

II Talvitutkimuspäivät Kolilla 26.-27.11.2009

Ohjelma ja esitelmien ja postereiden tiivistelmät

Tapani Repo, Tarja Lehto, Marja Roitto, Sirpa Rasmus &
Leena Kettunen (toim.)

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute
-sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten
luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja
kokouskoosteita yms.

Sarjassa ei käytetä tieteellistä tarkastusmenettelyä.
Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

P.O. Box 18
FI-01301 Vantaa, Finland
tel. +358 102 111
fax +358 102 112101
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
P.O. Box 18
FI-01301 Vantaa, Finland
tel. +358 102 111
fax +358 102 112101
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Tapani, Repo, Tarja, Lehto, Marja, Roitto, Sirpa, Rasmus & Leena, Kettunen (toim.)			
Nimeke II Talvitutkimuspäivät Kolilla 26-27.11.2009: Ohjelma ja esitelmien ja postereiden tiivistelmät			
Vuosi 2009	Sivumäärä 35	ISBN (PDF) 978-951-40-2206-7	ISSN 1795-150X
Yksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Joensuun toimintayksikkö/hankkeet 640053, 3489			
Hyväksynyt Jari Parviainen, Joensuun toimintayksikön johtaja, 03.11.2009			
Tiivistelmä <p>Talvi on vuodenajoistamme kaikkein pisin. Suomen luonto on sopeutunut talveen – kuten myös me suomalaiset. Talvi vaikuttaa terveyteen, kauneuskäsityksiin ja tapoihimme toimia. Metsäiselle maalle talven rooli on ollut erilaisten metsiin liittyvien toimintojen ja tuotteiden hyödyntämisen kannalta merkittävä. Talviolosuhteiden on ennustettu muuttuvan tulevaisuudessa tavalla, jolla toteutuessaan tulee olemaan merkittäviä ekologisia, sosiaalisia ja ekonomisia vaikutuksia.</p> <p>Metsäntutkimuslaitos järjesti yhteistyössä Joensuun ja Helsingin yliopistojen kanssa toiset talvitutkimuspäivät Kolilla. Kaksipäiväinen monitieteinen seminaari sisälsi kutsuttuja alustuksia ja osallistujien esityksiä. Tavoitteena oli tietoisuuden lisääminen talvitutkimuksen eri osa-alueilta sekä talven merkityksestä Suomen luonnossa ja kulttuurissa. Tärkeä tavoite oli suomalaisten talvitutkijoiden keskinäinen verkottuminen ja yhteistyön lisääminen. Päivien kielenä oli suomi.</p> <p>Tässä julkaisussa on esitetty talvitutkimuspäivien esitelmien (20 kpl) ja posteriesitysten (6 kpl) tiivistelmät. Esitykset käsittelivät talveen liittyviä teemoja ilmatieteen, ekologian, metsäteknologian, humanismin ja terveystieteen näkökulmista.</p>			
Asiasanat Ilmastomuutos, matkailu, puunkorjuu, routa, talvi, talviekologia, terveys, tuhohyönteiset, sota, ympäristöestetiikka			
Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp138.htm			
Yhteydenotot Tapani Repo, Metla, Joensuu, PL 68, 80101 Joensuu, tapani.repo@metla.fi			
Bibliografiset tiedot			
Muita tietoja HY/Suomen Akatemia, projekti nro 1115532			

Sisällys

Ohjelma	5
Esipuhe	7
Esitelmien tiivistelmät	8
Postereiden tiivistelmät	28
Osallistujaluettelo	35

Ohjelma

Torstai 26.11.2009

Tulokahvi

Puheenjohtaja: Tapani Repo

- 13.30 Päivien avaus: *Professori Tarja Lehto, Joensuun yliopisto*
Metlan tervehdys: *Professori Leena Finér*
- 13.50 *Erikoistutkija Kirsti Jylhä, Ilmatieteen laitos: Miksi meillä on talvi?*
- 14.20 *Ylimeteorologi (emer.) Reijo Solantie: Lumipeite metsäekologian kannalta nyt ja tulevaisuudessa*
- 14.40 *Professori (vt) Tarja Lehto, Joensuun yliopisto: Mykorritsasienten pakkaskestävyys*
- 15.00 *Professori Antti Asikainen, Metla Joensuu: Puunkorjuu talvella ennen, nyt ja tulevaisuudessa*
- 15.30 Kahvi + posteriesittely

