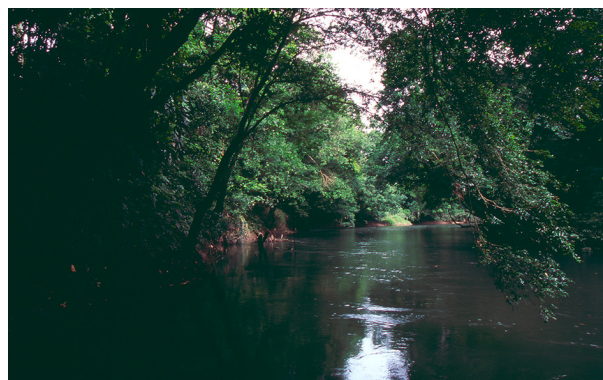




ILMASTONMUUTOS JA METSÄT



Metsätieteen päivä **2012**



METSÄTIETEEN PÄIVÄ ”ILMASTONMUUTOS JA METSÄT”

Tieteiden talo (Kirkkokatu 6), Helsinki

8.15 - 9.00 Ilmoittautuminen ja aamukahvi, Tieteiden talon ala-aula

9.00 - 12.00 Kutsuesitelmät
Sali 104

9.00 - 9.10 Tervetuliaissanat, Suomen Metsätieteellisen Seuran puheenjohtaja *Timo Tokola*

9.10 - 9.45 Neuvotteleva virkamies *Anne Vehviläinen*, Maa- ja metsätalousministeriö
Suomen metsät ilmastoneuvotteluissa ja -sopimuksissa.

9.45 - 10.20 Professori *Timo Vesala*, Helsingin yliopisto
Metsien ja ilmakehän väliset ainevirrat

10.20 - 10.40 Tauko

10.40 - 11.15 Professori *Seppo Kellomäki*, Itä-Suomen yliopisto
Boreaalinen metsäekosysteemi ja ilmastonmuutos - metsien hoidon ja käytön uudet haasteet.

11.15 - 11.50 Professori *Markku Kanninen*, Helsingin yliopisto
Trooppiset metsät ja ilmastonmuutos - torjunnan ja sopeutumisen haasteet ja mahdollisuudet.

11.50 - 12.00 Yhteiskeskustelu

12.00 - 13.00 Lounastauko

13.00-16.30 Tieteenalaklubien neljä samanaikaista sessiota ja posterisessio

12.45 - 13.30 Vain iltapäivään osallistuvien ilmoittautuminen

13.00 - 13.30 Posterisessio, neljännen kerroksen aula

13.30 - 14.30 Klubien sessiot

14.30 - 15.00 Kahvitauko (sali 504) ja posterisessio, yleisöäänestys parhaasta posterista

15.00 - 16.30 Klubien sessiot jatkuvat

Sessio 1. Ilmastonmuutoksen vaikutus metsäekosysteemien rakenteeseen ja toimintaan
Sali 104

Sessio 2. Ilmastopolitiikka ja metsien käyttö
Sali 505

Sessio 3. Ilmasto muuttuu, mikä muuttuu metsissä?
Sali 404

Sessio 4. Tulevaisuuden puunhankinnan olosuhteet
Sali 309

16.40 - 17.50 20. Metsätieteen päivän juhlahetki
Sali 104

- Malja metsätieteelle
- Juhlapuhe, professori emeritus *Juhani Päivänen*, Helsingin yliopisto
- Parhaan posterin palkitseminen
- Musiikkiesitys "Metsän ääniä 1600-luvulta"; *Reetta Varjonen, Maija Lampela ja Matti Takala*
- Päättösanat, Suomen Metsätieteellisen Seuran puheenjohtaja *Timo Tokola*

18.00-20.00 Buffet
Tieteiden talon toinen kerros

Metsien ja ilmakehän väliset ainevirrat

Timo Vesala

Fysiikan laitos, Helsingin yliopisto

timo.vesala@helsinki.fi

Ihmisen toiminnasta syntyvät hiilidioksidipäästöt ovat tärkein ilmastonmuutosta aiheuttava yksittäinen tekijä. Ilmastonmuutoksen etenemisen ennusteet tehdään ilmastojärjestelmää kuvaavilla tietokonemalleilla, joissa huomioidaan sekä ihmisen että luonnon vaikutus. Malleissa on mukana kaikki kasvihuonekaasut, mukaan lukien vesihöyry sekä pienhiukkaset, maankäytön muutokset ja auringon säteilytehon vaihtelut. Kaikkien näiden ilmastonmuutokseen vaikuttavien tekijöiden ymmärtämiseksi tarvitaan korkeatasoista monitieteellistä tutkimusta.

Ilmastonmuutoksen hillinnän edellyttämien poliittisten päätösten tueksi tarvitaan kasvihuonekaasujen seurantarjestelmä, jonka avulla voidaan varmentaa maakohtaiset päästöt. Haastavaa on ihmisen aiheuttaman ja luonnon oman hiilen kierron erottaminen. Jotta ilmastonmuutoksen etenemisestä saadaan luotettavaa tietoa, tieteeseen perustuvien ilmakehämallien lisäksi tarvitaan supertietokoneita ja kattavia havaintoverkostoja. Yksi biogeokemiallisista verkostoista on Integrated Carbon Observation System (ICOS) -kasvihuonekaasujen seurantarjestelmä. Sen keskeisin tavoite on kasvihuonekaasujen pitoisuuksien, lähteiden ja nielujen pitkäkestoinen, yhdenmukainen sekä tarkka havainnointi päästöjen seurannan ja tutkimuksen tarpeisiin. Myöhemmin mittausverkosto laajenee muualle maailmaan.

Lähimenneisyys on osoittanut, miten tieteelliseen perustutkimukseen perustuva pitkäaikainen seuranta on mahdollistanut ympäristössä tapahtuvien ihmisen aiheuttamien muutosten tunnistamisen, niiden mekanismien ymmärtämisen ja niiden hillintään tarvittavien teknisten ja poliittisten ratkaisujen luomisen. Esimerkkejä tällaisista muutoksista ovat hapan laskeuma ja yläilmakehän otsonikato. Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden nouseva trendi on tosiasia. Pisin pitoisuusaikasarja on kerätty Mauna Loa – tulivuoren huipulta alkaen 1958. Nykyään ilmakehän pitoisuuksia mitataan ympäri maapalloa ja niiden ohella havainnoidaan typen, veden ja energian kierron prosesseja. Näiden modernien biosfääri-ilmakehämittausten avulla pystytään erottamaan luonnon omat lähteet ja nielut ihmisen päästöistä ja tulevaisuudessa seuraamaan kasvihuonekaasujen lähes reaaliaikaista vaihtoa sekä laatimaan maakohtaisia päästöarvioita.

ICOS-tutkimusinfrastruktuurin avulla eurooppalaiset mittaukset tehdään koordinoitusti ja yhdenmukaisesti, mikä takaa tulosten luotettavan laadun ja vertailukelpoisuuden. Korkeatasoiset maapinnalla tehtävät mittaukset ovat avainasemassa satelliittien kasvihuonekaasujen kaukokartoitushavaintojen laadun varmistuksessa. Toisaalta, koska ICOS-tyyppinen havaintoverkosto on tällä hetkellä keskittynyt Eurooppaan ja Pohjois-Amerikkaan, on satelliittihavainnot tärkeitä maapallon laajuisen kattavuuden saamiseksi. ICOS-tutkimusinfrastruktuuriin kuuluu keskeisesti yhteistyö eri toimijoiden kuten tiedeyhteisön, sektoritutkimuslaitosten, avaruusjärjestöjen, teollisuuden, yritysten, poliittisten päätöksentekijöiden ja median kanssa. Keskeisinä toimijoina ICOSissa ovat Helsingin yliopisto, Ilmatieteen laitos ja Itä-Suomen yliopisto. Tutkimusinfrastruktuurin aikahorisontti on pitkä: takana on 20-vuotinen panostus perustutkimukseen ja operatiivinen toiminta ulottuu vuoteen 2031. ICOSin tämänhetkinen merkitys on verrattavissa maailmanlaajuisen säähavaintoverkoston syntyyn toisen maailmansodan jälkeen, minkä seurauksena Suomeen syntyi vahva alan koulutus, tutkimus ja maailman johtava sääalan yritys.

Boreaalinen metsäekosysteemi ja ilmastonmuutos - metsien hoidon ja käytön uudet haasteet

Seppo Kellomäki

Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu

seppo.kellomaki@uef.fi

Boreaaliset metsät kattavat lähes 10 % maapallon metsäpinta-alasta. Nämä metsät tuottavat 20 % maapallolla käytettävästä ainespuusta, ja niissä on lähes puolet maapallon terrestrisiin ekosysteemeihin sitoutuneesta hiilestä. Suomen metsät poikkeavat muista boreaalisista metsistä erityisesti siinä, että niitä käytetään laajasti hyväksi ainespuun ja biomassan tuotannossa ja että näitä metsiä hoidetaan säännönmukaisesti ja intensiivisesti. Suomen metsät edustavat puolimerellisiä olosuhteita, joissa ilmastonmuutos on maapallon mittakaavassa suurta: vuotuisen keskilämpötila voi tämän vuosisadan loppuun mennessä kohota jopa 6 – 8 °C ja sadanta useita kymmeniä prosentteja. Nämä muutokset vaikuttavat metsien uudistumiseen, kasvuun ja kehitykseen; koko metsätalouden toimintaedellytykset muuttuvat. Muutosten tuntemus ja hyvä ennakkointi luovat valmiuksia muuttaa toimintatapoja uusiin olosuhteisiin sopiviksi.

Suomessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia metsiin on tutkittu laajasti 1990-luvun alkupuolta saakka. Tutkimuksessa on ollut vahva paino selvittää mm. kokeellisesti, miten ilmastonmuutos (ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan kohoaminen sekä sadannan muuttuminen) vaikuttaa puiden fysiologisiin ja ekologisiin vasteisiin, kuten yhteyttämiseen, hengitykseen, haihdutukseen ja kasvuun. Myös metsäpuiden fenotyyppinen ja genotyyppinen sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon on saanut ansaitsemansa huomion. Vahva painotus vaikutustutkimukseen on luonut hyvät valmiudet ymmärtää ilmastonmuutoksen vaikutusmekanismeja, mutta lyhyen aika-asteen tiedon perusteella on vaikea linjata perusteltuja toimintatapoja kohdata ilmastonmuutos vuosikymmenien yli ulottuvana prosessina. Tulosten kääntäminen ekologisiksi aikasarjoiksi ilmastoskenaarioiden avulla auttaa skaalaamaan, mitä riskejä ja mahdollisuuksia muuttuvat ympäristöolot todella aiheuttavat/tarjoavat metsätaloudelle tulevaisuudessa.

Metsätalous ja sen käytänteet ovat avainasemassa valittaessa sopeutumisstrategioita ilmastonmuutokseen liittyvien riskien (esim. tuulituhot, hyönteis- ja sienituhot, vaikeat korjuuolosuhteet) hallitsemiseksi ja ilmastonmuutoksen tarjoamien mahdollisuuksien (esim. puiden kasvun nopeutuminen) käyttämiseksi. Metsätieteen tärkeä haaste on, miten tieto ja ymmärrys ilmastonmuutoksen fysiologisista/ekologisista vaikutusmekanismeista muunnetaan metsätalouden ilmasto-osaamiseksi, jossa ilmastonmuutoksen vaikutukset muunnetaan mm. metsänhoidoksi, metsäsuunnitteluksi ja metsänsuojeluksi ilmastonmuutoksen sopeutumiseksi. Metsätalouden ilmasto-osaaminen on myös avain arvioida metsien ilmastopoliittista roolia: miten talousmetsät sitovat ja varastoivat hiiltä, mikä merkitys tällä on ilmastonmuutoksen hillinnässä, onko metsäbiomassan käyttöä energian tuotannossa hiilineutraalia ja onko metsäbiomassan laajamittainen käyttö todellinen vaihtoehto vähentää hiilidioksidipäästöjä. Näihin kysymyksiin vastaamiseksi tarvitaan hyvää ilmasto-osaamista, mutta ennen muuta metsätieteen eri osa-alueiden välistä hyvää vuoropuhelua.

Trooppiset metsät ja ilmastonmuutos - torjunnan ja sopeutumisen haasteet ja mahdollisuudet

Markku Kanninen¹

¹*Viikin Tropiikki-instituutti, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos, Helsinki*
markku.kanninen@helsinki.fi

Maailman metsien pinta-ala on noin 4 miljardia hehtaaria, josta puolet sijaitsee tropiikissa. Trooppiset metsät ovat merkittävä luonnonvara. Maailmanpankin arvioiden mukaan noin 1,6 miljardin kehitysmaissa asuvan ihmisen elämä riippuu tavalla taikka toisella trooppisista metsistä. Metsät ovat tärkeitä myös ravinnontuotannon ja ruokaturvan kannalta. Polttopuu on monissa kehitysmaissa tärkein energian lähde, ja lääkekasvit ja yrtit ovat monen ihmisten ainoa ”apteekki”.

Vuotuinen metsäkadon määrä on FAOn tilastojen mukaan noin 10 miljoona hehtaaria vuodessa, josta lähes kaikki syntyy tropiikissa. Valtaosa trooppisesta metsäkadosta syntyy, kun metsät otetaan maatalouskäyttöön – joko paikalaisten ihmisten elinkeinoksi tai suurten yhtiöiden plantaaseiksi, jotka palvelevat pääasiassa globalisoitunutta maataloustuotteiden kauppaa. Toinen keskeinen prosessi tropiikissa on metsien tilan huononeminen joko kestäättömän metsien käytön tai esim. metsäpalojen seurauksena.

Trooppisten metsien kadosta ja niiden tilan huononemisesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen osuus kaikista maailman hiilidioksidipäästöistä on noin 12-15%, eli samaa luokkaa kuin maailman liikennesektorin aiheuttamat päästöt. Monissa kehitysmaissa, joissa teollisuus ja liikenne ovat vasta lisääntymässä, metsäkadosta aiheutuvat päästöt ovat merkittävin päästölähde ja niiden osuus kansallisista päästöistä on noin 60-80%.

Balin ilmastokokouksessa vuonna 2007 luotiin ilmastositomuksen osaksi REDD-mekanismi (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation), jonka avulla pyritään vähentämään metsäkadosta ja niiden tilan huononemisesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Cancunissa vuonna 2010 sovittiin REDD+ mekanismin keskeisestä sisällöstä, johon kuuluvat seuraavat osiot: metsäkadon ja metsien tilan huononemisen vähentäminen, kestävä metsien käyttö ja metsien suojelun edistäminen sekä metsien tilan parantaminen.

Keskeiseksi haasteeksi muodostuukin se, miten kehitysmaat pystyvät toteuttamaan REDD+ toimia tilanteessa, jossa metsien hallinto on huonoa, omistus- ja käyttöoikeudet epäselviä, korruptio ja laittomat hakkuut yleisiä ja metsätalouden tietopohja (ml. valtakunnalliset inventoinnit ja metsävarojen seuranta) ja tutkimus melkein olematonta.

Jos tarkastellaan trooppisten metsien tulevaisuutta ilmastonmuutokseen sopeutumisen kannalta, on hyvä muistaa, että kyse on sekä siitä miten trooppiset metsät sopeutuvat ilmastonmuutokseen että siitä miten trooppiset metsät auttavat ihmisten ja yhteiskuntien sopeutumista. Tässä yhteydessä korostuu metsien tuottamien ekosysteemipalveluiden merkitys. Esimerkkinä mainittakoon vesi, joka saattaa ilmastonmuutoksen edetessä muodostua kriittiseksi luonnonvaraksi monilla alueilla tropiikissa, ja jonka merkitys ruokaturvan ja väestön terveyden kannalta on keskeinen. Tällaisessa tilanteessa metsien rooli korostuu valuma-alueilla mm. veden saannin turvaamisen ja tulvasuojelun kannalta.

Keskeinen haaste on siinä, miten tuoda metsien koko merkitys - ekosysteemipalvelut, ilmastokestävyyden ylläpito jne. – osaksi sekä kansallisia ilmastonmuutoksen toimintaohjelmia että käytännön metsätaloutta ja luonnonvarojen kestävää käyttöä.

