavuutta.



Metla/Erkki Oksanen

METSIIN

Liina Kjellberg

Vuonna 2020 maailman metsäkoneista 75 prosenttia valmistetaan Suomessa, metsäkoneyritykset toteuttavat kaikki metsätyöt metsän uudistamisesta puunkorjuuseen ja samat koneet varustettuina eri työtöillä soveltuvat niin istutukseen kuin päätehakkuuseenkin, visioi Metlan professori **Antti Asikainen**.

Koneteollisuuden pysyminen meillä edellyttää kuitenkin, että markkinavaltauksessa onnistutaan ja että Suomessa säilyy elinvoimainen metsäteollisuus, jonka yhteydessä metsäkoneita voidaan kehittää, hän lisää.

Suomi kärkikastia metsäteknologiassa

Suomi on metsäteknologian kehityksen kärkimaita: yli 95 prosenttia metsäteollisuuden hakkuista tehdään koneilla ja metsäkoneenkuljettajien apuna ovat satelliittipaikantimet, digitaaliset kartat ja pitkälle viety puutavaran katkonnan ohjaus.

– EU-maista vain Ruotsissa ja Iso-Britanniassa puunkorjuu on koneellistettu yhtä pitkälle kuin Suomessa. Esimerkiksi Saksassa ja Ranskassa vain 40 ja Italiassa alle kymmenen prosenttia hakkuista on koneellistettu, vertaa Asikainen.

– Puola on metsäteknologian osalta EU-maista kaikkein kehittymätömin. Hakkuista 90 prosenttia voitaisiin tehdä koneellisesti, mutta paikallisilla koneyrityksillä ei ole varaa investoida kalliisiin metsäkoneisiin.

Suomessa hakkuista taas ei voi enempää koneellistaa. Esimerkiksi taajamametsien ja pienten kohteiden hakkuut on Asikaisen mukaan kustannustehokkaampaa tehdä moottorisa-

halla, sillä metsäkoneita on kallista siirtää paikasta toiseen.

Satelliittipaikantimet ohjaavat kuljettajia

Myös metsäkoneiden tietotekniikka on kehittynyt Suomessa pitkälle. Metsäkoneiden toimintaa on 1990-luvulta asti ohjattu esimerkiksi keskitetyn katkonnan ohjauksen ja satelliittipaikannuksen avulla.

– Keskitetty katkonnan ohjaus tarkoittaa, että esimerkiksi saha voi ilmoittaa eri leimikoissa työskenteleville hakkuukoneille sähköisesti, millaista sahatavaraa se tarvitsee. Eri sahatavara-tyyppien tarve päivittyy hakkuukoneisiin sitä mukaa, kun ne katkovat puita, Asikainen selventää.

– Satelliittipaikannus taas kertoo metsäkoneenkuljettajalle, missä kohdassa leimikkoa hän on. Koneessa on digitaalinen kartta, josta näkyy muun muassa leimikon rajat, koneen sijainti, sähkölinjat, polut ja arvokkaat luontokohteet.

Tästä on hyötyä erityisesti, kun työskennellään pimeässä ja räntäsateisessa ensiharvennuskentässä.

Tutkimuspuolella kehitetyt tuotannon suunnittelun ohjelmistot puolestaan mahdollistavat muun muassa tietokonesimuloinnin käytön logistiikkaan liittyvien tehtävien suunnittelussa. Simuloinnilla voidaan esimerkiksi suunnitella, miten hakelaitoksen raaka-aineen vastaanotto kannattaisi järjestää.

– Simulointi testaa erilaisia toimintavaihtoehtoja ja laittaa ne paremmuusjärjestykseen. Kaikki logistiikkaan liittyvät tekijät, kuten autotyypit ja niiden ajonopeus, tiet, varastot ja se, kuljetetaanko puu hakkeena, risutukkeina vai lautoina, voidaan huomioida. Esimerkiksi ennen investointeja voidaan simuloimalla selvittää, miten hyvin suunniteltu logistiikka toimii, ja missä mahdolliset pullonkaulat ovat, Asikainen kuvailee.

Vielä tarvitaan ihmistä ohjaamossa

Metsäkoneiden tietojärjestelmiä on Asikaisen mukaan kehitetty paljon 2000-luvulla, kun tiedonsiirron nopeus ja varmuus on parantunut.

– Metsäkoneiden ulkonäkö ei juuri ole muuttunut, mutta niihin on tullut paljon lisää älyä. Tietokone ohjaa lähes kaikkia koneen toimintoja. Olennaisia sisällöllisiä innovaatioita tuskin enää tehdään, mutta kun tekniikka halpenee, on sen käytön lisääminen taloudellisesti järkevää, hän sanoo.

Asikainen arvioi ihmisen istuvan metsäkoneen ohjaamossa vielä seuraavat 15–20 vuotta.

– Suomen olosuhteisiin on hankala kehittää täysin automaatioon perustuvaa metsäkoneita, sillä meidän metsämme ovat luonnonmetsiä, joissa puut kasvavat, missä sattuu. Automaatio otetaan ensin käyttöön esimerkiksi Portugalin eukalyptusviljelmien kaltaisissa istutusmetsissä. ►►

”Metsäkoneiden ulkonäkö ei juuri ole muuttunut, mutta niihin on tullut paljon lisää älyä.”