Puheenjohtaja: Antti Asikainen

- 16.00 *Professori Yrjö Sepänmaa, Joensuun yliopisto: Talven ympäristöestetiikka*
- 16.30 *Erikoissuunnittelija Mari Laukkanen, Metsähallitus: Talvi ja matkailu*
- 16.50 *Dos. Heli Peltola, Joensuun yliopisto: Metsien tuuli- ja lumituhoriskit nyt ja tulevaisuudessa*
- 17.10 *Tutkija Timo Saarinen, Helsingin yliopisto: Lumen merkitys varvulle metsänrajalla*
- 17.30 Keskustelu
- 17.40 Kolin neljä vuodenaikaa -multivisio (Luontokeskus Ukko, auditorio 2. krs, n. 20 min)
- 19.00 Illallinen
- 20.30 Sauna

Perjantai 27.11.2009

Puheenjohtaja: Tarja Lehto

- 8.30 *Tutkija Jussi Kämäräinen*, Joensuun yliopisto: Sota ja talvi
- 9.00 *Professori Simo Näyhä*, Oulun yliopisto: Talvi ja ihmisen terveys
- 9.30 *Erikoistutkija Marja-Liisa Sutinen*, Metla: Lumipeitteen vaikutus lämpötilan ja vesipitoisuuden vuodenaikaiseen vaihteluun puiden juuristossa
- 9.50 *Kahvi + posterit*
- 10.10 *Tutkija Tapani Repo*, Metla: Lisääkö vähälumisuus roudan epäsuotuisia vaikutuksia kuusiin?
- 10.30 *Tutkija Pekka Nöjd*, Metla: Kokeellisen roudan vaikutus kuusen paksuuskasvuun
- 10.50 *Erikoistutkija Sirkka Sutinen*, Metla: Roudan vaikutus silmujen ja neulasten morfologiaan ja anatomiaan sekä oksien kasvuun
- 11.10 *Hydrologi Esko Kuusisto*, Suomen ympäristökeskus: Onko Kolilla lunta jouluna 2050?
- 11.30 *Tutkija Marja Maljanen*, Kuopion yliopisto: Maaperän ilokaasupäästöt talvella - syitä ja seurauksia
- 11.50 Lounas

Puheenjohtaja: Heikki Hänninen

- 13.00 *Professori Pekka Niemelä*, Turun yliopisto: Metsien tuohyönteiset ja ilmastonmuutos
- 13.30 *Varttunut tutkija Otso Huitu*, Metla: Myyrät muuttuvassa ilmastossa
- 13.50 *LuK Jenni Miettunen*, Joensuun yliopisto: Riekon (*Lagopus lagopus*) talviravinnon käyttö ja valinta Suomen eteläisissä populaatioissa
- 14.10 *Tutkija Anneli Viherä-Aarnio*, Metla: Silmunmuodostuksen kriittinen yönpituus rauduskoivun eteläisessä ja pohjoisessa metsikössä
- 14.30 *Professori Heikki Hänninen*, Helsingin yliopisto: Talvitutkimuspäivien yhteenveto & loppukeskustelu
- 14.50 Lähtökahvi
- 15.15 Talvitutkimuspäivien päätös

Esipuhe

Talvi on luontainen osa pohjoisilla leveysasteilla elävien kansojen vuotuista elinkiertoa. Harvoin tulemme edes ajatelleeksi, kuinka moneen asiaan se elämässämme vaikuttaa. Voidaan karrikoidusti sanoa, että kesä on vain lyhyt jakso talven keskellä. Kasvi- ja eläinyhteisöt ovat sopeutuneet tällaiseen vuodenaikojen nopeaan vaihteluun, ja sopeutuminen onkin niiden elossa säilymisen kannalta elinehto. Lyhyt ja kiihkeästi etenevä kesä on jo valmistautumista uuteen talveen. Talvi on myös tärkeä osa sielunmaisemaamme: Pimeään syksyn aikana talvea ja lumen tuloa jo kovasti odotetaan. Toisaalta tilanne kääntyy keväällä päinvastaiseksi. Talven erikoisuuden huomaa myös, kun tapaa lämpimiltä alueilta kotoisin olevia ihmisiä: Monet talveen liittyvät asiat, jotka meille ovat kovin luontaisia, ovat lämpimillä alueilta tulleille ihmisille hyvinkin eksoottisia ja erikoisia.