SUULLISET ESITYKSET

Ilmastomuutoksen vaikutus metsäekosysteemien rakenteeseen ja toimintaan (Sali 104)

- 13.30 - 14.00 Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL)-ohjelman päätulokset, suurimmat yllätykset ja epävarmuudet (*Elina Vapaavuori, Risto Sievänen*)
- 14.00 - 14.30 Metsänkasvatusketjut puuntuotannon, hiilitaseen ja monimuotoisuuden näkökulmasta muuttuvassa ilmastossa (*Raisa Mäkipää, Tapio Linkosalo, Alexander Komarov, Mikko Peltoniemi, Vladimir Shanin, Markku Larjavaara, Annikki Mäkelä*)
- 15.00 - 15.20 Miten lisääntyvä puuntuotos ja ilmaston muutos vaikuttavat hiilen sidontaan, typen huuhtoutumiseen ja monimuotoisuuteen – mallinnustarkastelu (*Leena Finér*)
- 15.20 - 15.40 Maaperän lämmittämisen ja ravinteiden lisäämisen vaikutukset kuusen hienojuuriin sekä kariketuotantoon (*Jaana Leppälampi-Kujansuu, Maija Salemaa, Dan Berggren Kleja, Sune Linder, Heljä-Sisko Helmisaari*)
- 15.40 - 16.00 Ilmaston lämpeneminen edistää juurikäävän leviämistä ja aktiviteettia (*Michael M. Müller, Risto Sievänen, Jarkko Hantula*)
- 16.00 - 16.20 Ilmaston vaikutukset boreaalisten myyrien populaatiodynamiikkaan: syklisyys ei katoa leutojen talvien myötä (*Otso Huitu, Katri Korpela, Maria Delgado, Heikki Henttonen, Erkki Korpimäki, Esa Koskela, Otso Ovaskainen, Hannu Pietiäinen, Janne Sundell, Nigel Yoccoz*)
- 16.20 - 16.30 Yleiskeskustelu

Ilmastopolitiikka ja metsien käyttö (Sali 505)

- 13.30 - 14.00 Boreaalisten metsien käytön kokonaisvaikutus ilmaston lämpenemiseen (*Lauri Valsta*)
- 14.00 - 14.30 GWP-kertoimet metsien hiilivelan kuvaajina (*Kim Pingoud*)
- 15.00 - 15.20 Metsien hiilinielujen vertailutasojärjestelmän vaikutus Euroopan unionin metsäsektorille (*Jani Laturi, Jussi Lintunen, Jussi Uusivuori*)
- 15.20 - 15.40 Metsäsektori ja hiili: taloudellinen osittaistasapainotarkastelu (*Jussi Lintunen, Jussi Uusivuori*)
- 15.40 - 16.00 Metsien virkistyskäyttö muuttuvassa ilmastossa (*Marjo Neuvonen, Tuija Sievänen, Mia Landauer*)
- 16.00 - 16.30 ”Ilmastopolitiikka ja metsien käyttö”, kommenttipaneeli:
Energia- ja ilmastopäällikkö *Ahti Fagerblom*, Metsäteollisuus ry
Metsäasiantuntija *Lea Jylhä*, MTK
Ilmastovastaava *Hanna-Liisa Kangas*, WWF Suomi
Moderaattorina toimii johtava asiantuntija *Anders Portin*, Indufor oy

Ilmasto muuttuu, mikä muuttuu metsissä? (Sali 404)

- 13.30 - 14.00 Laosin metsävara-tilastojen teko: alkemiaa vai metsänarviointia? (*Timo Tokola*)
- 14.00 - 14.30 Muuttuvan ympäristön vaikutusten liittäminen kasvatusmalleihin (*Annikki Mäkelä, Eero Nikinmaa, Sanna Härkönen, Pasi Kolari, Tapio Linkosalo, Raisa Mäkipää, Mikko Peltoniemi*)
- 15.00 - 15.30 Kuusen kasvu muuttuvassa ilmastossa (*Harri Mäkinen*)
- 15.30 - 16.00 Lapin mänty paikallisten ilmastomuutosten tulkkina ja selittäjänä (*Kari Mielikäinen*)

Tulevaisuuden puunhankinnan olosuhteet (Sali 309)

- 13.30 - 14.00 Puutavaralogistiikka 2020 – kehittämisvisio ja T&K-ohjelma (*Jarmo Hämäläinen*)
- 14.00 - 14.30 Resurssitehokas autokuljetus (*Antti Korpilahti*)
- 15.00 - 15.30 Autokuljetuslogistiikan pullonkaulat tulevaisuuden ajo-olosuhteissa (*Jukka Malinen, Ville Nousiainen, Kari Palojarvi, Teijo Palander*)
- 15.30 - 16.00 Puunhankinnan integroitu suunnittelu tulevaisuuden hankintaolosuhteissa: metsäenergian hankinnan optimointimalli (*Teijo Palander, Ari Hietanen, Jukka Malinen*)
- 16.00 - 16.30 Case Mikkelin ammattikorkeakoulu: Miten puunhankinnan olosuhteiden muuttuminen vaikuttaa opetussuunnitelman uudistamiseen? (*Timo Leinonen, Kati Kontinen*)

Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL)-ohjelman päätulokset, suurimmat yllätykset ja epävarmuudet

Elina Vapaavuori¹, Risto Sievänen²

¹Metsänhutkimuslaitos, Suonenjoen toimipaikka, Juntintie 154, 77600 Suonenjoki; ²Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka, PL 18, 01301 Vantaa

elina.vapaavuori@metla.fi; risto.sievanen@metla.fi

Ilmakehän nykyinen hiilidioksidipitoisuus, 391 ppm, on 40 % korkeampi kuin esiteollisena aikana vuonna 1750, ja hiilidioksidipitoisuuden suhteen vastaavia olosuhteita maapallon ilmastohistoriasta on voitu havaita vasta mentäessä 15-20 miljoona vuotta ajassa taaksepäin. Viime vuosina hiilidioksidipitoisuuden nousu on ollut noin 2.5 ppm vuodessa, mikä kertoo ilmastomuutoksen nopeutuvasta tahdista nousukehityksen hidastumisen tai talttumisen sijaan. Globaalit hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2010 noin 9 Pg C ja ovat edelleen nousussa. Maapallon metsät ovat hiilinielu, mutta metsäkadon vuoksi metsien globaali nettonielu on nykyisellään vain 46% metsien potentiaalisesta hiilinielusta (noin 2.4 Pg C/vuosi). Alueellisesti ja maakohtaisesti metsien merkitys hiilinieluna vaihtelee. Suomessa metsät ovat merkittävä nielu, joka kattaa noin 40 % vuotuisista kasvihuonekaasupäästöistämme.

Hillintätoimien tehottomuuden ja hitauden vuoksi sopeutumistoimet ovat avainasemassa, jotta ilmastomuutoksesta aiheutuvia riskejä voidaan estää tai vähentää. Metsien ja myös metsätalouden osalta sopeutuminen on ongelmallista metsäpuiden pitkäikäisyyden vuoksi. Puiden täytyy sopeutua pitkän elämänsä aikana alati muuttuviin olosuhteisiin.

Ilmastomuutoksesta metsille ja metsätaloudelle aiheutuvien riskien torjumiseksi tarvitaan havainnointia metsien tilasta sekä tietoa metsäpuiden sopeutumiskyvystä, metsäekosysteemien toiminnasta, erilaisista vuorovaikutusmekanismeista ja metsä- ja ilmastopoliittisista ohjauskeinoista, jotta metsien tuottamat moninaiset palvelut voidaan turvata myös tuleville sukupolville. Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusohjelmassa 'Metsäekosysteemien toiminta ja metsien käyttö muuttuvassa ilmastossa (MIL)' pyrittiin vastaamaan havaittuihin tiedollisiin puutteisiin, luomaan erilaisia työkaluja ja toimintamalleja ilmastomuutoksesta aiheutuvien ongelmien ratkaisemiseksi sekä tehtiin eri puunkäyttöskenaarioihin perustuvia arvioita metsien kasvusta ja hiilitaseista tulevina vuosikymmeninä. Esitelmässä tuodaan esille ohjelman päätulokset sekä näkemyksiä keinoista, joilla menestyvää metsätaloutta edistetään ja ylläpidetään tulevaisuudessa.

Forest management in changing climate with multiple targets of timber production, carbon sequestration and maintenance of biodiversity

Metsänkasvatusketjut puuntuotannon, hiilitaseen ja monimuotoisuuden näkökulmasta muuttuvassa ilmastossa

Raisa Mäkipää¹, Tapio Linkosalo¹, Alexander Komarov², Mikko Peltoniemi¹, Vladimir Shanin², Markku Larjavaara¹, Annikki Mäkelä³

*¹Finnish Forest Research Institute, PO Box 18, 01301 Vantaa, Finland; ²Russian Academy of Sciences, Pushchino Institutskaya 2, Russia 142290; ³Department of Forest Sciences, P.O.Box 27, FI - 00014 University of Helsinki
raisa.makipaa@metla.fi*

In Fennoscandia, one of the important questions related to climate change is the future development of forests. Sustainable forestry requires that adaption measures are planned well in advance, since forest management in boreal forests is an activity with an exceptionally long time perspective. Furthermore, planning of future adaptation should account multiple ecosystem services, such as timber and biomass production, mitigation of climate change by forest carbon sequestration and maintenance of biodiversity. The overall objective of our ongoing study is to develop economically optimal adaptation and mitigation strategies for the management of boreal forests in the future climatic conditions. We predict effects of climate change on stand development with a process-based growth model, which is combined with relevant feedbacks to sub-models of soil nutrient and water dynamics and model of acclimation capacity of different tree species. In order to account multiple targets of forest ecosystem management, we are developing biodiversity sub-models that predict potential occurrence of indicator species (polypores) as a function of suitable dead wood substrate. Finally, we will integrate advanced ecological models on forest growth and scenarios on climate change with economic description on forestry and long-term optimization.

This study produces new knowledge on responses of ecosystem processes to climate change by experimental studies and by modeling interlinkages between ecosystem processes. We evaluate effects of climate change on ecosystem services (timber production, carbon sequestration, bioenergy production, maintenance of biodiversity). Some examples of our most recent results are shown in this presentation, e.g. effects of forest management practices on carbon stock of soil and vegetation, effects of whole tree harvesting on nutrient availability and stand development, influence of tree species proportions on stand productivity and carbon stocks, potential occurrence of biodiversity indicators in managed vs. unmanaged forests, and role of CO₂ fertilization to responses of forests in changing climate.

Miten lisääntyvä puuntuotos ja ilmaston muutos vaikuttavat hiilen sidontaan, typen huuhtoutumiseen ja monimuotoisuuteen – mallinnustarkastelu

*Leena Finér, Metsäntutkimuslaitos, PL 68, 81010 Joensuu
leena.finer@metla.fi*

Metsien puuntuotoksen on ennustettu lisääntyvän tulevaisuudessa johtuen mm. jalostetun metsänviljelymateriaalin käytöstä ja ilmaston lämpenemisestä. Lisääntynyt puuntuotos voi johtaa lyhyempiin optimaalisiin kiertoaikoihin ja suurempiin vuotuisiin päätehakkuupinta-aloihin. Teimme yhteispohjoismaisena yhteistyönä skenaariotarkasteluja lisääntyvän puuntuotoksen ja ilmaston muutoksen vaikutuksista hiilen sidontaan, ravinteiden huuhtoutumiseen ja monimuotoisuuteen. Ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin kuvattiin typen huuhtoutumisen kautta ja monimuotoisuuden muutoksia lahopuun määrän muutosten avulla. Tarkastelu tehtiin mallintamalla hypoteettisen boreaalisen metsäalueen käyttäytymistä erilaisten ilmasto- ja käsittelyvaihtoehtojen vallitessa. Metsäalueen oletettiin koostuvan tasaikäisistä mustikkatyyppin kuusikoista, joita käsiteltiin metsänhoitosuosituksen mukaisesti. Tarkasteltavat kiertoajat vaihtelivat 63 vuodesta 110 vuoteen eri puuntuotostasoilla. Nykyilmaston lisäksi simuloitiin IPCC:n A2 ja B2 ilmastonmuutosskenaarioiden vaikutuksia.

Tulokset olivat pääpiirteissään seuraavassa kuvatus mukaiset kun lisääntyvän puuntuotoksen oletettiin johtavan lyhennettyyn kiertoaikaan. Kaikissa ilmastoskenaarioissa lisääntyvä puuntuotos lisäsi hiilen sidontaa sekä kasvillisuuteen että maaperään ja vähensi lahopuun määrää, mutta ei vaikuttanut typen huuhtoutumiseen vesistöihin. Lisäksi kaikilla puuntuotoksen tasoilla ilmaston lämpeneminen vähensi hiilen sidontaa maaperään ja lahopuun määrää sekä lisäsi typen huuhtoutumista vesistöihin. Esityksessä tarkastellaan syitä näihin muutoksiin.

Weslien, J. Finér, L., Jónsson, J.Á., Koivusalo, H., Laurén, A., Ranius, T. & Sigurdsson, B. D. 2009. Effects of increased forest productivity and warmer climates on carbon sequestration, runoff water quality and accumulation of dead wood in a boreal landscape: a modeling study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24:333-347.

Maaperän pitkäaikaisen lämmittämisen ja ravinteiden lisäämisen vaikutukset kuusen hienojuuriin sekä kariketuotantoon

Jaana Leppälampi-Kujansuu¹, Maija Salemaa², Dan Berggren Kleja³, Sune Linder³, Heljä-Sisko Helmisaari¹

¹Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos; ²Metsäntutkimuslaitos, Vantaan yksikkö; ³Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Soil and Environment
jaana.leppalammi-kujansuu@helsinki.fi

Pohjoisilla leveysasteilla alhaiset lämpötilat ja lyhyt kasvukausi rajoittavat ravinteiden saatavuutta ja sitä kautta puiden kasvua. Ilmastonmuutos tulee ennusteiden mukaan nostamaan keskilämpötiloja ja lisäämään sadantaa erityisesti pohjoisilla leveysasteilla (ICPP 2007), mikä kiihdyttää ravinteiden mineralisaatiota ja lisää aktiivisuutta maaperässä. Miten tämä vaikuttaa boreaalisten havupuiden juuristoihin sekä niiden sienisymbiontteihin, on haastava kysymys, sillä juuri hienojuuret yhdessä mykorritsojensa kanssa vastaavat merkittävästä osuudesta metsämaahan kulkevasta hiilivuosta (Helmisaari et al. 2002; Godbold et al. 2006). Sen lisäksi, että ne uusiutuvat nopeasti, niiden sisältämä hiili saattaa säilyä maaperässä kauemmin kuin maanpäällisistä osista peräisin oleva hiili (Rasse et al. 2005). Tärkeystään huolimatta metsien hiilenkierron maanalaisia osia on tutkittu paljon vähemmän kuin maanpäällisiä osia, mikä aiheuttaa monia epävarmuustekijöitä metsien hiilenkierron mallintamisessa (Rantakari et al. 2011) sekä hiilitaseiden raportoinnissa.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kuusen hienojuurten vuotuista kariketuotantoa maaperän pitkäaikaisen, kasvukauden aikaisen lämmittämisen (14-16 vuotta, +5 °C) ja/tai lannoittamisen (22-24 vuotta) jälkeen. Maanalaista ja maanpäällistä kariketuotantoa verrattiin. Maaperän lämmitys toteutettiin maahan upotetuilla lämmityskaapeleilla ja lannoitus nestemäisenä, puiden kasvun kannalta optimaaliseen lannoitukseen pyrkivällä ravinneliuoksella. Kaikki koealat olivat kasteltuja kuivumisen välttämiseksi. Juurten elinikä määritettiin miniritsotronmenetelmällä saaduista kuvista ja laskennassa käytettiin Weibull-regressiomallia.

Hienojuuret elivät merkittävästi lyhyemmän aikaa lämmitetyissä käsittelyissä verrattuna lämmittämättömiin: mediaani elinikä oli lämmitys- ja lannoitus-käsittelyssä (WFI) 48 viikkoa ja lämmityskäsittelyssä (WI) 58 viikkoa verrattuna lannoituskäsittelyyn (FI) 78 viikkoon ja pelkän kastelukäsittelyyn (I) 110 viikkoon. Pintamaata (0-5 cm) ja kivennäismaata (5-20 cm) erikseen tarkasteltuna lämmittämättömien alojen pintamaassa juurten elinikä oli lyhyempi kuin kivennäismaassa (54 vs. 90 vk FI:ssä ja 107 vs. 102 vk I:ssä), kun taas lämmityskäsittelyjen kohdalla tilanne oli päinvastainen (71 vs. 45 vk WFI:ssä ja 64 vs. 56 vk WI:ssä). Vuotuinen hienojuurikariketuotanto WFI:ssä oli yli neljä kertaa suurempi kuin I:ssä (4492 kg ha⁻¹ a⁻¹ vs. 1023 kg ha⁻¹ a⁻¹). Suhteessa maanpäälliseen kariketuotokseen sekä lämmitys että lannoitus lisäsivät maanalaisen kariketuotannon osuutta.

Kontrolliin verrattuna, lämpimämpi maaperä lyhensi kuusen hienojuurten elinikää ja lisäsi hienojuuribiomassaa, erityisesti kivennäismaassa, johtaen lisääntyneeseen hienojuurikariketuotantoon ja hiilivuohon. Hiilivuo ja hienojuurten kariketuotos lisääntyivät myös lannoituskäsittelyissä, sillä lannoitettujen alojen pintamaassa oli merkittävästi enemmän hienojuuribiomassaa ja lyhyempi juurten elinikä kuin lannoittamattomilla aloilla. Siitä huolimatta, että ravinteisuuden lisääntyminen paransi huomattavasti maanpäällistä metsänkasvua, maanalainen juurituotanto kasvoi suhteellisesti enemmän. Kaikkein eniten maanalaisen ja maanpäällisen kariketuotannon suhde kasvoi kuitenkin samanaikaisessa lämmitys- ja lannoituskäsittelyssä. Kohonnut maaperän lämpötila ja/tai parantunut ravinteiden saatavuus voivat lisätä huomattavasti hiilen virtaa metsämaahan ilmastonmuutoksen seurauksena.

Godbold et al. (2006) *Plant Soil* 281: 15-24

Helmisaari H-S et al. (2002) *For.Ecol.Management* 165: 317-326

IPCC (2007) *Climate Change 2007. The physical science basis*. Cambridge University Press

Rantakari et al. (2011) <http://www.metla.fi/ghg/pdf/Yasso07-Final-report-updated.pdf>

Rasse et al. (2005) *Plant Soil* 269:341-356

Ilmaston lämpeneminen edistää juurikäävän leviämistä ja aktiviteettia

Michael M. Müller, Risto Sievänen, Jarkko Hantula

Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimipaikka, PL18, 01301 Vantaa

michael.mueller@metla.fi

Juurikäävät ovat boreaalisten havumetsien taloudellisesti vahingollisimpia taudinaiheuttajia. Suomessa niitä esiintyy kaksi lajia, männyn- ja kuusenjuurikääpä. Juurikääpien aiheuttamien taloudellisten menetysten arvioidaan nousevan maassamme kuusella 40 miljoonaan ja männyllä 5 miljoonaan euroon vuosittain.