Metta/Erikki Oksanen

Metsäkoneiden päätyö on vielä hakkuissa ja energia-puun korjuussa. Tulossa ovat metsä uudistamiseen ja taimikonraivukseen suunnitellut metsäkoneet.

Sen sijaan erillisten työsarjojen automatisointi on Asikaisen mukaan helppompaa.

– Puiden katkonta ja karsinta sekä puutavaran kuormaus ja purkaminen on pitkälle automatisoitu. Pian metsäkoneenkuljettajan ei tarvitse kuin päättää, mikä puu seuraavaksi kaadetaan, ja metsäkone hoitaa loput. Tulevaisuudessa metsäkone voi itse päättää, mitkä puut se kaataa.

Automaation lisääminen onkin Asikaisen mielestä metsäkoneiden tärkeimpiä kehittämiskohteita.

– Metsäkoneenkuljettajien taidot vaihtelevat paljon. Automaatio paran-

taisi puunkorjuun tuottavuutta. 70-vuotiaan mummon pitäisi pystyä käyttämään metsäkoneetta yhtä tehokkaasti kuin metsäkoneenkuljettajan, hän kärjistää.

Tavoitteena istutuksen koneellistaminen

Metsäkoneiden automaation kehittämisen lisäksi on Asikaisen mukaan seuraavaksi vuorossa istutuksen ja taimikonraivauksen koneellistaminen.

– Metsäkoneiden päätyö on vielä hakkuissa ja energiapuun korjuussa. Varsinkin istutukseen soveltuvat metsäkoneet yleistyvät kuitenkin tämän

vuosikymmenen aikana, kun metsäkoneiden tekniset ratkaisut ja hintakilpailukyky paranevat, hän ennakoii.

– Markkinoilla on jo nyt metsän uudistamiseen ja taimikonraivauksen suunniteltuja metsäkoneita. Niissä on alla samanlainen alustakone kuin hakkuukoneessa tai metsätraktorissa. Hakkuupään tai kouran tilalle vaihdetaan vain istutusta varten istutuslaitte, joka muokkaa maan ja pudottaa sinne putken kautta taimen tai taimikonraivausta varten vaihdetaan sopiva terä.

Koneellinen metsänuudistaminen ja taimikonraivaus on Asikaisen mu-

Digitaalinen kartta neuvoo metsätyössä

Kaadettujen kuusirunkojen mitat tallentuvat karkkilalaisessa harvennusestimoissa harvesterin tietokoneelle. Metsäkoneenkuljettaja **Antti Oravan** apuna ovat tietokoneelta löytyvät digitaaliset kartat sekä työ- ja katkontaohjeet, jotka työnjohto on sähköpostitse lähettänyt.

– Työnjohto voi lähettää viestit suoraan harvesterin tietokoneelle. Kuljettaja taas lähettää jokaisen työvuoron jälkeen työnjohtolle tiedon siitä, kuinka monta kuutiota puuta on kaatanut. Kun työ leimikossa on valmis, lähettää kuljettaja työnjohtolle lopetusilmoituksen, Orava kertoo.

Tietotekniikka ei korvaa suunnittelua

Oravan metsäkoneyritys Metsäorava Oy on hyödyntänyt tietotekniikkaa puunkorjuussa seitsemän vuotta.

– Aloitimme seitsemän vuotta sitten UPM:n hommissa, ja silloin piti harvesteriin hankkia tietokoneet, hän sanoo.

– Pääsääntöisesti niistä on paljon apua. Varsinkin karttaohjelmat ja satelliittipaikantimet helpottavat työmaiden löytämistä pimeällä. Lisäksi tiedonsiirto on nopeutunut, kun kaikkea tietoa ei tarvitse enää fyysisesti viedä ja tuoda.

Oravan mukaan tietotekniikan käytön lisääntymisellä on kuitenkin myös kääntöpuolensa.

– Leimikoiden suunnittelu on heikentynyt, sillä tietokoneiden ajatellaan korvaavan työnjohtoon suunnittelutyö. Esimerkiksi leimikoiden rajaukseen ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Rajat pitäisi todeta maastossa, sillä satelliittipaikantimet eivät ole niin tarkkoja, että niihin voisi täysin luottaa. Varsinkin, jos leimikko rajautuu toisen omistajan metsään, alkaa

satelliittipaikantimien antaman viimeisen viiden metrin tarkkuus mietityttää.

Esimerkiksi luonnonsuojelukohteiden säilyttämisessä ei Oravan mukaan luotetakaan pelkästään satelliittipaikannukseen ja digitaalisiin karttoihin, vaan työnjohto käy merkitsemässä koskemattomina säilytettävät kohteet maastoon kuitunauhoilla.

Kuljettajien työkuva muuttunut

Orava uskoo, että metsäkoneenkuljettajia tarvitaan jatkossakin.

– Puunkorjuu ei ole mahdollista ilman metsäkoneenkuljettajaa. Olosuhteet ovat metsässä välillä niin vaihtelevia ja vaikeita, hän perustelee.

Oravan mukaan metsäkoneenkuljettajien työtehtävät ovat päivittäin lisääntyneet.

kaan kuitenkin vielä kallista ihmistyövoimaan verrattuna. Lisäksi hakkuukoneeseen tai metsätraktoriin ei hänen mukaansa kannata hankkia kovin monta lisälaitetta.

– Lisälaite on järkevä investointi, jos sille on työtä kolme neljä kuukautta vuodessa. Yksi alustakone pystyy tekemään kahta kolmea työtä, hän sanoo.