Talveen liittyvällä tutkimuksella on Suomessa pitkät perinteet. Pohjoisen maana tämän alan tutkimus sopiikin tänne oikein hyvin. Sitä tarvitaan myös jatkossa, kun ilmastomuutosennusteet lupaavat talvien merkittävää muuttumista. Vaikka talvitutkimus on jatkuvasti ajankohtainen, tutkimuksen intensiteetissä näyttää olevan ajallista vaihtelua samoin kuin myyräkannoissa tai talviurheilumenestyksessä konsanaan. Kuten tämänkertaisten talvitutkimuspäivien ohjelma osoittaa, talvitutkimus on monitieteistä. Talvea voi tarkastella astronomian näkökulmasta, mutta myös maassa kasvavien sienirihmastojen tai talvitaiteen näkökulmasta. Luonnon vaikuttavuuden näkeminen, kokeminen ja tunteminen voivat olla metaforisen talvitaiteen alku, kuten prof. Yrjö Sepänmaa toteaa. Eri tieteenaloilla talvesta puhutaan hyvin eri termein ja käsittein. Toivottavasti näiden talvitutkimuspäivien aikana eri aloilla työskentelevät talvitutkijat löytävät yhteisen kielen, syntyy ahaa-elämyksiä ja hedelmällistä yhteistyötä.

Tervetuloa!

Järjestäjien puolesta

Tapani Repo

Miksi meillä on talvi?

Kirsti Jylhä

Ilmatieteen laitos, PL 503, 00101 Helsinki, kirsti.jylha@fmi.fi

Kysymykseen siitä, miksi meillä täällä Suomessa on talvi, voi ensimmäiseksi esittää vastakysymyksen: ”Miksi koko maapallo ei ole ikuisen talven vallassa?” Tämä on maapalloa ympäröivän ilmakehän ja sen sisältämän vesihöyryn, hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen ansiota. Ellei maapallolla olisi ilmakehää ja siinä vaikuttavaa luonnollista kasvihuoneilmiötä, maapallon keskilämpötila olisi noin -18°C eli kireissä talvisissa pakkaslukemissa.

Terminen talvi on Suomessa käytetyn määritelmänsä mukaan ajanjakso, jolloin vuorokauden keskilämpötila pysyy nollan alapuolella. Tähtitieteellisen määritelmänsä mukaan talvi alkaa talvipäivänseisauksesta, jolloin keskipäivän aurinko on alimmillaan pohjoisen pallonpuoliskon taivaalla, ja päättyy kevätpäiväntasaukseen; tällöin Maa pääsee kiertoradallaan Auringon ympäri kohtaan, josta eteenpäin aina syyspäivän tasaukseen asti pohjoinen pallonpuolisko on kääntyneenä kohti Aurinkoa.

Syy talveen ja muihin vuodenaikoihin löytyy taivaanmekaniikasta. Pyörähtäessään kerran vuorokaudessa itsensä ympäri Maa on hieman kallellaan suhteessa rataan, jota pitkin se kiertää Aurinkoa. Kiertoradan soikeus muuttuu noin sadan ja Maan pyörimisakselin kaltevuus runsaan 40 vuosituhannen jaksoissa; lisäksi pyörimisakseli huojuu pitkin kaltevuuskulmansa mukaista kartiopintaa noin 20 tuhannen vuoden jaksossa. Nykyisin Maa on lähinnä Aurinkoa pohjoisen pallonpuoliskon talven aikaan, runsaat 10 000 vuotta sitten edellisen jääkauden alkaessa hellittää etäisyys oli pienin keskikesällä. Talven ylivaltaa eli jääkautta suosii se, että Maan pyörimisakseli on mahdollisimman pystyssä, kiertorata soikeimmillaan ja maapallo kauimpana Auringosta pohjoisen kesän aikana. Tällöin pohjoisen kesään saadaan vähän auringonsäteilyä, kesä jää viileäksi, eikä edellisen talven lumi ehdi sulaa. Tosin yksinään tämä ei vielä riitä jääkauteen.

Suomen talvet ovat melko leutoja verrattuna muihin yhtä lähellä pohjoisnapaa sijaitseviin maa-alueisiin. Tämä on Atlantin valtameren läheisyyden ja sieltä puhaltavien lauhjojen tuulten ansiota. Leudointa on lounaisosissa ja saaristossa, kylmintä Lapin sisämaassa. Ympäri vuoden sulana pysyvä Jäämeri leudontaa talvisäitä kaikkein pohjoisimmissa osissa maataamme.

Termisen talven keskimääräinen pituus vaihtelee vuosien 1971–2000 havaintojen mukaan etelän neljästä pohjoisen runsaaseen kuuteen kuukauteen. Suomalaisten mielissä ”kunnon talveen” kuuluu lumipeite, ja lunta voi olla maassa vielä termisen keväänkin alettua. Talvien ja keväiden leudontuminen on lyhentänyt lumipeitteen kestoaikaa 1960-luvulta tämän vuosisadan alkuun noin kymmenellä päivällä. Kasvihuoneilmiön voimistumisen takia termisen talven arvioidaan lyhenevän Lounais-Suomessa vuosisadan viimeiseen kolmannekseen mennessä yli neljällä kuukaudella, ja pohjoisessakin kuukaudella tai kahdella. Läntisiltä ja lounaisilta saaristoalueilta terminen talvi häviäisi vähitellen kokonaan (Jylhä ym., 2009).