Kansainvälisen ilmastopaneelin ennusteen mukaan talvet lyhenevät tämän vuosisadan aikana merkittävästi ja talviaikaiset sateet lisääntyvät. Olosuhteet muuttuvat tällöin juurikääpien leviämiseksi monella tavalla nykyistä edullisemmiksi. Yhä suurempi osa metsänhakkuista ajoittuu sulan maan ajalle, jolloin korjuuvauriot lisääntyvät. Tämän vuoksi sienien itiölevinnälle syntyy lisää leviämisreittejä. Myrskyt ajoittuvat nykyistä useammin ajalle, jona routa ei ankkuroi puita riittävän tukevasti maahan. Myrskyvauriot mahdollistavat itiötartunnan katkoskohtiin ja sienien leviämisen kasvullisesti juuriyhteyksien kautta naapuripuihin. Myös juurikäävän itiöintiaika sekä rihmaston kasvuaika pitenevät ja kasvunopeus kiihtyy. Juurikäävän parantuneita kasvu- ja leviämismahdollisuuksia kompensoi jonkin verran puiden lisääntyvä kasvu ja sen seurauksena lyhentynyt metsän kiertoaika. Tämä ei todennäköisesti riitä alueilla, joilla puiden kasvua rajoittaa veden ja/tai ravinteiden puute. Elävässä puussa ei kosteuden puute hellejaksoina rajoita sienien aktiviteettia, ja koska juurikääpien optimilämpötila (n. 25°C) on huomattavasti korkeampi kuin maaperän lämpötila-alue, ei lämpötilan nousu tule rajoittamaan niitä.

Kuusenjuurikäävän puhdasviljelmillä laboratorio-oloissa tehtyjen tutkimuksien perusteella saman alueen eri juurikääpäyksilöiden lämpötilavaste vaihtelee laajasti. Sen sijaan Euroopassa ilmastoltaan erilaisten alueiden juurikääpäpopulaatioiden välinen vaihtelu on merkityksetöntä. Suomalainen juurikääpäkanta voi siis kasvaa korkeissa tai matalissa lämpötiloissa aivan yhtä hyvin kuin esimerkiksi italialainen kanta. Lisäksi eurooppalaisten osapopulaatioiden välinen geenivirta on merkittävää. Näiden havaintojen mukaan juurikääpäpopulaatiomme pystyy hyvin sopeutumaan ilmaston muutoksiin ainakin lämpötilan osalta.

Kansainvälisen ilmastopaneelin skenaarion A2 mukaan vuotuinen keskilämpötila nousee 6°C:lla vuosisadan loppuun mennessä. Tällöin kuusenjuurikäävän vuotuisen kokonaisaktiviteetin arvioidaan juuristossa kasvavan Etelä-Suomessa 67%:lla ja Pohjois-Suomessa 109%:lla. Kellomäki ym. (2008) ovat arvioineet puiden kasvun lisääntyvän vastaavasti 12% ja 109%:lla. Etelä-Suomessa juurikäävän aktiviteetti siis nousisi tulevaisuudessa monin verroin enemmän kuin puiden kasvu.

Onkin todennäköistä, että juurikääpien aiheuttamat taloudelliset tappiot tulevat lisääntymään nykyisestä huomattavasti. Juurikäävät myös levinnevät nykyistä pohjoisemmaksi. Siksi juurikäävän torjuntatoimia tulisi merkittävästi tehostaa nykyisestä.

Kellomäki S, Peltola H, Nuutinen T, Korhonen, KT, Strandman H (2008) Sensitivity of managed boreal forests in Finland to climate change, with implications for adaptive management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 363: 2341-2351.

Ilmaston vaikutukset boreaalisten myyrien populaatiodynamiikkaan: syklisyys ei katoa leutojen talvien myötä

Otso Huitu¹, Katri Korpela², Maria Delgado³, Heikki Henttonen⁴, Erkki Korpimäki⁵, Esa Koskela², Otso Ovaskainen³, Hannu Pietiäinen³, Janne Sundell⁶, Nigel G Yoccoz⁷

¹Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoki; ²Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto; ³Biotieteiden laitos, Helsingin yliopisto; ⁴Metsäntutkimuslaitos, Vantaa; ⁵Ekologian osasto, Turun yliopisto; ⁶Lammin biologinen asema, Helsingin yliopisto; ⁷Department of Arctic and Marine Biology, University of Tromsø, Norja
otso.huitu@metla.fi

Pienet jyrksijät ovat avainlajeja monissa ekosysteemeissä. Niiden tärkeys korostuu boreaalisissa ja subarktisissa ympäristöissä säännöllisten kannanvaihteluiden eli populaatiosykliden ansiosta. Viime aikaiset havainnot ovat huolestuttavasti osoittaneet, että myyrien populaatiosyklit ovat monin paikoin olleet katoamassa.

Syyksi on usein esitetty ilmastonmuutosta ja ennen kaikkea leudontuvien talvien myötä hupenevaa lumitilannetta. Havainnot ilmiöstä ovat kuitenkin olleet ristiriitaisia. Yhteyden todentaminen vaatii riittävän kattavan ajallisen ja alueellisen seuranta-aineiston analysoimista.

Testasimme hypoteesiä, jonka mukaan leudontuvat talvet ovat aiheuttamassa myyrien populaatiosykliden katoamista analysoimalla myyrien ja säätilan vaihtelua 33 paikkakunnalla ympäri Suomen vuosine 1970-2011. Ennusteidemme mukaan myyrien populaatiodynamiikassa olisi havaittavissa ilmasto-oloihin liittyvää ajallista ja maantieteellistä vaihtelua, ja syklien heikkenemistä olisi havaittavissa olosuhteissa missä talvet ovat leudontuneet.

Tuloksemme osoittavat, että myyräkantojen syklisyys vaihteli ajallisesti ilmastoltaan erilaisilla alueilla: syklien vaihteluväli pieneni kylmimmillä alueilla, voimistui lämpimimmillä alueilla ja oli heikkoa tai epäsäännöllistä näiden väliin jäävillä alueilla. Spatiotemporaalinen dynamiikka korreloi kasvukauden olosuhteiden kanssa – syklisyys heikkeni lämpimien kasvukausien myötä pohjoisessa, mutta voimistui etelässä.

Tuloksemme eivät tue hypoteesiä, jonka mukaan leudontuvat talvet johtavat pienten jyrksijöiden populaatiosykliden katoamiseen. Pitkät ja kylmät talvet eivät ole välttämättömyys suuren vaihteluvälin syklisyydelle, eivätkä leudot talvet sekä vähentynyt lumipeitteen määrä ole liioin yhteydessä myyrien talviselle populaatiokasvulle.

Ennusteet osoittavat, että ilmastonmuutoksen myötä yhä leudontuvat talvet voivat lisätä myyräkantojen syklisyyttä Suomen eteläisessä puoliskossa ja samanaikaisesti heikentää niitä pohjoisimmassa Suomessa.

Boreaalisten metsien hakkuiden kokonaisvaikutus ilmaston lämpenemiseen

*Lauri Valsta,
Helsingin Yliopisto, Metsätieteiden laitos
lauri.valsta@helsinki.fi*

Luonnonvarataloudellisen kokonaisnäkemyksen puute hankaloittaa relevanttien politiikkatavoitteiden muodostamista. Vaikka politiikka ei usein noudata tieteellisen tutkimuksen tuloksia, ainakin luonnonvastaisia kannustimia (perverse incentives) tulisi välttää. Esityksessä muodostetaan kokonaiskuvaa siitä, miten boreaalisten metsien ainespuun ja bioenergian korjuu vaikuttaa ilmaston lämpenemiseen. Aihetta koskevan tutkimustiedon lisääntyminen mahdollistaa aiempaa kattavamman tarkastelun, johon sisältyvät metsien ja puutuotteiden hiilivarastot, vältetyt fossiiliset päästöt, metsien heijastusaste ja erilaiset yhdisteiden päästöt metsäekosysteemistä. Kaikilla edellä mainituilla tekijöillä voi olla merkittävä osuus metsien hakkuiden ilmastovaikutuksiin ja niiden suuruusluokkia tarkastellaan yhteisessä kehikossa.

GWP-kertoimet metsien hiilivelan kuvaajina

Kim Pingoud

VTT Technical Research Centre of Finland, P.O. Box 1000 FI-02044 VTT, Finland

kim.pingoud@vtt.fi

Metsien hiilivelka on dynaaminen ilmiö, jossa biomassan korjuu aiheuttaa tilapäisen hiilivajeen suhteessa vertailutilanteeseen, jossa biomassaa ei korjata. Staattisessa elinkaaritarkastelussa, jossa arvioidaan metsäbiomassatuotteiden tai -energian hiilijalanjälkeä, oletetaan ne hiilineutraaleiksi, jos metsänhoito on kestävää eikä metsikön hiilitase muutu kiertoajan yli laskettuna. Tämä ei kuitenkaan anna oikeaa kuvaa metsäbiomassan käytön todellisista ilmastovaikutuksista.

GWP-kertoimia (Global Warming Potential) käytetään yleisesti kuvaamaan muiden kasvihuonekaasujen lämmitysvaikutuksia suhteessa hiilidioksidiin. Näiden ei-CO₂ -kaasujen kuten metaanin lämmitysvaikutuksen dynamiikka eroaa hiilidioksidista ja niinpä niiden kumulatiivinen lämmitysvaikutus suhteessa hiilidioksidiin riippuu tarkasteluajanteesta. Ilmastopolitiikassa on vakiintunut 100 vuoden aikajänne. Esimerkiksi päästöinventaarioissa GWP₁₀₀-kertoimia käyttäen muunnetaan ei-CO₂ -kaasun päästö CO₂-ekvivalenttipäästöksi.

Analogisesti voidaan GWP-kertoimilla suhteuttaa myös metsän tilapäisen hiilivajeen lämmitysvaikutus samansuuruisen fossiilisen CO₂-pulssin lämmitysvaikutukseen. (Fossiilisen pulssin lämmitysvaikutuksen dynamiikka on erilainen, koska se ei palaa enää fossiilisiin varastoihin vaan ainoastaan meriin.) GWP-kerrointen avulla voitaisiin mm. johtaa efektiivisiä päästökertoimia metsäbioenergialle. Esityksessä tarkastellaan hakkuutähteiden ja ainespuunkäytön GWP-kertoimia. GWP-kertoimet voidaan lisäksi yleistää kuvaamaan biomassalla syrjäytettyjä fossiilisia päästöjä sekä puutuotteisiin sidottua tilapäistä hiilivarastoa. Metsien tilapäisellä hiilivajeella on vaikutusta ainakin pinta-albedoon, joka voitaisiin periaatteessa myös integroida GWP-kertoimen laskentaan.

Metsien hiilinielujen vertailutasojärjestelmän vaikutus Euroopan unionin metsäsektorille

Jani Laturi¹, Jussi Lintunen¹, Jussi Uusivuori¹

*¹Metsänhutkimuslaitos, Jokiniemenkuja 1, Vantaa
jani.laturi@metla.fi*

Metsien ja puutuotteiden hiilinieluille määriteltiin uusi laskentatapa Durbanin ilmastoneuvotteluissa. Muutoksen taustalla oli pyrkimys luoda kannustin metsien hiilivarantojen kasvattamiseen sekä ylläpitoon. Neuvotteluissa päädyttiin käyttämään uutena laskentatapana ns. vertailutasojärjestelmää Annex I maille.

Vertailutaso järjestelmässä metsien ja puutuotteiden hiilinieluille asetetaan maakohtaiset tasot johon hiilinieluja verrataan vuosien 2013–2020 välisenä aikana. Vertailutasot määritetään etukäteen käyttäen arvioita metsien kasvusta ja niiden käytöstä. Kuitenkin metsien hiilinieluista saatavia hyvityksiä rajoitetaan ns. kattoluvuilla siten että vuotuinen hyvitys on enintään 3,5 prosenttia Kioton sopimuksen perusvuoden 1990 kasvihuonekaasupäästöistä.

Tutkimuksessa tarkastelemme ekonomisella mallilla vertailutasojärjestelmän merkitystä mm. puun tarjontaan, kysyntään sekä hintaan Euroopan Unioniin kuuluvissa valtioissa. EU valtioiden metsien hiilinielujen arvo on riippuvainen päästöoikeuden hintatasosta. Tutkimuksessa arvioimme miten päästöoikeuden hinta vaikuttaa metsäsektoriin vertailutasojärjestelmän ollessa käytössä. Lisäksi tarkastelemme miten hiilinieluhyvityksen kattoluku sekä puutuotteiden hiilinielujen huomioiminen vaikuttaa näihin tuloksiin sekä vertailutasojärjestelmän ohjaavuuteen.

Metsäsektori ja hiili: taloudellinen osittaistasapainotarkastelu

Jussi Lintunen, Jussi Uusivuori
Metsäntutkimuslaitos, Vantaa
jussi.lintunen@metla.fi

Tutkimme metsäsektorin optimaalista hiilipolitiikkaa, kun ainoa ulkoisvaikutus syntyy ilmakehässä olevan hiilidioksidin kautta. Mallissa huomioidaan puun jalostus- ja energiakäyttö, sekä metsiin, puutuotteisiin ja hakkuutähteisiin liittyvät hiilivarannot. Optimaalinen politiikka määrää päästömaksun polttoaineille ja raaka-aineille, mutta hakkuutähteillä ja jätetuulla tehollinen päästökerroin on muuta puuta alhaisempi. Lisäksi optimissa puutuoteteollisuuden päästömaksuja alennetaan. Metsänomistajille maksetaan puuston tilavuudesta määräytyvä tuki, joka toimii samalla hakkuuverona. Numeeristen esimerkkien mukaan hakkuutähteiden energiakäyttö aluksi lisää mutta lopulta pysyvästi vähentää hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Hakkuutähteen hajoamisnopeus määrittää hyvinvointivaikutuksen suunnan. Muun kuin hakkuutähte- tai jätetuun energiakäyttö lisää pysyvästi, kun taas puutuotteiden lisäys alentaa väliaikaisesti ilmakehän hiilidioksidin määrää. Lisäksi tarkastelemme optimaalisia sopeutumisia numeerisin laskelmin.

Metsien virkistyskäyttö muuttuvassa ilmastossa

Marjo Neuvonen¹, Tuija Sievänen¹, Mia Landauer²

¹Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa; ²Institute for Landscape development, Recreation and Conservation planning BOKU – University of Natural Resources and Applied life Sciences, Peter Jordan Strasse 82, A – 1190 Wien, Itävalta
marjo.neuvonen@metla.fi

Maastohiihto on yksi tärkeimmistä metsäluonnon virkistyskäyttömuodoista ja suomalaisten suosituin talviulkoiluharrastus. Yli 40 prosenttia aikuisista suomalaisista ilmoittaa harrastavansa maastohiihtoa ja joka kymmenes luontomatka tehdään hiihdon vuoksi. Kiinnostus maastohiihtoon on säilynyt ennallaan viimeksi kuluneen kymmenen vuoden aikana.

Ilmastonmuutokselle herkimpiä ulkoiluharrastuksia ovat lumeen ja jäähän perustuvat maastohiihto, laskettelu ja moottorikelkkailu. Ilmaston lämpeneminen talvikautena vaikuttaa siten, että aluksi hiihtoon käytettyjen päivien määrä vähenee eli hiihtoa harrastavat hiihtävät vähemmän. Ajan mittaan myös hiihtoa harrastavien osuus väestössä vähenee, kun hiihtotaidot nuorimpien väestöryhmissä heikkenevät ja osa hiihtäjistä luopuu hiihdosta kokonaan. Ilmaston lämpeneminen lyhentää lumisen kauden pituutta ja vähentää hiihtoon sopivien päivien määrää erityisesti Etelä-Suomessa ja rannikkoseuduilla. Jatkossa yhä harvemmalla on mahdollisuus hiihtämiseen kodinläheisillä alueilla.

Tuorein tutkimus pyrkii rakentamaan indikaattoreita, joilla ilmastonmuutoksen vaikutuksia ulkoiluun voidaan tarkastella. Osana Suomen ympäristökeskuksen koordinoimaa MAVERIC-projektia tutkitaan suomalaisten talviulkoilijoiden (maastohiihtäjien) haavoittuvuutta ilmastonmuutokselle ja muutoksiin sopeutumisen keinoja. Tutkimuksessa pyritään katsomaan myös alueellisia eroja ja tuomaan niitä esille karttapohjaisen sovelluksen avulla. Itä- ja Pohjois-Suomessa asuvat ovat vähemmän haavoittuvia muuttuville olosuhteille verrattuna Etelä- ja Länsi-Suomessa asuviin.

Hiihtomahdollisuuksien muutokset eivät koettele väestöryhmiä tasapuolisesti. Naiset, alemmassa sosio-ekonomisessa asemassa olevat ja kaupungissa asuvat kokevat ilmastonmuutoksen myötä muuttuvan hiihtomahdollisuuksien vähenemisen voimakkaammin kuin vertailuryhmät (miehet, korkeampi sosio-ekonominen status, maaseudulla asuvat). Hiihtomahdollisuuksien heikentyminen kodinläheisillä alueilla vaikuttaa negatiivisesti niihin, joilla ei ole taloudellisia mahdollisuuksia matkustaa lumivarmoilta alueille hiihtoharrastuksen vuoksi.