Suomalaisen teknologian kysyntä kasvuun

Tällä hetkellä kaksi kolmesta Euroopassa myydyistä metsäkoneesta on valmistettu Suomessa. Myös Etelä-Amerikkaan, Yhdysvaltojen ja Kanadan itäosiin sekä Itä-Eurooppaan viedään yhä enemmän metsäkoneita.

– Puunkorjuun koneellistaminen etenee nyt nopeimmin Venäjällä, Latviassa, Liettuassa ja jatkossa muissakin uusissa EU:n jäsenmaissa. Esimerkiksi Puolassa paikallinen Metsähallitus esitti puunkorjuun koneellistamista, koska puunkorjuu työllisti paljon ihmisiä. Nyt, kun metsätyöntekijöistä on pulaa, on puunkorjuuta ryhdytty koneellistamaan, Asikainen kertoo.

E erityisesti Amerikassa ja Venäjällä käytetään vielä niin sanottua kokopuunen menetelmää, jossa puut kaadon jälkeen vedetään metsästä kokonaisuina niin sanotun juontokoneen avulla. Suomessa ja muualla Euroopassa suurin osa koneellisesta puunkorjuus-

ta taas tehdään tavaralajimenetelmällä, jossa kaadetut puut sahataan jo metsässä haluttuihin pituuksiin.

Kokopuunen menetelmä on vielä koneellisen korjuun päämenetelmä, mutta tavaralajimenetelmä on koko ajan yleistymässä. Asikainen arvioi, että ensi vuosikymmenellä jo puolet koneellisesta puunkorjuusta tehdään tavaralajimenetelmällä ja vuoteen 2020 mennessä suurin osa. Tämä avaa Suomelle uusia markkina-alueita.

– Vuonna 2020 Suomessa valmistetaan 75 prosenttia tavaralajimenetelmään soveltuvis-

”Metsäkonevalmistuksen säilyminen Suomessa edellyttää merkittävää metsäteollisuutta.”

ta metsäkoneita. Tämä tarkoittaa 6 000 konetta vuodessa. Metsäkoneiden valmistus työllistää silloin Suomessa 4 000–5 000 henkilöä, Asikainen ennakoii.

Valmistettavien metsäkoneiden varustelutaso riippuu korjattavan puuston rakenteesta, maasto-olosuhteista ja siitä, kuinka paljon kohdemaahan on valmis investoimaan koneisiin. Useimmissa maissa ei Asikaisen mukaan esimerkiksi vielä ole mahdollista käyttää niin hienoja tietokonejärjestelmiä kuin Suomessa.

– Tällä hetkellä metsäkoneiden kaikki herkut ovat käytössä vain Pohjoismaissa. Vuoteen 2020 mennessä langattomat tietoverkot kattavat kui-

tenkin koko Euroopan ja mahdollistavat tietotekniikan käytön puunkorjuussa ympäri Eurooppaa, hän arvioi.

Ehtona elinvoimainen metsäteollisuus

Asikainen muistuttaa, että metsäkonevalmistuksen säilyminen Suomessa edellyttää merkittävää metsäteollisuutta.

– Elinvoimainen metsäteollisuus on metsäkonevalmistuksen avainkysymys. Koneiden valmistus menee sinne, missä merkittävimmät asiakkaat ovat.

Useat konevalmistajat ovat jo siirtäneet koneiden kokonpanoa tai hakkuulaitteen valmistusta Etelä- ja Pohjois-Amerikkaan.

Tästä huolimatta Asikainen arvioi, että pääosa metsäkoneiden kehittämisestä ja valmistuksesta tehdään jatkossakin Suomessa.

– Suomessa on kustannustehokasta kehittää ja valmistaa koneita, ja meillä on osaavaa metallityövoimaa ja tutkimus- ja kehittämisorganisaatioita, hän perustelee.

– Lisäksi metsäkoneiden valmistus on niin pieni bisnes, ettei se kiinnosta monia maita. 3 000 metsäkoneen valmistus vastaa 100 000 henkilöauton valmistusta. Suomelle ja varsinkin Itä-Suomelle, jossa suurin osa suomalaisista metsäkoneista valmistetaan, määrä on kuitenkin merkittävä. ■

– Työnjohto käy nykyään harvoin työmaalla, joten työnjohdollisia tehtäviä on sisällytetty metsäkoneenkuljettajien työhön. Esimerkiksi harvennushakkuissa metsäkoneenkuljettajan pitää nykyään arvioida metsään jäävän puuston määrä. Kesähakkuissa, joissa tuoreisiin kantoihin levitetään juurikäävän leviämistä estävää kantokäsittelyainetta, kuljettajan taas pitää tarkistaa tietyltä määrältä kantoja, miten hyvin aine on niihin levinnyt, Orava luettelee.

Hänen mukaansa kaikki metsäkoneenkuljettajat eivät ole innoissaan tehtävien lisääntymisestä.

– Jos muuhun kuin hakkuutyöhön kuluu päivittäin aikaa puolesta tunnista tuntiin, on se prosentuaalisesti iso osa työajasta. Se on pois hakkuutyön tehokkuudesta.