Kirjallisuus

Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. & Seitola, T. 2009. Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumistutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009. Ilmatieteen laitos. Raportteja No. 2009:4.

Lumipeite metsäekologian kannalta nyt ja tulevaisuudessa

Reijo Solantie

Sylvesterintie 3 B 00370 Helsinki, Puh 09 553 720 tai 0443586340, reijo.solantie@elisanet.fi

Borealisessa havumetsävyöhykkeessä lumipeite on hyvä eriste, joka pitää maan sitä lämpimämpänä ja roudan sitä ohuempana mitä paksumpi lumipeite on. Lumipeite ehkäisee ainakin kolmea roudan ja kylmyyden haittaa metsäkasvillisuudelle:

Kylmä maa hidastaa lahoamista, mikrobitoimintaa ja ravinteiden kiertoa.

Routainen maa estää puiden kasvuun lähdön keväällä.

Kova pakkakanen juurikerroksessa saattaa tappaa puita, varvustoa ja kukanaiheita.

Metsäkasvillisuusvyöhykkeiden rajat selittyvät Boreaalissa tarkoin ilmastollisesti, kun ja vain jos routa huomioidaan. Borealisen luonnon tuottavuuden kannalta talven keskilumensyvyuden kasvu 25 sentillä kumooa talven keskilämpötilan laskun viidellä asteella tai kasvukauden keskilämpötilan laskun asteella.

Luonnolla on myös puolustuskeinonsa roudan haittoja vastaan. Kuusikossa oksien aluset ovat runsaslumisissakin oloissa lähes paljaat. Taimet syntyvät puiden runsaslumisiin väleihin, niin että sukcession kuluessa koko metsäala saa vuorollaan edulliset olot. Alueilla, joissa joulumaaliskuun keskilämpötila on alle -10 °C ja kovimpina talvina alle -15 °C, on kuusella (*Picea obovata*) juuristonsa suojaamiseksi oma sopeutumansa lyhyine oksineen.

Varvustokin reagoi lumisuojaan. Puolukka on mustikkaa yleisempi siinä Suomen puoliskossa, jossa vähän lumen riski yli 32 asteen pakkasilla on suurin. Samoin yleisimpien talven yli lehtensä säilyttävien varpujen eli puolukan, kanervan ja suopursun lehtien kattama pinta-ala metsien ja puustoisten soiden kokonaisalasta on 5 % tai vähemmän siinä Eteläboreaalien osassa, jossa tämä riski on pienin, mutta pääosassa Suomea 10 – 15 %.

Kun talven suurin roudanpaksuus kasvaa 10 cm, vähenee puuston vuosikasvu noin 0,4 kuutiota/ha. Roudan paksuus ja sen vaikutus puuston kasvuun vähenevät Suomessa kaakosta luoteeseen. Pohjoisessa tehoina lämpösusma on tärkein puuston kasvun vaihteluita selittävä tekijä, kun taas Eteläboreaalissa routa on tärkein, kuivuus toiseksi tärkein ja lämpösusma vasta kolmanneksi tärkein; lumensyvyys on pakkassusmaa tärkeämpi roudanpaksuuden ja puuston kasvun vaihteluiden selittäjä etenkin Uudellamaalla missä lumipeite vaihtelee eniten.

Suomen keskilämpötiloissa lumisuojan ja pakkassusman vähenemiset keskilämpötilan noustessa eliminoivat toistensa vaikutuksen toisin kuin kylmemmissä tai lauhemmissä talvi-ilmastoissa; sensijaan sään oikuilla on pakkas- ja pyryjaksojen sattumisjärjestyksen kautta suuri merkitys. Ilmaston muuttuessa alueelliset erot säilyvät ennallaan, koska etäisyys meristä, lounaisvirtausten vallitsevuus, maaston keskikorkeus ja orografian vaikutus sadantaankin pysyvät samoina.

Kirjallisuus

Reijo Solantie. Temporal Variation of Evapotranspiration and Growth in Finnish Forests in Relation to Climate. *geophysica* Vol. 42, Nos 1 - 2, 2006.