Ilmastonmuutokseen sopeutumista on tutkittu kyselytutkimuksen keinoin (LVVI 2). Tulokset perustuvat Luonnon virkistyskäytön valtakunnallinen inventointi (LVVI) - tutkimuksiin vuosina 19982000 ja 20092010. Uusimassa kyselytutkimuksessa maastohiihtäjien sopeutumista ilmastonmuutokseen tutkittiin erillisellä teematutkimuksella (n=769) ja erillisellä jatkokyselyllä (n=480). Suomen ympäristökeskus on laatinut hiihto-olosuhteita kuvaavat lumiskenaariot jaksolle 2010-2039.

Pouta E, Neuvonen M, Sievänen T (2009) Participation in Cross-country Skiing in Finland under Climate Change: Application of Multiple Hierarchy Stratification Perspective. *Journal of Leisure Research* 41 (1): 87-104.

Sievänen T, Tervo K, Neuvonen M, Pouta E, Saarinen J, Peltonen A (2005) Nature-based tourism, outdoor recreation and adaptation to climate change. Finnish Environment Institute Mimeographs 341. 52 p.

Historical forest statistics of Lao PDR – forest assessment or alchemistic exercise?

Laosin metsävara-tilastojen teko: alkemiaa vai metsänarviointia?

Timo Tokola

University of Eastern Finland

timo.tokola@uef.fi

Lao PDR has a long tradition in satellite image based Forest Cover Assessments. Those have been based on visual interpretation and statistics is derived using image plot assessment. The first nationwide reconnaissance survey was done 1981/82 using 67 300 photo plots in 1:30 000 photographs. For the next surveys, visual interpretation of forest cover has been carried out using Landsat/SPOT composite for assessing the status in 1992, 1997 and 2002. Recent interpretation was completed 2011. The first national forest inventory (NFI/FRA) with full scale field data collection was implemented 1991-1999. The provincial details were calculated for entire nation.

There was urgent need to provide country level statistics using existing information for REDD++. Here, it is assumed that historical forest characteristics within “Forest Cover Classes” can be estimated within one province using field data collected during 1991-1999. The maximum difference between field data and image interpretation is about 20 years. However, typically the major differences are caused by changes in land use. Thus the assumption provides one way to analyze changes with a complete set of forest variables. Following method was used to estimate content of land use categories:

1. Use Forest cover classes of specific year (1982,1992,2002, 2010) to stratify areas
2. Calculate per hectare volumes, biomass and carbon for each field plot
3. Calculate per hectare volumes, biomass and carbon for each forest cover map class
4. Multiply class areas of forest cover map and NFI statistics
5. Statistics can be joint with map objects and detailed carbon GIS layers can be produced

Presentation is discussing features and characteristics of this method.

Developing methods for predicting forest growth responses to environmental change

Annikki Mäkelä¹, Eero Nikinmaa¹, Sanna Härkönen², Pasi Kolari¹, Tapio Linkosalo², Raisa Mäkipää², Mikko Peltoniemi²

*¹ Department of Forest Sciences, University of Helsinki; ² Finnish Forest Research Institute, Vantaa
annikki.makela@helsinki.fi*

Prediction of forest growth under climate change involves quantification of a multitude of impacts at different spatial and temporal scales. Few ecosystem models exist that would be capable of incorporating all the essential impacts at a time, and furthermore, single models easily become too complex to parameterise for larger areas or longer time spans. Adding complexity also tends to lose transparency for interpreting the cause-effect chains leading to simulated or observed behaviour. On the other hand, a lot of information and theoretical understanding of different aspects of forest ecosystem functioning and growth has already been gained and quantified in different models. If these kind of models could be combined by appropriately identifying their mutual linkages, a lot of progress could be made in predicting forest ecosystem responses to climate change.

Here, a modular method under development at the University of Helsinki and Metla is outlined and illustrated with examples. We use physiology-based models for describing the short-term responses of canopy processes to environmental drivers, and short or intermediate term biogeochemical models for analysing the impacts of the environment on nutrient and water availability. These models allow us to parameterise stand growth models that are driven by the environment through aggregated information of canopy and root efficiency in carbon and nitrogen uptake. These models provide predictions of possible changes in growth rate and allocation of carbon to wood, foliage and roots. The predictions contain information about indicative variables that can be further utilised by empirical growth models, e.g., in the form of site index change. This connection provides a means for generalising the information about the environmental responses to larger scale and to, e.g., analysis of the economic impacts of climate change.

While the methods continue to be developed, we can already start to see some results. Applications exist, e.g., in EU-funded Life+ projects Vaccia and Climforisk and in projects funded by the Helsinki University Environment Unit HENVI and by the Finnish Research Programme on Climate Change (FICCA).

Kuusen kasvu muuttuvassa ilmastossa

Harri Mäkinen

Metsäntutkimuslaitos, Vantaa

harri.makinen@metla.fi

Ilmastonmuutoksen seurauksena sademääriin ja sateiden ajoittumiseen odotetaan muutoksia. Koska kuusen juurista 70 % kasvaa alle 10 cm:n syvyydessä maanpinnasta, Etelä-Suomen kuusikoiden on arveltu kärsivän veden puutteesta kuivina kesinä. Metlan viimeaikaisten tulosten mukaan kuusen kasvu ja vuosirytmitys pystyvät sopeutumaan huomattaviinkin muutoksiin ympäristöoloissa. Siksi ilmastonmuutos ei oletettavasti lisää merkittävästi kasvutappioita ja puiden kuolleisuutta kuusikoissa.

Metsäntutkimuslaitos (Metla) tutki kuusen paksuuskasvun vuotuista vaihtelua Suomessa ja Keski-Euroopassa. Vertailulla selvitettiin, millaista metsien kasvun vaihtelun voi olla tulevaisuudessa, mikäli ilmastomme muuttuu Keski-Euroopan nykyisen ilmaston kaltaiseksi. Kuusten kasvu vaihteli paljon vuodesta toiseen. Sääoloiltaan edullisina kesinä kasvua saattoi kertyä 20 – 30 % normaalia enemmän. Vaihtelu oli erityisen voimakasta Lapissa, jossa puut elävät viileästä ilmastosta johtuen äärirajoillaan. Etelä-Suomessa säiden ja kasvun yhteys ei ole yhtä yksiselitteinen: Lämpötilan lisäksi myös kesäkauden kuivuus vaikutti kasvuun.

Metlan ylläpitämällä kestokokeilla sadeveden pääsy maahan estettiin viitenä kesänä metsiköihin rakennettujen katteiden avulla. Ankaruutta kuivuus hidasti kuusten pituuskasvua 20 – 30% ja läpimitankasvua 10 – 20%. Kuivuuden vaikutus kumuloitui vuodesta toiseen, eli kuivuus alensi puiden kasvua enemmän kokeen loppuvuosina. Kuivuusstressin jälkeisinä vuosina puut toipuivat nopeasti käsittelystä. Vaikka ilmastonmuutoksen vaikutukset metsäekosysteemiin eivät ole täsmällisesti ennakoitavissa, tulokset antavat olettaa, että kasvukauden aikaiset kuivuusjaksot yhdessä aiempaa leudompina talvien kanssa eivät kuitenkaan oleellisesti lisää kasvutappioita ja puuston kuolleisuutta.

Metlassa on tutkittu myös paksuuskasvun ajoittumista kesän aikana. Tulokset osoittavat, että routaoloilla voi olla vaikutusta kuusen paksuuskasvun alkamisajankohtaan. Jos maa on roudassa keväällä pitkään, paksuuskasvu alkaa hieman myöhemmin. Roudan vaikutus näkyi kuitenkin vain, jos maanpinta eristettiin keväällä sulamisen hidastamiseksi, ei kontrollikäsitellyn ja lumipeitteettömän käsittelyn välillä. Roudan myöhäinen sulaminen saattaa viivästyttää paksuuskasvun alkamista voimakkaimmin metsämailla, joiden vedenpidätyskyky on suuri ja roudan muodostuminen täten voimakasta.

Metlassa selvitettiin myös alkuperien välisiä eroja kuusen paksuuskasvun ajoittumisessa. Suomalaisen kuusialkuperien paksuuskasvu käynnistyi keskimäärin hiukan saksalaista ja unkarilaista alkuperää aiemmin. Suomalaiset alkuperät myös tuottivat hieman enemmän soluja kasvukauden aikana verrattuna keskieurooppalaisiin alkuperiin. Alkuperien väliset erot olivat kuitenkin pieniä verrattuna yksittäisten puiden ja vuosien väliseen vaihteluun.

Lapin mänty paikallisten ilmaston muutosten tulkkina

Kari Mielikäinen

Metsäntutkimuslaitos, Vantaa

kari.mielikainen@metla.fi

Lapin lampien pohjamutiin uponneista männyistä on 25 vuodet työn tuloksena koostettu 7640 vuoden aukoton vuosilustosarja. Vuosilustojen leveys, puuaineen tiheys ja puuhun tallentuneet alkuaineiden isotoopit kertovat globaaleista ja alueellisista ilmaston vaihteluista ja niiden syistä viime jääkauden jälkeen. Lustosarjan koostamisessa on käytetty ristiinajoitusta, jossa poikkeukselliset kasvuvuodet ovat sitoneet osittain samaan aikaan eläneiden puiden lustosarjat vuodentarkasti toisiinsa.

Kronologia paljastaa lukuisia lämpö- ja kylmäkausia. Näistä lämpimin vallitsi noin 6000 vuotta sitten, jolloin koko Lappi oli sankkojen mäntymetsien peitossa. Nykyistä lämpimämpää on ollut myös ajanlaskumme alussa ja noin tuhat vuotta sitten keskiajan lämpökaudella. Pronssikauden jälkeinen viileneminen noin 3000 vuotta sitten ja 1800-luvulla päättynyt pikkujääkausi näkyvät myös lustosarjassa. Menneiden ilmastonmuutosten globaaleista syistä tärkeimpiä on aurinko. Vuosilustojen hiili-isotooppien suhde paljastaa auringon aktiivisuuden vaihtelun (auringonpilkkujen määrän) vuodentarkasti vuosituhansien ajalta. Vaihtelun vertaaminen mäntylustojen perustella arvioituun lämpötilaan osoittaa auringon aktiivisuuden syklisen vaihtelun ratkaisevan osuuden tähänastisissa ilmaston muutoksissa. Lapin puulustot viittaavat moniin säännöllisiin sykleihin, jotka on löydetty myös muualla maailmassa tehdyissä tutkimuksissa.

Maapallon kallistuskulma kääntää tällä hetkellä pohjoista pallonpuoliskoa auringosta pois päin. Jugoslavalaisen Milutin Milankovitchin löytämä ilmiö näkyy Lapin männyissä viimeisten kahden vuosituhannen ajan jatkuneena tasaisena ilmaston viilenemisenä (0,3 astetta/1000 v). Viilenemisestä huolimatta lämpötilojen vaihtelu vuosikymmenten ja vuosisatojen välillä on huomattavaa. Lämpimimmän (21 – 50 jKr.) ja viileimmän (1451 – 1480) 30 – vuotiskauden ero on ollut yli kaksi astetta. Yksittäisten vuosien väliset vaihtelut ovat moninkertaisia. Tähän, vaikutuksiltaan dramaattiseen vaihteluun verrattuna viime vuosisata on ollut huomattavan rauhallinen.

Puulustojen ja Atlantin pohjasedimenttien vertailu osoittaa Golf –virran voimakkuuden vaihdelleen viime vuosituhansien aikana voimakkaasti. Auringon, Golf –virran ja tuulien yhteispeli näkyy Lapin männyissä keskiajan lämpökaudella ja sitä seuranneella pikkujääkaudella.

Lapin mäntyjen vuosilustot eivät osoita trendinomaista muutosta Suomen 1900 –luvun ilmastokehityksessä. Niissä näkyy selvästi 1900 –luvun alun lämpeneminen 1930 –luvulle, sitä seurannut usean vuosikymmenen viileneminen ja palautuminen takaisin 1930 –luvun ilmastoon.

Sekä puulustojen että auringon aktiivisuuden rytmiikka ennustavat ilmaston viilenevän luontaisesti tulevina vuosikymmeninä. Kansainvälisen ilmastopaneelin hiilidioksidin lisääntymiseen perustuva ennuste on täysin päinvastainen eli voimakas lämpeneminen. Mikäli vallitseva hypoteesi ihmisen ilmakehään päästämän hiilidioksidin ilmastovaikutuksista ja mitattu fakta auringon, tuulten ja merivirtojen luonnollisesta rytmiikasta pannaan yhteen, voi tulos olla toisenlainen. Näin voi asianlaita olla merellisen Atlantin ja mantereisen Siperian vaihteluväyhytyksellä sijaitsevan Fennoskandian paikallisilmastossa, jonka vaihteluihin meidän on tulevaisuudessakin sopeuduttava.

Puutavaralogistiikka 2020 – kehittämisvisio ja T&K-ohjelma

Jarmo Hämäläinen

MetsätehoOy, Vantaa

jarmo.hamalainen@metsateho.fi

Puunhankintaorganisaatiot ovat koostaneet yhteisen Puutavaralogistiikka 2020 -vision ja T&K-ohjelman. Visiona on, että metsäteollisuuden puuraaka-aineen toimitusketjun kustannustehokkuus vuonna 2020 on 30 % parempi kuin nykyisin ja se täyttää samalla kestävän kehityksen vaatimukset.

Visiolla ja sen pohjalta koostetulla tutkimus- ja kehitysohjelmalla tähdätään metsäsektorin kilpailukyvyyn ja toimintaedellytysten parantamiseen. Suomessa on erinomaiset edellytykset puunkäytön lisäämiseen ja monipuolistamiseen, kunhan toiminnan kustannustehokkuudesta pidetään huolta.

Uusia keinoja puun toimitusketjun tuottavuuden parantamiseen on runsaasti. Työssä on jäsennetty kehittämisalueet ja tehtävät koko toimitusketjun matkalta eli puun ostosta tehtaalle saakka.



Kymmenen tärkeimmän kehittämistehtävän joukkoon on listattu:

- Kuljetuskapasiteetiltaan suurempien puutavara-autojen käyttöönotto.
- Rautateiden terminaali- ja kuormauspaikkaverkoston rakentaminen.
- Terminaalitoimintojen tehokas järjestäminen
- Uusia operaattoreita puun rautatiekuljetuksiin.
- Ajantasaiset metsävaratiedot kustannustehokkaasti ja kattavasti eri toimijoiden käyttöön.
- Tehokkaiden hakkuu- ja lähikuljetusmallien koulutus
- Metsäkoneen kuljettajien opastusjärjestelmät käyttöön.
- Koneautomaation hyödyntäminen hakkuussa ja metsäkuljetuksessa.
- Moniasiakkuutta tukevien ohjausjärjestelmien kehittäminen ja sanomastandardien käyttöönotto.
- Käsittelykuvioiden koon kasvattaminen.

T&K-tehtäviä viedään eteenpäin Metsäklusterin ja muiden alan toimijoiden kanssa tutkimusohjelmissa ja esimerkiksi Metsäalan strategisen ohjelman (MSO) kautta. Toteutukseen tarvitaan laaja joukko puuhuollon toimijoita sekä eri alojen asiantuntijoita. Kone- ja laitevalmistajilla sekä tietojärjestelmätoimittajilla on olennainen tehtävä tulosten tuotteistajina, jotta ne saadaan käytäntöön.

Vision ja T&K-ohjelman koostamisesta vastasi puunhankintaorganisaatioiden edustajista koostuva työryhmä, johon kuuluivat: Risto Lilleberg (Metsä Group), Tero Anttila (UPM), Jouni Karjalainen (Metsähallitus), Outi Nietola (Metsäteollisuus ry), Pekka T. Rajala (Stora Enso) ja Jarmo Hämäläinen (Metsäteho). Lisätietoja *Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa* –julkaisusta osoitteessa www.metsateho.fi.

Resurssitehokas puutavaran autokuljetus

Antti Korpilahti

Metsäteho Oy, Vantaa

antti.korpilahti@metsateho.fi

Autokuljetus saavutti 60 %:n osuuden puutavaran kuljetuksista tehtaille 1970-luvun alkupuolella ja on kasvanut siitä 80 %:n tasolle. Autokuljetuksen vuotuiset kustannukset ovat noin 300 milj. € ja rautatie- ja vesitiekuljetuksen kustannukset noin 50 milj. €. Reaalisten yksikkökustannusten kehitys on ollut pääosin alenevaa. Merkittävimmät kuljetustehokkuutta parantaneet seikat ovat olleet kaluston kehittyminen, hydraulikuormainten käyttöön otto, sallittujen kokonaismassojen suurentaminen, tieverkon parantaminen sekä kuljetusten ohjaukseen liittyvien kuljetus- ja reittioptimointien käyttöön otto sekä tehdasvastaanoton ja kuorman purkamisen kehittyminen.