Mettli/Erkki Oksanen



Antti Oravan metsäkoneyritys on hyödyntänyt tietotekniikkaa puunkorjuussa seitsemän vuotta. Siitä on ollut paljon apua, mutta sen myötä on Oravan mielestä metsäkoneenkuljettajalle tullut myös lisää vastuuta ja työnjohdollisiakin tehtäviä.

40 vuotta koneellista puunkorjuuta

Suomen puunkorjuu alkoi koneellistua 1960-luvulla, kun puutavaraa ryhdyttiin kuljettamaan metsästä maataloustraktoreilla. 1960- ja 1970-lukujen taitteessa metsäkuljetuksessa kokeiltiin laahusuontokonetta, joka kuljettaa puut metsästä pitkinä runkoina. Menetelmä vaurioitti kuitenkin metsään jätettäviä puuta, joten laahusuontokoneiden käyttöä luovuttiin.

Ensimmäiset varsinaiset metsätraktorit kehitettiin 1970-luvulla. Uusissa metsätraktoreissa on samat perustoiminnot ja rakenneratkaisut kuin vanhoissa, mutta koneiden ohjauksessa, polttoainetaloudessa ja muissa teknisissä yksityiskohdissa kehitys on Metlan professori Antti Asikaisen mukaan ollut huimaa.

1980- ja 1990-luvuilla tavoitteena oli koneellistaa puiden metsäkuljetuksen lisäksi myös hakkuu. Aluksi metsuri kaatoi edelleen puut, mutta niin sanottu prosessori kuormasi, karsi ja katkoi ne.

Ensimmäinen harvesteri kehitettiin 1980-luvun puolivälissä. Se kaatoi, katkoi, karsi ja mittasi puut.

– Suomi ja Ruotsi kiistelevät yhä, missä ensimmäinen harvesteri kehitettiin. Ruotsalaisten mukaan se kehitettiin Ruotsissa ja suomalaisten mukaan Suomessa Kontiolahdella, Asikainen nauhahtaa.

Harvesteri kehitettiin Asikaisen mukaan alun perin harvennushakkuista varten, mutta pian sen huomattiin sopivan hyvin myös muihin hakkuisiin. Edelleen suurin osa hakkuista tehdään harvesterin ja metsätraktorin avulla.

Suomesta johtava metsäkonevalmistaja

1990-luvulla markkinoille tuli myös yhdistelmäkoneita eli korjureita, jotka hoitavat sekä hakkuun että metsäkuljetuksen. Niiden käyttö on Asikaisen mukaan kuitenkin vähäistä.

– Alle viisi prosenttia metsäkoneista on yhdistelmäkoneita. Tämä johtuu osittain siitä, että ne tulivat markkinoille vasta 1990-luvulla. Lisäksi ne ovat harvesterin ja metsätraktorin yhdistelmään verrattuna kustannustehokkaita vain sellaisissa leimikoissa, joissa on vähän hakattavaa puuta. Raja menee suunnilleen sadassa kuutiossa, hän sanoo.

1990-luvulla metsäkoneissa alettiin hyödyntää tehokkaasti tietotekniikkaa. Metsäkoneenkuljettajien avuksi tulivat esimerkiksi satelliittipaikantimet ja digitaaliset kartat, ja viestintä koneen ja metsäkonttorin välillä tehostui.

2000-luvulla Suomesta tuli johtava metsäkonevalmistaja. Suomi ja Ruotsi olivat siihen asti olleet hyvin tasaväkiisiä metsäkoneiden kehittämisessä ja valmistuksessa. Tilanteen ratkaisi se, että kaksi kolmesta suuresta metsäkonevalmistajasta rakentaa koneensa nyt Suomessa.

Teknologinen tutkimus keskittyy nyt metsäenergiaan

Puubiomassan energiakäyttö on tällä hetkellä metsäteknologian tärkein tutkimuskohde. Metla selvittää muun muassa, miten suomalaista bioenergiateknologiaa voitaisiin viedä ulkomaille.

– Metlassa käynnistyi viime vuonna tutkimushanke, jossa tutkitaan, miten suomalainen pienen kokoluokan lämpölaitostekniikka sekä siihen liittyvä puun korjuu- ja kuljetustekniikka soveltuvat muille alueille. Tutkimuksessa selvitetään esimerkiksi Italiaan ja Skotlanttiin sopivia puunhankintaketjuja ja lämpölaitosten optimikokoja, kertoo Metlan professori Antti Asikainen.

– Toinen EU:n puuenergiavaroihin, energiateknologian markkinoihin ja kansainväliseen bioenergiakauppaan liittyvä tutkimushanke tutkii puolestaan samaa asiaa teollisuuden mittakaavassa. Tavoitteena on selvittää, millainen suomalaisen energiateknologian kilpailukyky ja kannattavuus on ulkomailla.

Lisäksi Metlassa tutkitaan esimerkiksi, miten aurinkoenergian avulla voidaan valmistaa korkealaatuista kuivaa haketta. Ideana on, että harvesteri kuorisi hakkeeksi menevän puun, minkä jälkeen puu kuivaisi palstalla ja tienvarressa.

– Hakkeesta tulee tällä tavalla kallista, mutta kuivaa haketta tarvitsevatkin

lähinnä pienet, noin 500 kilowatin suuruiset lämpöyritykset, sanoo Asikainen.

Tutkimuksen taso Euroopan huippua

Asikainen ennakoii energiateknologiaan liittyvän tutkimuksen vielä lisääntyvän.