Mykorrhizasienten pakkaskestävyys

Tarja Lehto¹, Arlena Brosinsky¹, Helvi Heinonen-Tanski², María Pipió¹, Paul Simpson¹ ja Tapani Repo³

¹ Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80110 Joensuu, tarja.lehto@uef.fi

² Kuopion yliopisto, Ympäristötieteen laitos, PL 1627, 70211 Kuopio

³ Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusyksikkö, PL 68, 80101 Joensuu

Mykorrhitsa eli sienijuuri on kasvien ja sienten välinen symbioosi, jossa sieni ottaa kivennäisravinteita maasta, ja saa vastavuoroisesti hiilihydraatteja isäntäkasvilta. Useimmilla metsäpuilla mykorrhitsat ovat ektomykorrhitsoja, joissa sieni muodostaa vaipan juuren ja maan väliin, ja kasvaa myös juuren pintaosien soluväleissä. Metsäpuiden juurten pakkaskestävyyden tiedetään olevan huomattavasti vähäisempi kuin maanpäällisten osien, mutta mykorrhizasientien ja mykorrhitsojen pakkaskestävyyttä ei ole paljoa tutkittu. Tämän työn tavoitteena oli selvittää mykorrhizasientien pakkaskestävyyttä puhasviljelmässä. Toisena tavoitteena oli testata alijäähtymisen aiheuttamaa mahdollista virhettä; puhasviljelmäkokeista puuttuvat maahiukkasten pintojen, bakteerien ja muiden eliöiden aiheuttamat häiriötekijät, jotka saattavat sysätä jään kiteytymisen liikkeelle.

Pakkaskestävyyttä selvitettiin altistamalla sieniviljelmiä sarjalle lämpötiloja, ja arvioimalla vaurioita ionivuototestillä tai mittaamalla kasvua jälkepäin. Yhdessä kokeessa alijäähtymistä pyrittiin vähentämään keinotekoisesti aiheuttamalla kiteytymisen alku mekaanisesti liikauttamalla sieninäytettä tietyssä lämpötilassa (-3°C tai -4°C). Jälkepäin arvioitiin sienisolukossa tapahtunutta vauriota ionivuototestillä (REL, relative electrolyte leakage). Toisessa kokeessa lisättiin puhasviljelmään tietyn suodatinkoon läpäisseitä maahiukkasia (200 µm, 12-25 µm, 3 µm, 0,2 µm). Lämpötilaa laskettiin, ja määritettiin, missä lämpötilassa näytteen lämpötila nousi hetkeksi. Tätä pidettiin jään kiteytymisen alkaessa muodostuvana eksoterminä. Sienilajit olivat lohisieni (*Laccaria laccata*), voitatti (*Suillus luteus*), kangastatti (*Suillus variegatus*) ja tympöslaji (*Hebeloma* sp.).

Kaikilla neljällä lajilla rihmaston kasvua havaittiin -30°C altistuksen jälkeen, ja kahdella lajilla jopa -48°C altistuksen jälkeen, joskin kasvuun lähdössä yleensä oli aikaviive. Toisaalta ionivuototestin perusteella arvioitu LT₅₀ (lämpötila, jossa puolet näytteistä kuolee) oli -8...-12°C välillä. Aikaviiveen sekä suhteellisen korkeiden LT₅₀-arvojen perusteella on mahdollista, että pakkasaltistus aiheutti osin palautuvaa vahinkoa, joka alkoi -8...-12°C:ssa.

Liikautuskäsittely aiheutti merkitsevää REL-arvojen nousua jokaisessa testatussa lajissa (lohisieni, voitatti ja tympönen), mutta nousu oli vain 10-15 %-yksikköä. Siten solukalvovaurioita ilmeisesti aiheutui, mutta ne eivät välttämättä johtaneet kuolemaan.

Kaikki maahiukkaskäsittelyt erosivat merkitsevästi kontrollista. Kontrollinäytteissä kiteytyminen tapahtui -8 ... 11°C ja maahiukkasia sisältävissä näytteissä -2,7 ... -3,6°C lämpötilassa. Koejärjestelyn pohjalta ei voida tietää, tapahtuiko jäätyminen ainoastaan sieninäytteen ulkopuolella olevien hiukkasten ympärillä, vai sysäkö näiden jäätyminen käyntiin myös sienisolukon soluvälien jäätyminen.

Puunkorjuu talvella ennen, nyt ja tulevaisuudessa

Antti Asikainen

Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101, Joensuu, antti.asikainen@metla.fi

Puunkorjuun koneellistumiseen saakka hakkuut ajoittuivat Suomessa lähes yksinomaan talvikauteen. Tähän oli kaksi hyvää syytä: Agraariyhteiskunnassa kausityövoimaa, niin ihmisiä kuin hevosiakin, oli saatavissa runsaimmin talvella, kun maatalouden työvoimatarve oli alhaisimmillaan. Lisäksi puutavaran lähikuljetus oli tehokkaampaa jalaksin lumen peittämässä maastossa, kuin pyöräperustaisilla ratkaisuilla kesäaikaan.