Tällä hetkellä ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassojen suurentaminen nähdään merkittävimäksi keinoksi parantaa kuljetustehokkuutta edelleen (taulukko, Korpilahti A. & Koskinen O.H. 2012). Nykyistä suurempia kokonaismassoja voitaisiin alkaa hyödyntää osittain välittömästi ilman ajoneuvojen uusintaa ja täysimääräisesti kun vetoautot vaihdetaan uusiin, nykyistä useampiakselisiin ajoneuvoihin. Kun ajoneuvojen massojen korotetaan sallittujen akselimassojen puitteissa, niin tierasitus voi jopa vähentyä nykyisestä vaikka yhdistelmän kokonaismassa suurenee.

Taulukko. Puutavara-ajoneuvoyhdistelmien tunnuslukuja akselien lukumäärän ja sallittujen akselimassojen mukaan.

Akselit, auto ja perä-vaunu	Kokonais- massat tonnia	Massa- suhde, perävaunu / auto	Kanta- vuus suht.	Suorite m ³ /a	Kuormia vuodessa suht.	Päästöt suht.	Yksikkö- kustan- nukset suht.	Tierasitus- indeksi
3 + 4	26 + 34 = 60	1,31	100	35 100	100	100	1,00	100
3 + 4	26 + 38 = 64	1,46	110	38 100	91	94	0,92	117
3 + 5	26 + 42 = 68	1,62	117	40 200	85	90	0,88	85
4 + 4	32 + 38 = 70	1,19	121	41 200	83	89	0,87	108
4 + 5	32 + 42 = 74	1,31	128	43 300	78	87	0,84	79
5 + 4	38 + 38 = 76	1,00	132	44 200	76	86	0,83	103
5 + 5	38 + 42 = 80	1,11	139	46 300	72	84	0,80	76

Puutavarakuljetuksissa on pyritty pitkään lisäämään rautatiekuljetusten määrää. Siinä ei kuitenkaan ole onnistuttu, joskin rautatiekuljetuksen kuljetussuorite on jonkin veran suurentunut. Rautatiekuljetuksen kilpailukykyä pyritään turvaamaan suuren lastauskapasiteetin omaavien kuormausterminalien ja niistä lähtevien säännöllisten kokojunakuljetusten avulla. Tarkastelut kuitenkin osoittavat, että nykyistä harvempi kuormaustapa verkko merkitsee pidennystä alkukuljetukseen ja lisää siten rautatiekuljetuksen hintaa. Tulos on se, että autokuljetuksen osuus säilyy jatkossa vähintään yhtä tärkeänä kuin se on nyt. Autokuljetuksen kehittäminen on jatkossakin ensiarvoisen tärkeää puutavarakuljetusten tehostamisessa.

Korpilahti, A. & Koskinen, O.H. 2012. Puutavaran autokuljetustehokkaammaksi. Metsätehon tulostalvosarja 1/2012. 19 s. <http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tulostalvosarja/>

Autokuljetuslogistiikan pullonkaulat tulevaisuuden ajo-olosuhteissa

Jukka Malinen¹, Ville Nousiainen¹, Kari Palojärvi², Teijo Palander¹

¹Itä-Suomen yliopisto, Joensuu; ²Suomen Kuljetus ja Logistiikka (SKAL), Helsinki
teijo.s.palander@uef.fi

Metsätaloudessa tieverkon kunnolla on suuri merkitys puunhankinnan logistiikkaan. Puunhankinnassa huonokuntoiset tiet hidastavat kuljetuksia ja nostavat kustannuksia, sekä alentavat kuljetusketjun aikataulun ennustettavuutta. Puunhankinnan lisäksi myös monet metsätalouden toimenpiteet, kuten maanmuokkaus, bioenergian hankinta, taimilogistiikka ja koneelliset metsänhoitotoimenpiteet tarvitsevat alempaa tieverkkoa. Ongelmana on erityisesti kelirikkoaika metsänhoitotoimenpiteiden ajoituksessa sulan maan aikaan.

Ilmastonmuutoksen myötä kelirikon esiintymisajankohdat ja painorajoitusten ajankohdat muuttuvat ja kokonaisaika voi pidentyä. Rankkasateiden aiheuttama ja muu tulviminen voivat ylittää kuivatusrakenteiden mitoitusastan. Ilmastonmuutos kohtelee Suomen eri osia eri tavoin (Tiehallinto 2009): Etelä- ja Länsi-Suomessa tarve liukkauden torjunnalle ja lumenpoistolle vähenee. Toisaalta sulan ja roudattoman kauden piteneminen pidentää kelirikkoaikaa ja lisää sorateiden hoidon kustannuksia. Nollakelien ja tienpintojen jäätyminen aiheuttamat liukkaat ajo-olosuhteet puolestaan lisääntyvät Keski-Suomessa, mikä voi heikentää tieliikenteen turvallisuutta. Teiden talvikunnossapidon painopiste siirtyy pohjoisemmaksi, ja tarve teiden liukkaudentorjunnalle kasvaa myös Itä- ja Pohjois-Suomessa. Auraustarve ei silti merkittävästi muutu, sillä vaikka lumisuus keskimäärin vähenee, lyhyet ja voimakkaat lumisateet yleistyvät.

Ilmastonmuutoksen lisäksi Eurooppaa ravisteleva Eurokriisi vaikuttaa myös ajo-olosuhteisiin. Vuodelle 2012 metsätalouden suunnittelua vaativien perusparannushankkeiden rahoitusta, ns. myöntövaltuuksia, leikattiin puoleen eli 28 miljoonaan euroon. Valtionvarainministeriön budjettiesityksessä vuodelle 2013 esitetään vielä 3 miljoonan euron vähennystä. Esityksen toteutuessa metsien perusinfran laajat yhteishankkeet, mm. teiden parannus, ovat vaarantuneet.

Itä-Suomen yliopistossa tehdyssä kyselytutkimuksessa selvitettiin tänä vuonna (2012) puutavara- ja bioenergia-autoyrittäjien tulevaisuuden toimintaympäristöä. Kyselyyn saatiin vastauksia 86 yrittäjältä, joista itäsuomalaisia yrityksiä oli 33,7%, pohjoissuomalaisia 26,7%, länsisuomalaisia 24,4% ja eteläsuomalaisia 15,1%. Yhden puutavara-auton kuljetusyrityksiä otoksessa oli 46,5%, kahden auton yrityksiä 20,9% ja vähintään kolmen auton yrityksiä 32,6%.

Kysyttäessä puutavaran autokuljetusten infrastruktuurin vaikutuksesta kuljetusten sujuvuuteen merkittävimmäksi tekijäksi nousi teiden talvihoito (sisältää lumen ja lumipolanteen poiston sekä liukkauden torjunnan) kaikilla kohdealueilla (ka 4,44, asteikko 1 = ei vaikutusta, ... , 5 = erittäin suuri vaikutus kuljetusten sujuvuuteen). Varastoalueiden ja metsäliittymien kunto ja mitoitus koettiin toiseksi (ka 4,05) ja kohtaamis- ja kääntymispaikkojen kunto ja mitoitus kolmanneksi (ka 4,01) merkittävimmäksi kuljetusten sujuvuuteen vaikuttavaksi tekijäksi.

Alueellisesti Pohjois-Suomessa korostuivat talvihoitoon liittyvät ongelmat, Itä-Suomessa terminaalien ja kuormauspaikkojen mitoitus puskurivarastointiin, Länsi-Suomessa varastoalueiden ja metsäliittymien kunto ja mitoitus sekä teiden kantavuus ja Etelä-Suomessa kohtaamis- ja kääntymispaikkojen kunto ja mitoitus, tieverkon mäkisyys ja mutkaisuus sekä siltojen, tunnelien ja rumpujen kunto.

Tiehallinto 2009. Ilmastonmuutoksen vaikutus tiestön hoitoon ja ylläpitoon. Tiehallinnon selvityksiä 8/2009. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201122-v-ilmastonmuutoksen_vaiutus_kunnossapitoon.pdf

Case Mikkelin ammattikorkeakoulu: Miten puunhankinnan olosuhteiden muuttuminen vaikuttaa opetussuunnitelman uudistamiseen?

Timo Antero Leinonen, Kati Kontinen

*Mikkelin ammattikorkeakoulu, Metsätalouden laitos, Metsäopistontie 100, 76100 Pieksämäki
timo.leinonen@mamk.fi; kati.kontinen@mamk.fi*

Mikkelin ammattikorkeakoulun metsätalouden koulutusohjelmassa otettiin käyttöön uusi opetussuunnitelma syyslukukaudella 2012. Opetussuunnitelman uudistamisen ajankohdan ja rakenteen ratkaisi hallinnollinen päätös, mutta toimintaympäristön muutos vaati sisällön uudistamista. Rakenteellinen ja sisällöllinen uudistaminen päätettiin tehdä samalla kertaa.

Taustaa ja suuntausta opetussuunnitelman sisällölliselle uudistamiselle saatiin mti(ylempi amk) Maria Marquezin opinnäytetyöstä ja syksyllä 2011 järjestystä työelämäseminaarista, jossa keskusteltiin laajasti työelämän asettamista vaatimuksista valmistuville metsätalousinsinööreille. Myös nykyiset opiskelijat tekivät ryhmätöinä opetussuunnitelma ehdotuksia. Lopullinen opetussuunnitelma on opettajakunnan yhdessä laatima kompromissi, joka toteuttaa rakenteelliset ja sisällölliset vaatimukset annettujen resurssien rajoissa. Puunhankinta esiintyy opintokokonaisuuden nimellä sekä aiemmissa että uusimmassa opetussuunnitelmassa. Jos määrittelemme puunhankinnan työtehtäväksi tai toiminnoksi, sisältyy puunhankinnassa tarpeellisia tietoja ja taitoja kaikkiin opintokokonaisuuksiin.

Tarkastelimme puunhankinnan olosuhteiden muuttumista kolmen osa-alueen kautta, jossa jaoimme muutokset luonnon muutoksiin, politiikan muutoksiin ja teknologisiin muutoksiin. Poliitiikan muutokset jaoimme kotimaisiin, Euroopan Unionin ja globaaleihin muutoksiin.

Luonnon muutokset jaoimme metsätalouden itse aiheutettuihin ja metsätaloudesta riippumattomiin muutoksiin ja teknologiset muutokset jaoimme metsäalan sisäisiin muutoksiin ja koko yhteiskunnan muutoksiin.

Muutoksella on suunta, nopeus ja ennustettavuus. Ennustettavuus riippuu ilmiön luonteesta. Luonnonilmiöt ovat kohtuullisen tarkasti ennustettavia, muutoksen suunta nopeus ovat pysyviä tai vaihtuvat hitaasti. Esimerkiksi tulevat hakkuumahdollisuudet voidaan ennustaa tarkasti. Poliittisissa muutoksissa voidaan tietoisesti pyrkiä vaikuttamaan ennustamista. Esimerkiksi EKP:n ohjauskoron muutokset pyritään valmistelemaan ilman julkisuutta. Teknologinen muutos muodostuu innovaatiosta ja sen käyttöön ottamisesta. Puunhankinnan opetuksen näkökulmasta teknologian muutos on sillä tavoin erilainen, että olemme osa muutosta. Kehittämisen- ja koulutushankkeiden kautta osallistumme aktiivisesti muutokseen. Turvamaiden sulanmaan aikainen puunkorjuu on esimerkki kehittämis- ja koulutustoiminnasta, jossa vaikutetaan toimintaympäristön muutokseen.

Lopputuloksena meillä on ajan haasteisiin vastaava opetussuunnitelma, jota noudattaen seuraavien vuosien opiskelijat käyvät läpi metsätalousinsinöörikoulutuksen. Valmistuvat opiskelijat ovat aikaisempaa kykenevämpiä vastamaan työelämän haasteisiin tiedoillaan ja taidoillaan.

Puunhankinnan integroitu suunnittelu tulevaisuuden hankinta-olosuhteissa: metsäenergian hankinnan optimointimalli

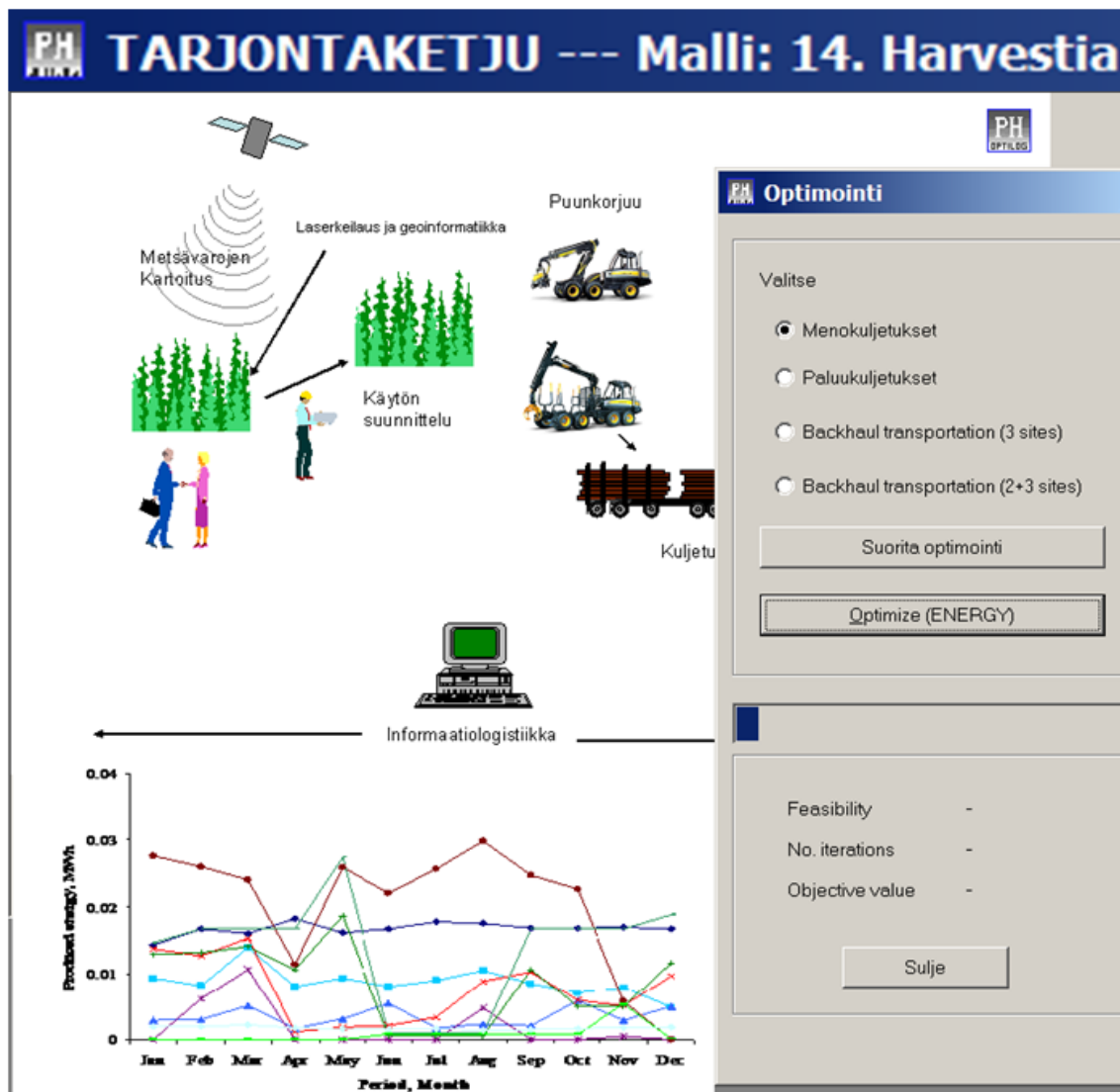
Teijo Palander^{1}, Ari Hietanen², Jukka Malinen¹*

*¹ Itä-Suomen yliopisto, Joensuu; ² Stora-Enso, Fluting Mill, Heinola
teijo.s.palander@uef.fi*

Ilmaston muutosta hillitsevät poliittiset toimenpiteet lisäävät energiapuun hankintaa suhteessa metsäteollisuuden perinteiseen puunhankintaan. Yleisessä keskustelussa on esitetty, että energiapuun hankinta voidaan tulevaisuudessa kaksin- tai kolminkertaistaa Hangosta Rovaniemelle. Usein myös molemmat puun käyttömuodot integroidaan kansallisilla puunhankinnan suunnittelumenetelmillä riippumatta tuotantolaitosten omistussuhteista tai puun hankintamahdollisuuksista. Tässä esitelmässä tarkastellaan erästä vaihtoehtoista suunnittelumenetelmää, jolla kestävän energiantuotannon puunhankintaongelmat optimoidaan kustannustehokkaasti ja huomioidaan sekä teollisuuden puun käyttö että hankintaolosuhteet.

Perinteinen CHP laitos käyttää energiantuotannossa fossiilisten polttoaineiden lisäksi runsaasti turvetta. Turve on tärkeä polttoaine, mutta se on todettu ympäristölle vahingolliseksi, koska se lisää CO₂ päästöjä. Siksi tässä työssä selvitettiin hallituksen asettaman turpeen käyttöveron vaikutusta metsästä saatavan uusiutuvan energiapuun hankintaan. Selvitys tehtiin edellä mainitulla suunnittelumenetelmällä, jossa käytetään hyväksi todennettuja optimointimalleja ja menetelmiä. Niiden avulla suunnitteluongelmaan löytyy kustannustehokas ja harhaton matemaattinen ratkaisu. Kustannustehokkuuden lisäksi menetelmässä käytetään myös muita suunnittelijalle tärkeitä päätöksenteon kriteerejä. Esimerkissämme polttoaineiden hankinnasta vastaava suunnittelija halusi optimointiin mukaan myös tuotantolaitoksen sähkön käytön ja energian (lämpö, sähkö) tuotantotavoitteet. Tällä tavalla kannolta asiakkaalle mallinnetut energiavirrat kuvattiin tarkemmin ja realistisemmin ottaen huomioon energiavirtojen monimutkaiset vaikutussuhteet.