– Tulevaisuudessa tutkitaan biojalostamoiden raaka-aineen hankintaa ja siihen liittyviä logistisia ja teknisiä ratkaisuja. Nestemäisten polttoaineiden tuotanto vaatii esimerkiksi kuivempaa raaka-ainetta kuin kuiduttava teollisuus, hän arvioi.

Suomi onkin Euroopan tasolla johtavia metsäenergian korjuuta tutkivia maita. Myös muussa metsäteknologiaan liittyvässä tutkimuksessa Suomi on Asikaisen mukaan Ruotsin kanssa Euroopan huipputasoa.

Käytännössä kaikki metsäteknologiaan liittyvät tutkimushankkeet ovat kuitenkin nykyään kansainvälisiä. Metla tekee tällä hetkellä kenttäkokeita noin kymmenessä maassa.

Metsäteknologiaan liittyvä tutkimus on viime vuosina hieman lisääntynyt Suomessa, mutta sen osuus met-

sätutkimuksesta on Asikaisen mukaan edelleen pieni esimerkiksi ekologiseen tutkimukseen verrattuna. Asikainen toivoisikin, että tutkimuksen painopistettä siirrettäisiin metsäteknologian suuntaan.

– Metsänhoidon suosituksia ja metsän käytön suunnitelmia voidaan aina tehdä, mutta käytäntö vaatii esimerkiksi metsäoperaatioiden taloudellisuuden tutkimista. Suunnitelmilta putoaa pohja pois, jos ne eivät ole taloudellisesti toteutettavissa, hän sanoo.

Lisätietoja:

Aines- ja energiapuun korjuuteknologia ja logistiikka, www.metla.fi/hanke/3426/

EU:n puuenergiavarat, energiateknologian markkinat ja kansainvälinen bioenergiakauppa, www.metla.fi/hanke/7183/

Bioenergiaa metsistä tutkimus- ja kehittämissuunnitelma (BIO), www.metla.fi/ohjelma/bio/



Metla/Erikki Oksanen

Metlassa vuonna 2007 aloitetut

Tutkimusohjelmat

(Ohjelman nimi, kesto, vastuututkija)

- Bioenergiaa metsistä tutkimus- ja kehittämisohjelma (BIO), 2007–2011, Ilvesniemi, Hannu
- Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL), 2007–2011, Vapaavuori, Elina

Metlassa vuonna 2007 aloitetut

Tutkimushankkeet

(Hankkeen nimi, kesto, vastuututkija)

- Arvopuun kasvatus ja hankinta Keski-Suomessa, 2007–2008, Malinen Jukka
- Bioenergiaa hakkuutähteistä – vaikutukset maaperään ja puustoon, 2007–2011, Tamminen Pekka
- Energiapuunkorjuun vaikutus ravinne- ja raskasmetallihuuhtoutumiin ja ravinteiden riittävyteen suometsissä, 2007–2011, Ukonmaanaho Liisa
- Hieskoivu, haapa ja leppä energiapuuna: kasvatus, korjuu ja ominaisuudet, 2007–2011, Hytönen Jyrki
- Ilmastopolitiikka metsäsektorilla, 2007–2011, Uusivuori Jussi
- Jalostetun metsänviljelyaineiston tuotannon ja käytön tehostaminen, 2007–2011, Nikkanen Teijo
- Kannonnoston vaikutus metsätuhoihin ja lahoppuulla elävään lajistoon, 2007–2011, Piri Tuula
- Kansainvälisen toimintaympäristön muutosten vaikutukset Suomen metsäsektoriin, 2007, Hetemäki Lauri
- Kantojen noston ja hakkuutähteiden keruun ekologiset ja metsänhoidolliset vaikutukset, 2007–2011, Kubin Eero
- Kasvatusmetsien integroidun aines- ja energiapuun korjuun puuntuotannolliset, 2007–2011, Nurmi Juha
- Kehitys kohti kestäväää ja kilpailukykyistä metsäsektoria siirtymätalouksissa, 2007–2009, Ilavsky Jan
- Koivun sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon, 2007–2011, Rousi Matti
- Luonnon virkistyskäytön seuranta ja arviointi, 2007–2011, Sievänen Tuija
- Luonnontuoteteollisuuden raaka-aineet mikrobitorjunnassa (LUMI), 2007, Varmola Martti
- Maailman metsät, yhteiskunta ja ympäristö -II, 2007–2010, Mery Mery Gerardo
- Matkailun ja virkistyskäytön merkitys maaseudun maiseudessa ja elinkeinoelämässä, 2007–2011, Tuulentie Seija
- Metsien tuhohyönteisten aiheuttamien riskien arviointi ja hallinta muuttuvassa ympäristössä, 2007–2011, Neuvonen Seppo
- Metsien ympäristö- ja virkistyspalvelujen aluetalous, arvottaminen ja elinkeinoedellytykset, 2007–2010, Ovasainen Ville
- Metsikködynamiikan ennustaminen ja simulointi, 2007–2011, Hynynen Jari
- Metsäbiomassan määrän ja laadun mittaaminen, 2007–2009, Lindblad Jari
- Metsäkasvillisuus ja kasvupaikkaluokituksen tarkentaminen, 2007–2011, Tonteri Tiina
- Metsän käyttöä tehostavien palvelujen ja tuotteiden kehittäminen metsänomistajien, yrittäjien ja yhteiskunnan hyödyksi, 2007, Kanninen Kaija
- Metsänhoidon laadun hallinta, 2007–2009, Saksa Timo
- Metsänhoitotöiden koneellistaminen, 2007–2010, Harstela Pertti
- Metsänuudistamisen laatu- ja siemenhuollosta taimikon varhaishoitoon, 2007–2011, Luoranen Jaana
- Metsät 2050, 2007–2011, Pulkkinen Pertti
- Metsätalouden kannattavuus ja puuntuotannon taloudel-