Sama hakkuiden kausiluonteisuus on periytynyt nykyaikaankin. Hakkuut painottuvat voimakkaasti talvikuukausiin, mikä alentaa konekaluston vuotuista käyttöastetta. Talvi aiheuttaa puunkorjuulle haasteita sekä toisaalta lieventää kesäaikaisen hakkuun yhteydessä esiintyviä ongelmia. Tärkeimmät hyödyt liittyvän metsäkoneiden maastoliikkuvuuden paranemiseen talvihakkuun yhteydessä. Heikosti kantavat turvemaatkin ovat korjattavissa maaperän jäädyttyä. Lumikerros ja jäätyneet maa suojaavat harvennuksilla jäljelle jäävän puuston juuristoa. Lisäksi ohut lumikerros tasoittaa maaperän epätasaisuuksia ja parantaa näin koneiden liikkuvuutta. Yli puolen metrin lumikerros sen sijaan haittaa puunkorjuuta. Koneiden liikkuvuus heikkenee ja hakkuupään vienti puun tyvelle vaikeutuu erityisesti kevätkaudella, kun lumikerroksen pinta voi olla jäätyneet. Kovilla pakkasilla metsäkoneiden hydraulikkajärjestelmän ja mekaniikan kestävyys ovat kovilla. Pakkanen haurastuttaa metalleja ja aiheuttaa vuotoja hydraulikan liitoksissa. Vaikka koneen hytissä onkin lämmintä, monet huoltotoimenpiteet aiheuttavat kuljettajan altistumista kylmyydelle.

Tulevaisuudessa erityisesti Etelä-Suomessa ongelmaksi nousee talvikauden lyheneminen, jolloin entiset talvikorjuukohteet joudutaan hakkaamaan kesäkorjuunomaisissa olosuhteissa. Tämä edellyttää lisäinvestointeja korjuukaluston maastoliikkuvuuden parantamiseen sekä hidastaa ja vaikeuttaa erityisesti metsäkuljetusta. Raiteenmuodostus ja juuristovaurioiden riski kasvavat. Lyhenevän talven etuina ovat pakkasen aiheuttamien konerikkojen ja seisokkien väheneminen.

Kirjallisuus

Asikainen, Antti, Leskinen, Leena A., Pasanen, Karri, Väättäinen, Kari, Anttila, Perttu & Tahvanainen, Timo . 2009. Metsäkonesektorin nykytila ja tulevaisuus. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 125. 48 s. ISBN 978-951-40-2168-8 (PDF), ISBN 978-951-40-2169-5 (nid.). Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2009/mwp125.htm>.

Talven ympäristöestetiikka

Yrjö Sepänmaa

Joensuun yliopisto, Humanistinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu, yrjo.sepanmaa@uef.fi

Vuoden kiertokulkua verrataan yleisesti näytelmään tai matkaan. Vuodenaikojen ominaisluonnetta voi hakea joko kiinnittämällä huomiota tyypillisyyksiin tai sitten rajoihin ja siirtymiin. Humanisti luottaa aisteihinsa ja kokemukseensa, luonnontieteilijä mittaa. Humanistisellakin puolella on silti pyrkimys ilmaista koettava tarkasti. Haaste kohdistuu kieleen, johon tarvitaan kuvaamisen, tulkitsemisen ja arvottamisen välineistö, ympäristökritiikki. Jos ilmaisua ei ole, on koko asia vaarassa ajautua sivuun ja pudota olemattomana pois. Kirjallisuus on ehkä kehittynein elämysten ja kokemusten esiintuoja ja analysoija.

Talvea ja sen yksityiskohtia, ”teoksia”, havainnoidaan usein taiteen kautta, taiteena. Talvi henkilöityy taiteilijaksi, jonka käytössä ovat lumi ja jää, huurre ja valo. Talviaiheinen taide taas on ihmisen, taiteilijan, sananmukaisesti tekemää, ja siinä käytetään hyväksi talven materiaaleja ja keinoja. Talven ja taiteen suhde on vuorovaikutteinen: taiteesta aukenee tie talven tarkasteluun ja talven tarkastelusta tie taiteen tekemiseen. Luonnon vaikuttavuuden näkeminen, kokeminen ja tunteminen on metaforisen talvitaiteen alku, mutta toisinkin päin: sananmukainen taide johdattelee näkemään luontoa ja mitä tahansa ympäristöä.