Hankintasuunnitelman optimoinnit tehtiin todellisilla aineistoilla. Menetelmän avulla ratkaistiin polttoaineiden vastaanotto- ja toimitusmäärät. Hankinta-alueen kunnissa hankintamäärät vähenivät ja lisääntyivät vuoden 2010 tasosta. Suurin lisäys oli n. 400 %, mutta neljässä kunnassa hankintamäärät vähenivät. Suurin väheneminen oli 75 %. Turveveron muutos (+1,9 € MWh⁻¹) ja metsäteknologisen toimintatason muutos (+500 %) eivät vaikuttaneet merkittävästi alueen keskimääräiseen kokonaishankintamäärään, (+60 %). Tulokset paljastavat energiapuun hankinnan teknisen ja paikallisen lisäyspotentiaalin vuoden pituiselle puunhankintakaudelle. Suunnittelukauden pidentäminen käy käden käänteessä. Tulokset myös paljastavat kuinka energiapuun hankinnan lisäys allokoitaa ensin kustannustehokkaihin kuntiin. Tulosten perusteella turveveron kustannuksia lisäävä vaikutus pitää kompensoida ensin niissä kunnissa, joissa jo toimitaan ja jotka ovat lähellä tuotantolaitosta. Veron noustessa (+3,9 € MWh⁻¹) on tarpeen tehdä uusi hankinnan optimointi. Tämän esimerkin lisäksi suunnittelumenetelmällä on mahdollista analysoida muitakin ilmaston muutoksen vaikutuksia puunhankintaan ja samanaikaisesti optimoida perinteistä metsäteollisuuden tuotantoa ja puunhankintaa.



Palander, T. 2011. Modelling renewable supply chain for electricity generation with forest, fossil, and wood waste fuels. *Energy* 36, 5984-5993.

Palander, T., Hietanen, A. 2012. Potential planning method for supplying energy plant with renewable fuel. The 7th SDEWES Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 1. - 6. July 2012 in Ohrid, Republic of Macedonia.

POSTERIT

Uusi sähköinen Silva Fennica
Eeva Korpilahti, Pekka Nygren

Dynamics of mixed-species forests in changing climate
Raisa Mäkipää, Vladimir Shanin, Yulia Khoraskina, Sergey Bykhovets, Tapio Linkosalo, Alexander Komarov

Effects of soil frost on the growth and longevity of fine roots in Norway spruce
Tapani Repo, Seija Sirkiä, Jaakko Heinonen, Aurore Lavign , Marja Roitto, Eija Koljonen, Sirkka Sutinen, Leena Fin r

Microbial communities of methane cycle in boreal peatlands under a warming climate
Krista Peltoniemi, Heli Juottonen, Raija Laiho, Mikko Peltoniemi, Timo Penttilä, Henri Siljanen, Levente Bodrossy, Tero Tuomivirta, Hannu Fritze

The effects of intensive forest biomass removal on stream biotic communities
Musa Mlambo, Timo Muotka, Riku Paavola

Rauduskoivujen tulvatalvi
Marja Roitto, Aifang Wang, Jukka Alm, Sirkka Sutinen, Tarja Lehto, Sirpa Piirainen, Jussi Kukkonen, Tapani Repo

Effects of snow removal and summer drought on bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)
Marjaana Tahkokorpi, Erja Taulavuori, Kari Laine, Kari Taulavuori

Rahar  seikk  – pakurikäävän viljelymenetelm t
Henri Vanhanen, Rainer Peltola, Ari Pappinen, Anssi Ahtikoski

Consequences of the Increased Production of Wood Based Bioenergy on the Carbon Balance - Projections for Finland
A.M.I. Kallio, O. Salminen, R. Sievänen

Valuation of environmental trade-offs of alternative renewable energy sources
A-K. Kosenius, M. Ollikainen

Price of CO₂ emissions and use of wood in Europe
P. Lauri, A.M.I. Kallio, U. A. Schneider

Mit  metsilt  halutaan? Vertailussa kansalaisten ja kansanedustajien metsiä koskevat tavoitteet
A. Valkeap  , I. Juntumaa

Carbon balance of forest land in Finland under the effect of different levels of wood use and climate change
Risto Sievänen, Olli Salminen, Aleksi Lehtonen, Jari Liski, Kimmo Ruosteenoja, Mikko Tuomi

An assessment of ground reference methods for estimating LAI of boreal forests
Titta Majasalmi, Miina Rautianen, Pauline Stenberg, Petr Lukes

Model-assisted estimation of growing stock in a two-phase sampling survey utilizing ALS sample and wall-to-wall satellite optical data.
Svetlana Saarela, Göran Ståhl, Annika Kangas, Markus Holopainen, Sakari Tuominen, Juha Hyyppä

Uusi sähköinen Silva Fennica

Eeva Korpilahti¹, Pekka Nygren²

¹Metsäntutkimuslaitos, PL 18, 01301 Vantaa; ²Suomen Metsätieteellinen Seura ry, PL 18, 01301 Vantaa
eeva.korpilahti@metla.fi; pekka.nygren@metla.fi

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisutoiminta alkoi 1913 julkaisusarjalla Acta Forestalia Fennica, jonka ensimmäisessä niteessä esiteltiin A.K. Cajanderin metsätyyppiteoria saksaksi. Alkuaikoina seuran julkaisukieliä olivat yleisimmin suomi ja saksa, mutta suomalaista metsäntutkimusta julkaistiin myös englanniksi ja ranskaksi. Seuran 99-vuotinen julkaisutoiminta on nyt kokonaisuudessaan luettavissa sähköisessä muodossa. Seuran julkaisusarjat Acta Forestalia Fennica ja Silva Fennica sekä lukuisat erillisjulkaisut löytyvät Helsingin yliopiston sähköisestä arkistosta, Heldasta. Julkaisujen sisällysluettelot ja suorat linkit jokaiseen artikkeliin ladataan metsätieteellisen seuran verkkosivulle (www.metsatieteellinenseura.fi) vuoden 2012 loppuun mennessä.

Silva Fennican julkaiseminen alkoi 1926, jolloin sarja perustettiin ”lyhyiden” tutkimusraporttien julkaisemista varten. Tuohon aikaan tutkimusraportit olivat yleensä kymmeniä sivuja pitkiä ja lyhyt raportti tarkoitti suurinpiirtein nykyisin vallitsevaa tutkimusartikkelikäytäntöä. Silva Fennicaa julkaistiin aluksi satunnaisesti sen mukaan miten artikkeleita tarjottiin. Vuonna 1967 se muutettiin säännöllisin väliajoin ilmestyväksi tieteelliseksi sarjaksi: 121. Silva Fennica oli samalla uuden sarjan volyymin 1 numero 1. Vuonna 1994 aloitettiin tiivis julkaisuyhteistyö Metsäntutkimuslaitoksen kanssa. Silva Fennica muutettiin kokonaan englanninkieliseksi metsätieteelliseksi sarjaksi ja sitä alettiin systemaattisesti kansainvälistää metsätieteellisen seuran ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteisjulkaisuna. Samalla aloitettiin painetun sarjan lisäksi tiivistelmien ja vuodesta 1998 alkaen koko artikkelien sähköinen open access –julkaiseminen ensimmäisten kansainvälisten sarjojen joukossa. Acta Forestalia Fennica, johon Metlan julkaisema Communicationes Instituti Forestalis Fenniae –sarja oli yhdistetty jo vuonna 1988, liitettiin Silva Fennicaan vuonna 2000 monografiatyypisten artikkelien vähetessä.

Silva Fennica on nyt vakiinnuttanut asemansa yhtenä maailman johtavista metsätieteen sarjoista. Vuonna 2011 Silva Fennicassa julkaistiin 64 artikkelia, joista 36 oli kokonaan ulkomaisten tutkijoiden kirjoittamia. Käsikirjoituksia tarjottiin kaikilta mantereilta ja hylkäysprosentti oli 65 %. Silva Fennican tärkein jakelukanava on ollut kaikille avoin verkkosivusto. Siltä ladattiin vuonna 2011 Silva Fennican pdf-muotoisia artikkeleita yhteensä 110 258 kertaa.

Metsätieteellisen seuran julkaisutoiminnan 100. vuosi 2013 tuo jälleen merkittävän muutoksen Silva Fennicaan, kun se siirtyy pelkästään sähköiseksi julkaisuksi, mutta se säilyy edelleen vapaasti luettavana. Kaikki artikkelit julkaistaan sekä html- että pdf-muodossa. Helposti tulostettava pdf-muoto vastaa nykyistä painettua artikkelia. Verkkojulkaisemiseen kehitetty html taas tarjoaa mahdollisuuden lisätä Silva Fennican artikkeleihin uusia lukijoita palvelevia ominaisuuksia, mm. mahdollisuuden tarkastella tutkimusalueen karttaa, suoran linkin samasta aiheesta julkaistuihin artikkeleihin Google Scholar –palvelun kautta sekä artikkelin sisäisiä lukemista helpottavia linkityksiä. Samalla Silva Fennica alkaa tarjota mahdollisuuden liittää artikkeliin sähköistä lisämateriaalia, esimerkiksi videon alkiokehityksestä tai metsätyötutkimuksesta tai vaikkapa Excel-taulukon, jolla lukija voi tehdä omia tarkastelujaan alkuperäisestä aineistosta. Samalla käsikirjoitusten vastaanotto, tarkastus ja palaute aletaan hoitaa Open Journal System (OJS) –järjestelmän kautta (<http://pkp.sfu.ca/?q=ojs>).

Silva Fennica siirtyy pelkästään sähköiseen julkaisemiseen voidakseen palvella lukijoitaan paremmin metsätieteellisen seuran julkaisutoiminnan uudella vuosisadalla. Käsikirjoitusten tieteellinen laatu ja merkitys pysyvät edelleen ainoina julkaisupäätöksen kriteereinä.

Dynamics of mixed-species forests in changing climate

Raisa Mäkipää¹, Vladimir Shanin², Yulia Khoraskina², Sergey Bykhovets², Tapio Linkosalo¹, Alexander Komarov²

¹Finnish Forest Research Institute, PO Box 18, 01301 Vantaa, Finland; ²Russian Academy of Sciences, Pushchino Institutskaya 2, Russia 142290
raisa.makipaa@metla.fi

Adaptation of forest management to changing climate may lead to remarkable changes in tree species composition. Deciduous species are predicted to be favoured in a warmer climate, but the competitive capacity of different tree species requires detailed analysis. The main objectives were to assess how varied initial proportions of tree species affected productivity in mixed stands, and to evaluate the biomass production and carbon sequestration potential of stands and soil in mixed stands in a changing climate.

We used the individual-based simulation model EFIMOD combined with the ROMUL model of soil organic matter dynamics to simulate spatially explicit competition between trees for light and nutrients. We focused our simulations on the most common type of site (Myrtillus type) in southern Finland. The average carbon and nitrogen pools in the forest floor and mineral soil were used as initial soil data. The current climate scenario was based on measured data (1961-2007) from the Finnish Meteorological Institute. Climate change scenarios were based on runs of the ECHAM5 general circulation model. We simulated the forest stand dynamics of two- and three species mixtures (Silver birch, Scots pine and Norway spruce) with different initial proportions.

In mixed spruce-birch stands, spruce replaced birch whatever the initial density, regardless of climatic scenario. In the beginning of the development of mixed spruce-pine stands, pine grew faster and increased its proportion of biomass by 10-20%. In pine-birch stands, the dominant species maintained its dominating position, but the proportion of pine generally declined by the end of simulation in birch-dominated stands. In mixed stands of three tree species, spruce tended to dominate by the end of a 100 year simulation period, independently of the initial proportions. The highest average carbon stock in standing biomass was observed in mixed stands with three species and in spruce-dominated stands. Climate change increased stand productivity and the increase in coniferous stands was more remarkable than in birch-dominated stands. In addition, soil was affected by species composition: increased proportions of pine resulted in increasing carbon stocks in the forest floor. Climate change negatively affected accumulation of organic matter in soil, especially in the spruce-dominated stands.

Effects of soil frost on the growth and longevity of fine roots in Norway spruce

Tapani Repo¹, Seija Sirkiä¹, Jaakko Heinonen¹, Aurore Lavigné², Marja Roitto¹, Eija Koljonen¹, Sirkka Sutinen¹, Leena Finér¹

¹Finnish Forest Research Institute, Joensuu Unit, P.O. Box 68, FI-80101 Joensuu, Finland;

²AgroParisTech/INRA, UMR 518 AgroParisTech/INRA MIA, Paris, France

The occurrence of soil frost, common in the northern hemisphere, depends on the quality of the snow cover, which is predicted to change in the future. We studied in a snow manipulation experiment how soil freezing and its prolonged thawing affect the biomass, growth, and longevity of fine roots in 50-year-old Norway spruce (*Picea abies* L. Karst). The stand was in the boreal coniferous zone in Eastern Finland (62°36'N, 29°43'E, 84 m a.s.l.). The following treatments, with three replicates (plot size 12 x 12 m) for each, were carried out in winters 2005/06 and 2006/07: Natural accumulation and melting of snow (CTRL), snow removal during winter (OPEN) and as in OPEN, but the soil surface was insulated in late winter to delay soil thawing (FROST). On each plot, the air and soil temperature and the soil moisture were monitored. In autumn 2005, 27 minirhizotron tubes (3 tubes/plot) were installed at an angle of ca. 30°. Imaging (Bartz BTC-100X) and image analysis by RootView were carried out at one-month intervals in the four growing seasons between 2006 and 2009. The standing length and production volume of live short and long roots (estimated on the basis of the total imaging area) and their mean longevity were calculated at different soil depths. On interval-censored data, the survival function was estimated by means of nonparametric maximum likelihood estimation (NPMLE).

In 2007, the standing length of short and long roots was less in FROST than in CTRL and OPEN, but in 2008 and 2009 it was more. In 2007, the production of short and long roots (judged by elongation) was delayed, and in 2008 and 2009 it was higher in FROST than in CTRL and OPEN. The survival function of short and long roots in OPEN differed from that in CTRL and FROST. The lifetime of the roots was longer for the long ones than the short ones and longer in OPEN than in CTRL and FROST. Root longevity increased with soil depth.

We conclude: i) The standing length and production volume of roots were negatively affected by delayed soil thawing, but the roots were able to recover from these negative effects. ii) Deep soil frost with a thin snow cover increased root longevity. iii) Single winters with a thin snow cover may not be harmful for Norway spruce.

Microbial communities of methane cycle in boreal peatlands under a warming climate

Krista Peltoniemi^{1,*}, Heli Juottonen², Raija Laiho³, Mikko Peltoniemi¹, Timo Penttilä¹, Henri Siljanen⁴, Levente Bodrossy⁵, Tero Tuomivirta¹, Hannu Fritze¹

¹Finnish Forest Research Institute (Metla), Vantaa, Finland; ²Department of Biological Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland; ³Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finland; ⁴Department of Environmental Science, University of Eastern Finland, Kuopio, Finland; ⁵CSIRO Marine and Atmospheric Research, Hobart, Tasmania, Australia
krista.peltoniemi@metla.fi

Peatlands are important in the global cycling of carbon as they are net sinks of atmospheric carbon dioxide and sources of atmospheric methane. The latter is mainly controlled by the activity of anaerobic methanogenic archaea and aerobic methane oxidizing bacteria. High water levels with waterlogged conditions in surface soils are the principal controlling factors in preserving the typical carbon exchange processes in peatlands. In the long term, climatic warming has been predicted to cause a moderate water-level drawdown in northern peatlands. Methane fluxes react to temperature changes but the response of the communities is unknown.

Two fen sites located in southern and northern Finland were established 2008 to test the impacts of warming and water-level drawdown on methanogens and methanotrophs. The sites include a natural plot, and a plot slightly drained by shallow ditching simulating the water-level drawdown. We aim at water-level drawdown of 10-15 cm, to mimic the drying predicted for northern fens. The warming of the surface air and soil is conducted by using small open-top chambers, used to mimic climatic warming impacts. Analyses were made from peath monoliths divided into subsamples with intervals of 10 cm. Potential CH₄ production and oxidation was measured by gas chromatography. Quantitative PCR was conducted with functional gene primers targeting methanotrophic type II *pmoA* and methanogenic *mcrA*. We used *mcrA* and *pmoA* gene transcripts from each monolith with highest gas potentials as a template in PCR and investigated active communities with microarray or T-RFLP method.

According to linear mixed-effects model water-level drawdown affected potential CH₄ oxidation only in the northern fen and potential CH₄ production in both fens. Both *pmoA* and *mcrA* gene copy numbers correlated with the methanotrophic and methanogenic activity measurements only in the southern fen. Only the most active methanotrophs in the northern fen responded to water-level drawdown. Type II methanotrophs were the dominant groups in both fen sites, but redundancy analysis (RDA) showed that there was a difference in the active methanotroph populations between them: type Ia and Ib methanotrophs were more typical of the northern fen. RDA made from T-RFLP data showed a difference in methanogen communities between fens: many peaks with unknown origin were detected only from the northern fen.