- Metsänhoidon kustannustehokkuuden ja laadun tutkimus- ja kehittämisohjelma (MKL), 2007–2011, Rantala, Juho
- Metsävaratietojärjestelmän ja metsäsuunnittelun tutkimus- ja kehittämisohjelma (MSU), 2007–2010, Nuutinen, Tuula
- Suometsätalous (SUM), 2007–2010, Laine, Jukka

- linen optimointi, 2007–2010, Tahvonen Olli
- Metsätalouksikäytöstä hylättävien ojitettujen soiden bioenergiakäyttö, 2007–2009, Penttilä Timo
- Muuttuvan ilmaston vaikutus rauduskoivun kasvuun ja puuaineen ominaisuuksiin, 2007–2010, Vapaavuori Elina
- Männyn ja kuusen patogeenisienien sopeutuminen paikalliseen ilmastoon sekä kaukokulkeutuminen, 2007–2011, Müller Michael
- NTM-aikasarjat ympäristö-, metsien terveydentila-, metsäekosysteemi- ja ilmastotutkimuksissa sekä puun kehityksen visualisoinnissa, 2007–2010, Jalkanen Risto
- Osallistuminen ICP Forests-ohjelman laskeuma- ja maavesiseurantojen QA/QC ad hoc työryhmän toimintaan., 2007, Derome John
- Perhemetsätalous ja metsäpolitiikka, 2007, Karppinen Heimo
- Puulaji ja metsämaan ominaisuudet, 2007–2011, Smolander Aino
- Puun käyttö etanolin ja kemikaalien tuotannossa, 2007–2009, Kitunen Veikko
- Puunhankintayritysten palveluliiketoiminnan kannattavuuden kehittäminen, 2007–2010, Penttinen Markku
- Puuraaka-aine eri tavoin hoidetuissa metsiköissä: ominaisuudet, mittaaminen ja mallinnus, 2007–2010, Saranpää Pekka Suomen metsien kasvun lisääntymisen syyt ja seuraukset, 2007–2011, Mielikäinen Kari
- Suometsien hoidon organisointimallit, 2007–2010, Uusitalo Jori
- Suometsien käsittelyn ja puunkorjuun uudet ratkaisut, 2007–2010, Uusitalo Jori
- Suometsien teknis-taloudellinen kertymäpotentiaali ja puunkorjuun kustannukset, 2007, Uusitalo Jori
- Suon diversiteetin ja toiminnan muutos primaarisukcession aikana, 2007–2009, Merilä Päivi
- Suopohjien metsittämissä aineistojen käsittely ja raportointi, 2007, Piispanen Juha
- Taimikon syntymisen ja alkukehityksen mallittaminen (META), 2007–2011, Miina Jari
- Taimikonhoidon kehittäminen, 2007–2009, Kiljunen Nuutti
- Tehokkaat esivalintamenetelmät korkean sopeutuneisuuden ja kasvun saavuttamiseksi metsäpuilla, 2007, Pulkkinen Pertti
- Tulokaslajien muodostama uhka ja vanhat taudinaiheet uusia isäntäkasveilla, 2007–2011, Lilja Arja
- Uudet mahdollisuudet juurikäävän torjunnassa, 2007–2011, Hantula Jarkko
- Venäjän, Keski- ja Itä-Euroopan maiden metsätietopalvelu, 2007–2009, Karvinen Sari
- Verkostoituminen metsätalouden palvelutuotannossa, 2007–2009, Rantala Juho

Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja

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

Leningradin alueella runsaasti energiapuuta

Leningradin alueella on hyvät edellytykset puun energiakäytön lisäämiseen, sillä hyödyntämättömiä metsäenergiavaroja on runsaasti ja bioenergian osuus energiantuotannossa on pieni. Edullisimmin energiapuuta on saatavissa päätehakkuisiin ja sahoilta saatavaan tähdepuuhun perustuvis-
sa tuotantoketjuissa.

Julkaisu: Gerasimov, Y., ym. (2006). *Assesment of energy wood resources in the Leningrad region. Metlan työraportteja 37.* 80 s. www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp037.htm

Yhdessä suunnittelemaan uusia ideoita ja osaamista metsien käyttöön

Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Islannissa ja Skotlannissa on käynnissä hanke, jonka tavoitteena on kehittää vuorovaikutteisia suunnittelumenetelmiä metsän eri käyttäjäryhmien yhteensovittamiseksi. Vuonna 2006 Suomessa järjestetyn seminaarin esitelmät on koottu verkkojulkaisuksi.

Julkaisu: Nuutinen, T., ym. (toim.). 2006. *Forest planning in private forests in Finland, Iceland, Norway, Scotland and Sweden. Proceedings of ELAV seminar, 23–24 March 2006, Koli, Finland. Metlan työraportteja 38.* 88 s. www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp038.htm

FFCS-sertifikaatin tehokkuus hyvä suomalaisissa metsissä

Metsäsertifioinnin ekotehokkuus on Suomessa hyvä. Tehokkuutta voitaisiin myös parantaa ilman suuria muutoksia metsänhoidon käytäntöihin.