Talvi ja matkailu

Mari Laukkanen¹, Tuuli Tikkamäki²

¹ Mari Laukkanen, Metsähallitus, Etelä-Suomen luontopalvelut, Puh. 040 4870778

² Tuuli Tikkamäki, Metsähallitus, Etelä-Suomen luontopalvelut, Puh. 040 4870 553

Ylä-Kolintie 22, 83960 Koli. Sähköpostiosoitteet muotoa etunimi.sukunimi@metla.fi

Metsähallituksen luontopalvelut pyrkii olemaan yhä aktiivisempi matkailun julkinen toimija. Luontopalveluiden toimintaohjelmassa on nostettu esiin mm. kansallispuistojen merkitys Suomikuvalle ja matkailulle sekä suojelualueiden merkitys paikallistaloudelle. Kolin kansallispuiston osalta suojelualueella kävijöiden paikallistaloudellisten vaikutusten arvioitiin olevan vuoden 2008 osalta 3,5 miljoonaa euroa ja työllisyysvaikutuksina 47 henkilötyövuotta (Kansallispuistojen ...2009). Suojelualueille suuntautuvan luontomatkailun edellytyksenä on se, ettei se ole ristiriidassa alueen suojelutavoitteiden kanssa. (Metsähallitus 2008)

Kansallispuistojen virkistys- ja matkailukäyttö on perinteisesti painottunut sulan maan aikaan. On arvioitu, että Kolin 110 000 vuosittaisesta käynnistä 40 000 tapahtuu talviaikaan. Lumikenkäilyn, ratsastuksen, retkiluistelun ja muiden lihasvoimin liikkumiseen perustuvien liikuntamuotojen suosio on viime vuosina noussut. Myös maastohiihto on kokenut uuden tulemisen. Vaikka Koli laskettelurinteineen on ollut poikkeus kansallispuistojen joukossa, lisäävät uudet liikuntamuodot myös Kolin alueen talvikäyttöä. Näiden lisääminen suojelualueilla on myös Metsähallituksessa kehitettyjen kestävä luontomatkailun periaatteiden mukaista. Kesän 2009 kävijätutkimuksesta saadaan yhä tarkempaa tietoa Kolin alueen kävijäprofiilista, talvikauden osalta profiilia ei ole kuitenkaan vielä selvitetty. Yksi talvisongista erottuva ryhmä lienevät kuitenkin venäläiset matkailijat.

Yritykset toimivat ohjelmopalveluiden tuottajana ja välinevuokrauksessa sekä majoituksessa ja ravintolapalveluissa. Metsähallituksen luontopalveluiden tavoitteena on tarjota puitteet jokamiesretkeilijöille ja toimintamahdollisuudet alan yrittäjille. Talvisongin vahvistuessa ympärivuotisuus pitää huomioida yhä paremmin palvelurakenteissa mm. nuotiopaikoissa ja reiteissä. Metsähallitus toimii kestävyuden takaajana sekä tuottaa luonto- ja kulttuuritietoa myös matkailupalvelujen hyödynnettäväksi. Syventyvän matkailuyhteistyön myötä rooli myös markkinoinnissa ja tiedotuksessa on Kolilla vahvistunut. Yhteistyössä suunnitellaan talviaikaisia tapahtumia mm. Kolin retkiviikon toteuttamista myös talvella sekä talvikauden markkinoinnin ja tiedotuksen kehittämistä. Kävijän näkökulmasta Metsähallituksen tarjoamat palvelut muodostavat yritysten tarjoamien palvelujen kanssa palvelukokonaisuuden.

Kolin alueella talven 2009-2010 aikana tehtävässä yritystutkimuksessa selvitetään mm. yritysten asiakaskunnan jakautuminen vuodenajoinnain sekä tarjotut talviaktiviteetit. Yritystutkimus on osa luontomatkailusuunnitelmaa, jolla viedään käytäntöön kestävä luontomatkailun periaatteita.