Either function or structure of the most active methanotrophs or methanogens seem not to be prone to direct warming of the peat, or the warming effect mimiced by OTC is not enough to show the response. However, the effect might become visible in the long term, since water-level drawdown affected methanogen activity in both fens as well as methanotroph activity and community in the northern fen. The results revealed that we need to quantify also type I *pmoA* from the northern fen, since we did not find the correlation between type II *pmoA* gene copy number and the activity measurements. Southern and northern fens possess different active microbial communities of CH₄ cycle: type II *Methylocystis* and *Methylosinus* are more typical of the southern fen and type Ia *Methylomonas* and type Ib of the northern fen, and also T-RFLP revealed the presence of several peaks with unknown methanogen origin that were typical only of the northern fen. Next step is to build the clone library to link T-RFLP peaks to the existing methanogens.

The effects of intensive forest biomass removal on stream biotic communities

Musa Mlambo^{1*}, Timo Muotka¹ and Riku Paavola²

¹Department of Biology, University of Oulu, P.O. Box 3000, FIN-90014 Oulu, Finland; ²Oulanka Research Station, Thule Institute, University of Oulu, Liikasenvaarentie 134, 93999 Kuusamo, Finland
musawenkosi.mlambo@oulu.fi

The increasing need for bio-energy to reduce fossil fuel reliance has instigated a new type of forest harvest method: logging residue removal (LRR). In LRR more than two-thirds of all non-commercial biomass (i.e. branches, tree tops and stumps) that normally would be left on-site is collected for use as fuel. The method has a potential to achieve a dual purpose of both providing alternative energy source and mitigating the climate change effects. Already plans are afoot to upscale this method by four-fold within the next decade. However, this method of removing large quantities of forest biomass is not without environmental concerns, chief among them being organic matter and nutrients removal, and increases mechanical disturbance of the soil with serious implications for run-off and sedimentation. Our study assessed the effects of LRR on stream biotic communities. To this end, we studied the community composition of four aquatic taxonomic groups; macroinvertebrates, riparian vascular plants, bryophytes and diatoms. The results were taxa-specific, but overall, LRR was not significantly different to conventional logging. But there is a need to conduct more studies at large spatial scale (i.e. landscape level) compared to our small-scale study, and also to set up long-term monitoring sites.

Rauduskoivujen tulvatalvi

Marja Roitto¹, Aifang Wang², Jukka Alm¹, Sirkka Sutinen¹, Tarja Lehto², Sirpa Piirainen¹, Jussi Kukkonen^{3,4}, Tapani Repo¹

¹Metsäntutkimuslaitos, Joensuu; ²Metsätieteiden osasto, Itä-Suomen yliopisto, Joensuu; ³Biologian laitos, Itä-Suomen yliopisto; ⁴Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä
marja.roitto@metla.fi

Ilmastoennusteiden mukaan pohjoisten havumetsien talviaikainen keskilämpötila kohoaa ja sadanta lisääntyy. Talviset vesisateet voivat lisätä tulvien todennäköisyyttä. Tulva, korkealle noussut pohjavesi tai maan pintaan syntyvä jääkerros heikentävät maan happitilannetta. Hapen puute voi vahingoittaa juurten elintoimintoja, vähentää kasvua ja jopa tappaa puun. Tutkimuksessamme selvitimme roudan ja tulvan vaikutuksia rauduskoivun kasvuun ja fysiologiaan tulvaa seuranneen kasvukauden ajan. Lisäksi tutkimme, miten routa ja tulva vaikuttavat kasvihuonekaasujen muodostumiseen maassa ja lisäävätkö käsittelyt myös vesiliukoisten orgaanisten yhdisteiden vapautumista esim. juurten vahingoittumisen kautta.

Tutkimus toteutettiin kasvatuskammiokokeena Joensuussa Metlassa ja Itä-Suomen yliopistossa. Koejäsenet olivat 2-vuotiaita rauduskoivun kloonitaimia, jotka olivat kokeen alkaessa noin 90 cm pitkiä. Kasvualustana käytettiin koivikosta tuotua, seulottua mineraalimaata (HHk), jonka pinnalla asetettiin noin 5 cm:n paksuinen häiriintymätön humuskerros. Taimien kuusi viikkoa kestänyt tulvitus tapahtui lepokauden aikana (Taulukko 1). Käsittelyt olivat: 1) routa + tulva, 2) routa+ei-tulva, 3) sula+tulva ja 4) sula+ei-tulva.

Taulukko 1. Juuristokammioiden (dasotronien) olosuhteet routa- ja tulvakokeessa. Kammio-olojen muutos talveen tapahtui kolmen viikon aikana, jonka jälkeen alkoi tulvitus. Kasvuruukku (0,46 m³) täytettiin järvivedellä. Kasvualusta jäädytettiin veden lisäyksen jälkeen (-2°C) tai jätettiin sulaksi (+2°C). Kuuden viikon tulvan jälkeen tulvavesi poistettiin ruukkujen pohjahanojen kautta.

	Kasvukausi I		Talvi	Kasvukausi II	
Kesto (viikkoa)	9	3	3+6+3	9	3
Valovuon tiheys (μmol m ⁻² s ⁻¹)	350	200	200	350	200
Valojakso (h)	18/6	18/6	6/18	18/6	6/18
Ilman lämpötila (päivä/ yö °C)	20/15	20/15	4/2	20/15	20/15
Maan lämpötila (°C)	15	15		15	15
– routa			-2		
– tulva			+2		

Routakäsittelyn jälkeen koivut puhkesivat lehteen useita päiviä aiemmin kuin sulassa maassa talvehtineet puut. Routa saattoi vaikuttaa silmujen kylmäyksiköiden kertymiseen, mikä selittäisi aikaisemman silmunpuhkeamisen ja kasvuunlähdon. Sulassa maassa talvehtineet puut ovat voineet myös käyttää hiilivarastojaan jo talven aikana. Koivut selvisivät tulva- ja routakäsittelyistä hyvin, eikä haitallisia vaikutuksia taimien hienojuurten tai versojen biomassaansa havaittu enää seuraavan kasvukauden lopussa.

Routakäsittelyn aikana typpioksiduulin (N₂O) muodostus maan huokostilassa voimistui välittömästi humuskerroksen alapuolella. Talven aikainen tulva puolestaan kohotti huokostilan N₂O-pitoisuutta seuraavan kasvukauden aikana. Routa+tulva –käsittelyssä maaperät olivat aktiivisia N₂O tuottajia sekä talven että kasvukauden aikana. Tulvivassa maassa happipitoisuus oli alhainen, millä näytti olevan vaikutusta eloperäisen aineksen hajotusketjun toimintaan. Routa- tai tulvakäsittelylle altistuneiden kasvatusruukkujen maavedessä havaittiin eräiden liukoisten hiiliyhdistettyyppien kontrollikäsittelystä poikkeavia pitoisuusmuutoksia. Tarkemmat tutkimukset selvittänevät näiden muutosten biokemiallista luonnetta.

Effects of snow removal and summer drought on bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.)

Marjaana Tahkokorpi¹, Erja Taulavuori¹, Kari Laine², Kari Taulavuori¹

¹Department of Biology, University of Oulu; ²Thule Institute, University of Oulu
marjaana.tahkokorpi@oulu.fi

Climate change is predicted to reduce the wintertime snow layer and to increase occurrence of dry summers in northern Finland. Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) is one of the most characteristic winter-deciduous dwarf shrubs in the field layer of northern boreal forests. Bilberry is adapted to winter under snow cover that protects from frost and other stresses such as irradiance. In addition, bilberry is susceptible to summer drought due to its shallow root system. Therefore, we simulated two separate drought stress experiments to study (1) the effect of snow removal on previous and current year stems and (2) to study the effect of summer drought on juvenile and mature leaves. Bilberry plants wintered either without a protective snow cover or below snow. In summer, the drought-stressed plants were allowed to dry out, while the well-watered plants served as controls. We measured bud burst and growth of leaves in spring, annual stem growth in autumn and several other variables in the previous and current year stems. In summertime drought stress experiment, tissue water content and anthocyanin concentrations were measured from the juvenile and mature leaves.

Bud burst was delayed and shoots were severely damaged in the plants that wintered without a protective snow. In autumn, growth of current year stems was reduced in the plants that wintered without snow compared to the plants that wintered below snow. Summertime drought stress decreased tissue water content and increased anthocyanin concentrations especially in the drought-stressed mature leaves. The result of this work indicates that snowless winter delays growth of bilberry in spring and reduces stem growth even in autumn. Dry summer induces severe drought stress especially in the mature leaves during late summer.

Tahkokorpi M (2010) Anthocyanins under drought and drought-related stresses in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). Acta Universitatis Ouluensis. PhD thesis.

Raha rääseikkö – pakurikäävän viljelymenetelmät

Henri Vanhanen¹, Rainer Peltola², Ari Pappinen³, Anssi Ahtikoski⁴

¹Maa- ja elintarviketutkimuslaitos MTT, Sotkamon tutkimusasema, Kipinäntie 16, 88600 Sotkamo; ²Maa- ja elintarviketutkimuslaitos MTT, Rovaniemen tutkimusyksikkö, Eteläranta 55, 96300 Rovaniemi; ³Itä-Suomen yliopisto, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tdk, Metsätieteiden osasto, Yliopistokatu 7, 80101 Joensuu;

⁴Metsäntutkimuslaitos METLA, PL 413, 90014 Oulun yliopisto

henri.vanhanen@mtt.fi

Suomi on ottanut kansallisissa luonnonvarastrategioissa tavoitteen lisätä luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja tuoda uusia suomalaisiin luonnonvaroihin pohjautuvia innovaatioita aina biopolttoaineista uusiin kasveihin ja niiden käyttömuotoihin. Luonnontuotealalla on suuri merkitys metsien monikäytössä. Ala on kasvussa ja uusia metsien uusiutuvia ja tuotteistettavia luonnonvaroja etsitään aktiivisesti. Luonnontuotteista merkittävimpiä ovat metsien tuottamat funktionaaliset elintarvikkeet sekä hoito- ja hyvinvointituotteet joiden markkinahinta on korkea. Tämän tutkimushankkeen tarkoituksena on kehittää pakurikäävän viljelymenetelmiä sen suunnitelmallista ja laajamittaista tuotantoa varten. Pakurikääpä on yleisenä kasvava lahottajasieni, jonka terveysvaikutukset on todettu tieteellisesti jo 50-luvulla. Pakurilla on suuret markkinat Aasiassa, jonne pakuria tuotetaan pääasiallisesti Siperian luonnonesiintymistä. Jo yksittäinen pakurikasvain voi olla lähes sadan euron arvoinen ja kasvaimia voi olla yksittäisessä puussa kymmeniä. Pakurin tuottaminen voi tarjota merkittävän tulolisän metsänomistajille ja mahdollistaa metsätalouskäytön ulkopuolelle jäävien kitu- ja joutomaiden taloudellisen hyödyntämisen.

Asiasanat: pakurikääpä, *Inonotus obliquus*, agroforestry, funktionaalinen elintarvike

Consequences of the Increased Production of Wood Based Bioenergy on the Carbon Balance - Projections for Finland

A.Maarit.I. Kallio, Olli Salminen, Risto Sievänen
Metsäntutukimuskilasto, Vantaa
maarit.kallio@metla.fi

The growth of forests in Finland has accelerated during the last decades exceeding currently 100 million m³ per year. The average total drain has been 68 millions m³ annually in the last decade. This makes forests an important carbon sink. The forest land sequesters annually an amount corresponding to some 50–60% of the national total greenhouse gas emissions.

The forest industry production has shown a declining trend in Finland during the last years, but the use of wood for energy has been in increase, largely due to the policies aiming at substituting wood for fossil fuels both in large scale heat and power production and in smaller scale heating applications. For Finland to meet its EU RES targets for 2020, further increases in the use of wood for energy are necessary.

The EU and international policies favor the use of wood to substitute fossil fuels. Instead, the use of forests as carbon sink plays only a minor role in the Kyoto climate protocol. We examine the trade off between sequestering carbon to growing forests and substituting fossil fuels by wood biomass. More precisely, we consider two scenarios for Finland. The first one depicts the business as usual case where the use of wood for materials and energy develops with no policy intervention. In the second scenario, the use of wood in the production of various energy carriers is promoted by any means it takes (increased price of CO₂ emission allowances, CO₂ taxes, subsidies) to make the recent, rather ambitious policy goals materialize.

The regional demand and prices for woody biomass and the increase in the use of bioenergy by 2030 are projected by the Finnish forest sector model, SF-GTM, appended with the production of heat, power and biofuels. These data are fed into the Finnish large-scale forestry model MELA2009 to control the removals and to simulate the consequent development of forest resources and carbon. Climate is assumed to change as depicted by the scenario A1 of IPPC.

The result show that during the next three decades, which are of large importance to climate change mitigation, there will be more greenhouse gases (GHG) in the atmosphere in the case, where the use of energy wood increases to meet the EU RES compared to case where it stagnates to current level. The amount of GHG not tied to growing forests and forest land due to increased wood removals for bioenergy is not compensated by the amount avoided by replacing coal, peat and fossil diesel by wood fuel in the energy sector. However, in both cases, the Finnish forests continue to be a large carbon sink. The following reservation need to be taken into account. Firstly, storing carbon into forests is subject to risks such as forest fires, wind damages and diseases anticipated to become more and more frequent along the warming climate. Secondly, the albedo impacts of forests are not yet known well enough, but should be considered in order to assess the climate change mitigation potential of forests.

Valuation of environmental trade-offs of alternative renewable energy sources

Anna-Kaisa Kosenius¹, Markku Ollikainen²

¹Finnish Forest Research Institute, Vantaa; ²Dept of Economics and Management, University of Helsinki
anna-kaisa.kosenius@metla.fi

To decrease green house gas emissions and the use of diminishing fossil fuels, the EU aims to increase the use of renewable energy by 20% by the year 2020. Finland's burden is to increase the use of renewable energy from the 25% (in 2007) to 38% by 2020. Renewable energy sources differ in their environmental and economic impacts, and to design sound renewable energy policy, societies need to assess the trade-offs between alternative sources. To enable the evaluation and comparison of renewable energy production alternatives in Finland, this paper applies the choice experiment to elicit the monetary information on public preferences for renewable energy sources. Four energy technologies are considered: wind power, hydro power and energy from crops and wood, with four impacts of energy production: effects on biodiversity, local jobs, carbon emissions and household's electricity bill. The data consisting of 947 households were collected in 2008 prior the preparation of the Finnish national plan to promote energy from renewable energy sources.

The nested logit analysis reveals that higher income, female gender, and young age increase the probability to choose renewable energy source instead of the current energy mix. As table 1 shows, on average in Finland, wind power is the most popular renewable energy technology (household WTP 270 euros) followed by energy from wood (232 euros). That is, an average Finnish household is willing to accept an increase of 270 euros in their annual electricity bill if the additional share of renewable is produced solely by wind power. The residents in Eastern Finland, however, have relatively high preferences for energy from wood (298 euros) and crops (210 euros) compared to the Finns on average. Regarding environmental effects, citizens less willingly give up the current level of biodiversity than gain the higher level. As expected, citizens prefer an increase in local longterm jobs and a decrease in CO2 emissions.

Out of four energy sources studied, Finland's national plan includes wind power and energy from wood. For a specific combination of renewable energy technologies that corresponds to Finland's Climate and Energy Strategy and national plan for promoting energy from renewable sources, the household WTP is 249 euros and the aggregate WTP of the Finns is over 600 million euros annually. Our results show that Finland's Climate and Energy Strategy is in line with citizens' preferences. They highlight high public preferences for energy from wood and wind power and an important potential role that energy wood may have in Eastern Finland when combating the climate change.

Table 1. Mean WTP estimates (in euros) and aggregate WTPs (in million euros) for energy technologies, attributes and a scenario.

Energy source / Attribute / Scenario	Household WTPs (€)	Aggregated WTPs (M€)
Wood (Eastern Finland)	298	81
Wind (country)	270	685
Wood (country)	232	525
Crop (Eastern Finland)	210	57
Hydro (country)	198	502
Crop (country)	179	405
Biodiversity improvement	55	139
Biodiversity deterioration	-81	-205
One longterm job more	0,02	0,1
Decrease in CO2 (%)	1,7	4
Scenario: Climate and Energy Strategy	249	632

Bennett, J. and Blamey R. (2001) The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation. Edward Elgar, pp. 269.

Ministry of employment and energy (2010) Finland's national plan for promoting energy from renewable energy sources pursuant to Directive 2009/28/EC.

Price of CO₂ emissions and use of wood in Europe

Pekka Lauri¹, A.M.I. Kallio¹, Uwe. A. Schneider²

¹Finnish Forest Research Institute, Vantaa, Finland; ²University of Hamburg, Hamburg, Germany
maarit.kallio@metla.fi

We examined the effects of the price for fossil fuel CO₂ emissions on the use of wood in Europe. In particular, we assessed the economic potential to substitute wood for coal in large scale heat and power production. We also reviewed the impacts of increased energy wood usage on the forest industry and roundwood prices. The analysis was conducted with the European Forest and Agricultural Sector Optimization Model. We considered three scenarios, where carbon price remains at 20 €/tCO₂, increases to 50 €/tCO₂, or increases to 110 euro/tCO₂ by 2040.

It seems that a carbon price higher than 20 €/tCO₂ is required to increase wood based energy production. At prices below 50 €/tCO₂, energy wood consists mainly of forest chips, recycled wood, bark, and black liquor. At the carbon price of 50 €/tCO₂, the use of wood for energy begins to compete with the use of wood in the forest industry. At the price of 110 €/tCO₂, roughly one third of wood used in large scale heat and power production would also be suitable for material use. Even then, the contribution of wood based energy in reaching the EU RES target is modest, since the availability of wood limits its increased use in energy production.