Julkaisu: Nieminen, Anu. 2006. *Metsäsertifioinnin ekotehokkuus. Metlan työraportteja 39.* s.85. www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp039.htm

Metsätieteen aikakauskirja 2/2006

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

Päätoimittajalta. Eeva Korpilahti: Vertaisarviointi tieteellisessä julkaisemisessa

Vertaisarvioinnin avulla tieteelliset lehdet arvioivat tarjottujen käsikirjoitusten laatua. Arvioinnin tavoitteena on uuden tiedon tunnistaminen, toistavan tutkimuksen ja virheiden karsiminen sekä kirjoittajan auttaminen tutkimuksen teossa. Kun käsikirjoitus julkaistaan, uusi tutkimus on koko tiedeyhteisön käytössä ja arvioitavana. Rakentava tieteellinen keskustelu ohjaa uusia tutkimuskysymyksiä ratkaisemaan puuttuvan tiedon alueita. Vertaisarvioinnin tekee tutkimusalan asiantuntija, ja sillä on neuvoo-antava rooli. Sarjan päätoimittaja päättää käsikirjoituksen julkaisemisesta.

Tutkimusartikkelit

Eero Vatanen ym.: Luonnon käyttöön perustuvien elinkeinojen paikallistaloudelliset vaikutukset Inarissa

Matkailu on Inarin merkittävin elinkeino. Metsätalous ja porotalous monipuolistavat kuitenkin kunnan elinkeinorakennetta, ylläpitävät työllisyyttä ja tuovat miljoonien eurojen tulovaikutukset paikallistalouteen. Siksi niiden sopuisa rinnakkaiselo on tavoiteltava asia.

Ville Hallikainen ym.: Inarilaisten käsityksiä metsätaloudesta ja muusta luonnonkäytöstä

Inarilaiset haluavat päättää itse alueensa luonnonkäytöstä. Päätösvaltaa halutaan antaa vähiten Euroopan unionille, Etelä-Suomeen ja ei-paikallisille kansalaisjärjestöille. Näkemys siitä, kenelle päätösvaltaa paikallistasolla haluttaisiin antaa, vaihtelee suuresti. Taustalla on nähtävissä saamelaisten maa-
oikeuksiin liittyvä keskustelu, jossa osa ylälappilaisista liisäisi saamelaisten päätösvaltaa, osa ei liisäisi lainkaan.

Raili Hokajärvi ym.: Yhteistyön ohjeistus metsäkeskusten metsäsuunnittelussa

Metsäsuunnittelun ohjeistusta tulisi kehittää. Yksityismetsien metsäsuunnittelulle asetetuissa tavoitteissa korostetaan, että metsäsuunnitelmia laadittaessa tulee ottaa huomioon metsänomistajien metsätalouden harjoittamiselle asettamat tavoitteet. Tilakohtainen metsäsuunnitelma tulisi siis laatia asiakaslähtöisesti. Metsäkeskusten suunnitteluohjeissa tästä on kuitenkin annettu varsin vähän ohjeita.

Kari Kannisto & Henrik Heräjärvi: Rauduskoivun pystykarsinta oksasaksilla – vaikutus puun laatuun ja taloudelliseen tuottoon

Tutkitussa aineistossa oli vähemmän värjäjälahovikoja kuin aiemmissa tutkimuksissa, joissa karsintavälineenä oli käytetty oksasaha. Alle 20 millimetrin läpimitaisten oksien karsinnan aiheuttama värivikaisuusriski oli vähäinen. Rauduskoivun kasvu ei taannu elävienkään oksien karsinnan seurauksena, jos elävää latvusta säilytetään suositellut 50 prosenttia puun pituudesta. Pystykarsinta parantaa tyvitukkien laatua ja lisää esimerkkilaskelmien perusteella päätehakkuun kantorahatuloja.

Janne Uuttera ym.:

Yksityismetsien metsävaratiedon keruuseen soveltuvilla kaukokartoitusmenetelmillä esitöiden puustotunnusten luotettavuus

Yksityismetsien metsävaratiedon keruuseen tarvitaan lähitulevaisuudessa kustannustehokkaita menetelmiä. Tutkimuksessa vertailtiin kaukokartoitusmenetelmien ja nykytuotoisen maastoinventoinnin luotettavuutta samoilla alueilla. Laserkeilainaineiston korkeusjakaumaan perustuva menetelmä oli kokonaisuutena testatuista menetelmistä luotettavin.

Artikkelit luettavissa myös: www.metla.fi/aikakauskirja/





Silva Fennica 4/2006

Silva Fennica on kansainvälinen metsätieteen julkaisusarja, jota julkaisevat Suomen Metsätieteellinen Seura ja Metsäntutkimuslaitos. *Silva Fennica*ssa julkaitujen tutkimusten suomenkielisiä selosteita on luettavissa Metsätieteen aikakauskirjasta.