Lauri, P., Kallio, A.M.I. & Schneider, U.A. 2012. Price of CO₂ emissions and use of wood in Europe. *Forest Policy and Economics* 15: 123-131.

Mitä metsiltä halutaan? Vertailussa kansalaisten ja kansanedustajien metsiä koskevat tavoitteet

Annukka Valkeapää, Inari Juntumaa
Sosiaalitieteiden laitos, Helsingin yliopisto
annukka.valkeapaa@helsinki.fi; inari.juntumaa@helsinki.fi

Metsiä koskevat tavoitteet voidaan luokitella kolmeen ryhmään: taloudelliset, suojelu ja virkistys tavoitteet. Tässä posterissa 1) vertaillaan kansalaisten ja kansanedustajien metsiin liittyviä tavoitteita ja 2) selvitetään miten nämä eri tavoitteet vaikuttavat metsäpolitiikan legitimiin kansalaisten näkökulmasta.

Kansalaisten metsiä koskevia tavoitteita tutkittiin vuonna 2008 kerätyn kyselyaineiston (n=1260) pohjalta ja Kansanedustajien (n=80) tavoitteet selvitettiin vuonna 2011 samaisella kysymyspatterilla. Vastaustyyllillä painotettujen tavoitteiden eroja tutkittiin kahden riippumattoman otoksen t-testillä, ja tavoitteiden vaikutusta legitimeettiin rakenneyhtälömallilla.

Kansalaiset ja kansanedustajat tavoitteet poikkesivat toisistaan kaikkien kolmen tavoiteryhmän osalta. Kansalaiset korostivat suojelu- ja virkistystavoitteita, kun taas kansanedustajille taloudelliset tavoitteet olivat tärkeimpänä. Kansalaisten legitimeettikäsityksen selittämisessä taloudellisten tavoitteiden korostus lisäsi legitimeettia sekä miehillä että naisilla. Naisilla suojelutavoitteet ja miehillä virkistystavoitteet vähensivät legitimeettia.

Tulosten mukaan vaikuttaa siltä, että kansalaisten metsiä koskevat toivomukset eivät välity äänestämisen kautta eduskuntaan. Koska metsäkysymykset eivät useinkaan nouse vaaliteemoiksi ja metsäpolitiikkaa tehdään käytännössä eturyhmäperustaisesti, tämä voi johtaa taloudellisten tavoitteiden korostumiseen kansalaisten toiveiden kustannuksella. Tämä on ymmärrettävää, sillä eturyhmäperustaisessa politiikan teossa taloudelliset ja tiedolliset resurssit mahdollistavat näkemysten välittämisen käytännön politiikkaan - ja toisaalta ei ole olemassa eturyhmää, joka varsinaisesti ajaisi ”kansalaisten asiaa”. Kyselytutkimukset voivatkin tuottaa arvokasta tietoa politiikan teon pohjaksi, jotta päästään lähemmäksi metsäpolitiikan tavoitetta, joka on muotoiltu seuraavasti: ”löytää sellainen metsien materiaalien ja muiden hyödykkeiden tuotannon taso, että hyöty yhteiskunnan kaikille jäsenille on mahdollisimman suuri” (Kuuluvainen & Valsta, 2009).

Kuuluvainen, J. & Valsta, L. (2009): *Metsäekonomian perusteet*. Gaudeamus.

Carbon balance of forest land in Finland as affected by different levels of wood use and climate change

Risto Sievänen¹, Olli Salminen¹, Aleksi Lehtonen¹, Jari Liski², Kimmo Ruosteenoja³, Mikko Tuomi²

¹Finnish Forest Research Institute; ²Finnish Environment Institute; ³Finnish Meteorological Institute
risto.sievanen@metla.fi

The Finnish forests are providing (on about 80 per cent of the total area) a considerable amount of wood for industrial use. In spite of active use of timber, growth has exceeded the drain during the last 30 years by more than 20 per cent. It is anticipated that due to the ongoing reshaping of forest industries the industrial use of wood will decline in the future. The use of wood for bioenergy is rapidly increasing and there are government plans to raise it to a considerable level in the future. Climate models project increasing temperature and precipitation in Scandinavia. Changing environment will increase forest growth but on the other hand also increase rate of decomposition of organic matter that may affect carbon balance of forest soils considerably.

To assess the effects of these factors to the carbon balance of Finnish forests, we combined the large-scale forestry model MELA with the soil carbon model Yasso07 for mineral soils. Peatland forests comprise ca 30 per cent of forest land, for the carbon balance of their soils we used a method based on emission factors in the same way it is done in the Finnish greenhouse gas inventory. MELA simulates the stock, growth, total drain and mortality under different scenarios of wood use; we use biomass functions and litter production coefficients to convert tree volumes to carbon and litter production from living trees. Cutting residues and natural mortality contribute to litter. The estimate of litter production is used as input to Yasso07 and peatland C balance calculation.

We present estimates of carbon balance of forest land for 30 years with varying levels of industrial and bioenergy wood use and assess the effect of climate change with IPCC SRES A1B scenario that has been localized to Finland. The projections of the industrial and bioenergy wood consumption that we apply in the simulations are likely development paths (high and low industrial and bioenergy wood use) that are presented in separate studies. We analyze how the total carbon balance and its components (biomass, mineral and organic soils) are affected by wood use and climate change.

An assessment of ground reference methods for estimating LAI of boreal forests

Titta Majasalmi¹, Miina Rautianen¹, Pauline Stenberg¹, Petr Lukes¹

¹Department of Forest Sciences, University of Helsinki, Finland

titta.majasalmi@helsinki.fi

Green leaf area is one of the key factors determining ecosystem net primary production (NPP) and energy exchange between land surfaces and atmosphere, and thus is an important variable in studies related to climate change. Leaf area index (LAI) is defined as one half of the total hemisurface area of the leaves (needles) per unit horizontal ground surface area. LAI can be measured either directly using destructive measurement techniques (destructive sampling) or indirectly using optical methods (e.g. fisheye photography, LAI-2000) that are based on the tight relationship between LAI and canopy light transmittance. LAI can be also estimated through allometric regression models. Until now there has been very little research to compare optical *in situ* LAI measurements, LAI obtained from allometric foliage mass models and LAI obtained from the inversion of canopy radiation models. The aim of this study is to 1) compare popular foliage biomass models for three boreal tree species, 2) test if a theoretical stem diameter distribution could be used to improve the performance of allometric models, 3) compare optical *in situ* LAI and allometric LAI, and 4) compare the optical and allometric LAI with LAI obtained from the inversion of a canopy radiation model.

Our study is based on 659 pine, spruce and birch stands in Puumala and Suonenjoki (Finland). Routine stand inventory and LAI-2000 PCA measurements were performed in all stands.

We used three allometric foliage mass models (Repola 2008, Repola 2009, Marklund 1988 and Johansson 1999) to calculate foliage biomasses for each stand. The foliage biomass estimates were then converted to LAI using specific leaf (or needle) area (SLA) values. The theoretical stem diameter distribution was also used together with foliage biomass models. Stand-wise measured optical LAI was corrected for shoot-level clumping (i.e., the grouping of needles into shoots). Finally, we inverted LAI using the canopy radiation model (Nilson 1999).

Allometric models produced significantly different foliage biomass estimates. The allometric models for birch foliage biomass produced diverse results, which highlights a need for caution when choosing an allometric model. We showed that the Weibull-distribution can be used together with a simple diameter-dependent foliage mass model (e.g. Marklund's model) to reach similar results that are obtained using models which require several forest variables as an input (e.g. Repola's foliage mass models). The optical LAI values, corrected to account for needles clumped into shoots, was determined the most suitable option to quickly correct optically measured LAI. The LAI inverted using the canopy radiation model behaved differently for different species; we observed an overestimation of LAI for birch and a slight underestimation for spruce. However, all methods performed relatively similarly in pine dominated stands. The results pointed out a need for caution when using foliage biomass or LAI estimates calculated using different models, especially if the estimates are to be used as an input for other models.

Johansson T. 1999. Biomass equations for determining fractions of pendula and pubescent birches growing on abandoned farmland and some practical implications. *Biomass Bioenergy* 16:223-238.

Marklund, L. G. 1988. Biomass functions for pine, spruce and birch in Sweden. Tech. Rep., Vol.45. Umeå,

Nilson, T. 1999. Inversion of gap frequency data in forest stands. *Agric For Meteorol* 98-99:437-448.

Repola, J. 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica* 43(4): 625-647.

Repola, J. 2008. Biomass equations for birch in Finland. *Silva Fennica* 42(4):605-624.

Model-assisted estimation of growing stock in a two-phase sampling survey utilizing ALS sample and wall-to-wall satellite optical data

Svetlana Saarela¹, Göran Ståhl², Annika Kangas¹, Markus Holopainen¹, Sakari Tuominen³, Juha Hyyppä⁴

¹Department of Forest Sciences, PO Box 27, FI-00014 University of Helsinki, FINLAND; ²Department of Forest Resource Management, Swedish University of Agricultural Sciences SLU, Skogsmarksgränd, SE-901 83 Umeå, SWEDEN; ³Finnish Forest Research Institute, PO Box 18, FI-01301 Vantaa, FINLAND; ⁴Finnish Geodetic Institute, PO Box 15, FI-02431 Masala, FINLAND

svetlana.saarela@helsinki.fi

Airborne Laser Scanning (ALS) and satellite optical data for use in large-area forest inventories are evaluated with the intent to both increase the estimation accuracy and decrease costs. The aim of the study is to efficiently utilize both wall-to-wall satellite optical data combined with a sample of laser scanning data using model assisted sampling scheme for a growing stock variable. Variables derived from a Landsat 7 ETM+ satellite image are spectral values of bands 1,2,3,4,7. Data set on Kuortane area (30 000 ha) in Western Finland is being used with a sampling unit defined as a square plot with size 16m X 16m. Two ALS strips 1 070 m width and 14 km of length are located in 4 km apart from each other, covering approximately 25% of entire study area. Sample plots measured using a modification of the 10th National Forest Inventory measurement system, are used as field data. In two-phase sampling, the regression estimator is given by

$$\hat{t}_{diff} = \sum_U y_{1k}^* + \sum_{S_a} \frac{\theta_{1k} - \theta_k}{\pi_{ak}} + \sum_S \frac{\theta_k}{\pi_k^*},$$

where $\pi_k^* = \pi_{ak} * \pi_k p_a$, $\theta_{1k} = y_k - y_{1k}^*$, $\theta_k = y_k - y_k^*$, and y_{1k}^* and y_k^* are proxy values for the element k from first and second phase respectively [1].

The approximate variance is given by

$$\hat{V}(\hat{t}_{diff}) = \sum_S \sum \frac{\Delta_{akl}}{\pi_{kl}^*} \delta_{ak} \delta_{al} + \sum_S \sum \frac{\Delta_{kl} p_a}{\pi_{kl} p_a} \check{\delta}_k \check{\delta}_l,$$

where $\pi_{kl}^* = \pi_{akl} * \pi_{kl} p_a$, $\check{\delta}_k = \sum_{l=1}^n \frac{\delta_{akl}}{\pi_{kl} p_a}$, $\delta_{ak} = \frac{\theta_{1k}}{\pi_{ak}}$ and $\check{\delta}_l$ respectively for l sample size.

Specific features of the design are handled through the specific first and second order inclusion probabilities of pixels that the design leads to. Our results show that such sampling design utilizing fusion of ALS and optical satellite data tends to increase model-assisted estimation accuracy based on ALS data, which allows the potential to decrease costs on ALS.

Sändral, C.-E., Swensson, B., & Wretman, J. *Model Assisted Survey Sampling*, Springer-Verlag New-York, Inc, 695 pp, April 1992.

"Metsän ääniä 1600-luvulta"

Reetta Varjonen-Ollus, nokkahuilu

Maija Lampela, viola da gamba

Matti Takala, arkkiluuttu

Ohjelma

Jacob van Eyck

Engels Nachtegaeltje

Marin Marais

Muzettes 1 & 2 kokoelmasta "Pièces à une et à trois violes, Quatrième livre"

Bartolomé de Selma y Salaverde

Soprano solo No. 3

Diego Ortiz

Recercada Qvinta

Recercada Segunda

Qvinta Pars

Anonymous

Greensleeves to a ground

Säveltäjät

Sokeana syntynyt aatelismies **Jacob van Eyck** (n. 1590 – 1657) oli yksi aikakautensa merkittävimmistä hollantilaisista säveltäjistä. Hänen instrumenttejaan olivat nokkahuilu, urut sekä Utrechtin tuomiokirkon kirkonkellot. van Eyckin kerrotaan soittaneen sooloja nokkahuilullaan kesäiltoina luonnon ja linnunlaulun keskellä Utrechtin Janskerkhof-puistossa. Tänäkin kuultava *Engels Nachtegaeltje* - Englantilainen satakieli - teos on pelkkiä nokkahuilusooloja sisältävästä laajasta kokoelmasta Der Fluyten Lust-hof - Huilun nautintojen puutarha.

Pariisilainen **Marin Marais** (1656 – 1728) oli viola da gamba-virtuoosi, hovimuusikko ja soittimensa merkittävin säveltäjä Ranskassa. Marais'n tiedetään opiskelleen kuusi kuukautta toisen gambavirtuoosin Monsieur de Sainte-Colomben johdolla; tästä suhteesta on tehty elokuva Kaikki elämäni aamut (1991), jossa soivat myös tänään kuultavat teokset. Musette oli 1600–1700-luvuilla Ranskassa yläluokan suosima säkkipilliä muistuttava soitin, mutta myös sävellysmuoto, jossa matkittiin musetten sointia.

Bartolomé de Selma y Salaverde (n. 1595? - jälkeen 1638) oli espanjalainen fagotisti ja säveltäjä, joka toimi hovimuusikkona eri puolilla Eurooppaa, mm. Itävallassa ja Puolassa. Hänen teoksistaan on säilynyt vain yksi käsikirjoitus, Venetsiassa vuonna 1638 julkaistu kokoelma "Canzoni fantasie e correnti da suonar a 1, 2, 3, 4 voci con Basso Continuo", josta on myös tänä päivänä kuultava teos sopraanoäänelle ja basso continuoille.

Diego Ortiz (n. 1510 – n. 1570) oli espanjalainen säveltäjä ja musiikkiteoreetikko, joka ilmeisesti työskenteli suurimman osan elämästään Italiassa Napolin varakuninkaan hovissa. Soitamme tänään kolme ricercarea hänen renessanssin ajan soitinmusiikin esityskäytännöistä kertovasta kokoelmastaan Trattado de glosas. Näistä ensimmäinen *Recercada Qvinta* perustuu passamezzo antico – harmoniakulkuun ja toinen *Recercada segunda* passamezzo moderno – harmoniakulkuun, joille perustuu lukusia suosittuja melodioita renessanssin ajasta tämän päivän populaarimusiikkiin.

Tuntemattoman säveltäjän muunnelmateos *Greensleeves to a ground* löytyy kokoelmasta "The Division Flute" vuodelta 1706. Sävellys on oletettavasti kuitenkin vanhempi ja perustuu 1500-luvulla Englannissa tunnetuksi tulleeseen lauluun naisesta vihreässä asussa. Vihreällä värillä on voitu viitata naisen

huikentelemaan luonteeseen; niihin tahroihin joita voi jäädä vaatteisiin lemmiskelystä ulkona ruohikolla. Greensleeves, samoin kuin mm. Led Zeppelinin Stairway to heaven, perustuu passamezzo antico – harmoniakulkuun, tosin sen romanesca-nimellä tunnettuun varianttiin.

Soittajat

Nokkahuilisti ja musiikin maisteri **Reetta Varjonen-Ollus** on opiskellut Sibelius-Akatemiassa ja Helsingin konservatoriossa Jari S. Puhakan ja Janek Öllerin ohjauksessa. Hän esiintyy barokkimuusikkona säännöllisesti pääkaupunkiseudulla ja esiintyy vakituisesti barokkiduo Duo Aretessa sekä renessanssikvartetti Q consortissa.

Maija Lampela on muusikkoperheen lapsi ja hän on soittanut selloa 6 vuotiaasta lähtien. Ammattisellistin koulutuksen lisäksi Maija on valmistunut metsänhoitajaksi Helsingin yliopistosta. Metsänhoitajan opintojen aikana pääsoittimeksi vakiintui gamba, jota Maija on opiskellut mm Markku Luolajan-Mikkolan johdolla. Gambansoiton keveys ja barokkimusiikin ehtymätön viehätys ovat saaneet Maijan pysymään gamban varressa jo 12 vuotta, ja hän esiintyy jatkuvasti kamari- ja orkesterimuusikkona erilaisissa kokoonpanoissa ympäri Suomea.

Matti Takala opiskeli renessanssiluuttua Helsingin Konservatoriossa Leif Karlssonin johdolla, sekä musiikkitiedettä ja historiaa Helsingin ja Poitiers'n yliopistoissa, valmistuen Helsingistä vuonna 2005. Hän on soittanut useissa eri vanhan musiikin kokoonpanoissa kamariyhteistä oopperaproduktioihin ja mm. barokkiorkesteri Uuteen Kapelliin. Luutun lisäksi hän on opiskellut ja soittanut myös kitaraa ja muita kielisoittimia, myös nykymusiikin ja muiden musiikkityylien saralla.

Metsätieteen päivän järjestämistä tukivat



METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ

Ihminen ja metsä

METLA