Latvuspeiton maastomittausmenetelmät vertailtavana

Tutkimuksen tulosten perusteella latvuspeiton mittaamiseen kannattaa käyttää Cajanuksen putkea riittävän tiheällä piste- tai LIS-otannalla, jos käytettävissä on riittävästi aikaa ja halutaan tarkkoja tuloksia. Noin viisi minuuttia per koeala vievät menetelmät, kuten muutaman pisteen digikamera- ja densiometrimittaukset, osoittautuivat varsin epätarkkoiksi. Jos arviointi on tehtävä nopeasti, joudutaan käyttämään silmävaraista arviointia. Se edellyttää arvioijien hyvää koulutusta ja tulosten tarkkuuden seuranta.

Lauri Korhonen, ym.: Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques

Taimikonhoidon voimakkuus ja ajoitus vaikuttavat ensiharvennuskertymään

Taimikonhoidon ajoitus ja voimakkuus vaikuttavat merkittävästi metsikön kehitykseen ja sitä kautta myös ensiharvennuksen ajoitukseen, harvennuspöytämaan ja kannattavuuteen. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että taimikonhoito nopeutti selvästi puuston järeytymistä ja kasvatti ensiharvennuksessa talteen saatavan käyttöpuun määrää. Tutkimuksessa tarkasteltiin vain puuntuotosta eikä siinä huomioitu laatu- ja kestävyyskohtia. Tutkimuksessa esitetyt mallit ovat käyttökelpoisia apuvälineitä arvioitaessa kuivahkon kankaan männiköiden eri metsänkasvatusvaihtoehtoja.

Saija Huuskonen & Jari Hynynen: Timing and intensity of precommercial thinning and their effects on the first commercial thinning in Scots pine stands

Puuaineen tiheys vaihtelee rungon eri osissa

Puun kuivatuoretiheyden avulla voidaan arvioida muun muassa sahatavaran lujuutta, puun lämpöarvoa ja raaka-aineen kulutusta paperimassan valmistuksessa. Kuivatuoretiheyden vaihtelun tunteminen helpottaa myös raaka-aineen laadun hallintaa. Tutkimuksessa laadittiin mallit, joilla voidaan ennustaa rungon kuivatuoretiheys rungon eri korkeuksilla, kun tunnetaan puun läpimitta, pituus ja ikä. Mänyllä ja koivulla puuaineen tiheys laski tyvestä latvaan. Kuusella pituussuuntainen tiheyden muutos oli vähäisempää. Tutkimuksessa esitetyt mallit ovat käyttökelpoisia apuvälineitä arvioitaessa rungon keskimääräistä tiheyttä, biomassaa ja rungon soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin.

Jaakko Repola: Models for vertical wood density of Scots pine, Norway spruce and birch stems, and their application to determine average wood density

Konfliktien hallinta tärkeä edellytys luonnonvarojen kestäväälle käytölle

Artikkelissa esitellään erilaisia luonnonvarojen käyttöön liittyviä kiistoja Suomessa. Konfliktien sovittelua kuvataan käytännöllä esimerkkinä Päijänteen säännöstelyn monitavoitteista kehittämistä koskevaa suunnitteluprosessia.

Simo Kyllönen, ym.: Conflict management as a means to the sustainable use of natural resources

Silva Fennica 4/2006 sisältää yhteensä kymmenen tutkimusartikkelia, joihin voit tutustua myös internetissä: www.metla.fi/silvafennica/.

Metsätieteen aikakauskirjan ja *Silva Fennica*n tilaukset:
Metla/Susanna Järvinen
p. 010 211 2055
susanna.jarvinen@metla.fi

Muut julkaisut

Yli 400 sivua tietoa Suomen metsätaloudesta ja metsäteollisuudesta

Metsätalastollinen vuosikirja tarjoaa kokonais kuvan Suomen metsätaloudesta ja -teollisuudesta. Kirjassa esitetään uusimmat tilastot muun muassa metsävaroista, puumarkkinointa ja metsäteollisuuden viennistä. Kirja sisältää myös keskeiset kansainväliset metsätalastot.

Metsätalastollinen vuosikirja 2006. Skogsstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. 438 sivua, hinta 42 € (sis. alv.). www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/vsk/

Metsätalastot löytyvät myös Internetistä, maksullisesta Metinfo Tilastopalvelusta (www.metla.fi/metinfo/tilasto/). Se sisältää vuosikirjan verkkoversion, josta voit ladata taulukot suoraan omalle tietokoneellesi.

Tilaukset:
www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/vsk/

Ennallistajan ja Niittyjen hoitajan oppaat

Ennallistajan opas esittelee ennallistamisessa käytettyjä menetelmiä, niistä saatuja kokemuksia ja ennallistamisvaikutusten seurannoista saatuja tutkimustuloksia. Niittyjen hoitajan opas kertoo niittyjen hoidon periaatteista, käytännön työmenetelmistä ja hoidon vaikuttavuudesta. Opas palvelee sekä luonnonhoidon ammattilaisia että niittyjen kunnostamisesta ja niiden hoidosta kiinnostuneita. Molemmat oppaat pohjautuvat Kolin kansallispuistossa tehtyihin suunnitelmiin ja niiden toteutuksesta saatuihin kokemuksiin.

Eevi Nieminen & Kalle Eerikäinen: Ennallistajan opas. Kokemuksia ja esimerkkejä elinympäristöjen ennallistamisesta Kolin kansallispuistossa

Hanne Lohilahti, ym.: Niittyjen hoitajan opas. Kokemuksia ja esimerkkejä perinnettä hoitavien hoidosta Kolin kansallispuistossa
Tilaukset: Luontokeskus Ukko, puhelin 010 211 3200 tai sähköposti 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