Kirjallisuus

Kansallispuistojen ja retkeilyalueiden kävijöiden rahankäytön paikallistaloudelliset vaikutukset. Julkaisematon raportti. Metsähallitus & Metsäntutkimuslaitos 2009. Luettavissa Metsähallituksen tiedotteen (30.11.2009) yhteydessä (www.metsa.fi/ajankohtaista)

Metsähallitus 2008: Suojelualueiden hoidon ja käytön periaatteet Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja Sarja B 89

Metsien tuuli- ja lumituhoriskit nyt ja tulevaisuudessa

Heli Peltola

Joensuun Yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu, heli.peltola@uef.fi

Myrskyt ja kovat tuulet ovat aiheuttaneet merkittävää tuhoa viime vuosina eri puolilla Eurooppaa (esim. 1990, 1999, 2005, 2007, 2009). Suomi on kuitenkin säästynyt tähän asti pahoilta tuhoilta jopa silloin kun tuhot ovat olleet suuria esim. Ruotsissa. Suomessa pahimmat tuhot ovat aiheuttaneet tähän mennessä Pyry ja Janika myrskyt marraskuussa 2001 (yht. 7.3 milj. kuutiometriä). Pyry myrskyyn liittyi myös huomattava lumen kertyminen puustoon.

Puuston tuuli- ja lumituhoriskeihin vaikuttavat tuulennopeuden ja latvukseen kertyvän lumikuorman ohella myös puuston ominaisuudet (puulaji, puuston pituus ja järeys sekä tiheys), joihin metsänhoidolla voidaan vaikuttaa. Tuulituhoriski lisääntyy yleensä puuston ikääntyessä ja puuston tiheyden laskiessa puulajista riippumatta joensuu.fi. Yli-ikäiset lahovikaiset kuusikot ovat erityisen alttiita tuulituholle. Suomessa tuulituhoriski on merkittävä eritoten uusien avohakkuualueiden laidoilla kasvavissa varttuneissa puustoissa, ja varsinkin jos niitä on äskettäin voimakkaasti harvennettu. Metsikön pisimmät ja solakimmat puut ovat erityisen alttiita tuhoille. Puuston tuhoriski vähenee kuitenkin harvennuksen jälkeen yleensä jo muutamassa vuodessa. Lumituholle alttiimpia ovat Suomessa yleensä riukuvaiheen männiköt ja koivikot.

Myös metsäaluetasolla on mahdollista vähentää puuston tuuli- ja lumituhoriskejä jopa tinkimättä merkittävästi hakkuutavoitteista eri suunnitteluajanjaksoilla. Esimerkiksi avohakkuuiden sopivalla spatiaalisella ja ajallisella kohdentamisella voidaan minimoida naapurikuvioiden puustojen korkeuseroja ja näin vähentää tuhoille altista metsänreunan määrää. Puuston tuuli- ja lumituhoriskejä voidaan vähentää hyvällä metsänhoidolla (taimikonhoito ja harvennukset sekä kiertoaika). Näin on sekä metsikkö- että aluetasolla. Sen sijaan taimikonhoidon ja/tai ensiharvennuksen viivästyminen tai laiminlyönti kokonaan voi lisätä puuston tuuli- ja lumituhoriskejä merkittävästi. Toisaalta, jos tuuli- ja lumiepisodit ovat rajuja, ei hyväkään metsänhoito estä tuhoja.

Tuhoihin vaadittavien kovien tuulten ja/tai suurten lumenkertymien esiintymisriski (toistuvuus) vaihtelee eri puolilla Suomea. Tämä tulisi ottaa huomioon metsien hoidossa eritoten muuttuvassa ilmastossa, jossa tuhoriskien lisääntyminen on todennäköistä routajakson lyhentyessä huomattavasti nykyisestä (eritoten Etelä-Suomessa). Nykyisellään routa ankkuroi puut tukevasti maahan myöhäissyksystä varhaiskevääseen, jolloin kovat tuulet esiintyvät yleisesti. Tässä mielessä tuhoriskit lisääntyvät siis tulevaisuudessa riippumatta siitä, lisääntyykö kovien tuuliepisodeiden määrä. Lähivuosisikymmeninä on myös lumituhojen lisääntyminen mahdollista, mikäli lähellä nollalämpötilaa olevien säätilojen esiintyminen lisääntyy. Tällöin lumi tarttuu paremmin puihin.

Ilmaston lämpeneminen tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan metsien kasvuun ja kehitykseen merkittävästi Suomessa. Sen odotetaan lisäävän merkittävästi puuston määrää sekä vaikuttavan myös puulajisuhteisiin, mikä vaikuttaa myös tuhoriskeihin. Voikin olla tarpeen sopeuttaa metsien hoitoa muuttuvassa ilmastossa, jotta kyetään vähentämään puustoon kohdistuvia tuhoriskejä samalla kun hyödynnetään ilmastonmuutoksen positiiviset vaikutukset (esim. puuston lisääntyvä kasvu).

Lumen merkitys varvuille metsänrajalla

Timo Saarinen¹ ja Robin Lundell¹

¹ Plant Ecophysiology and Climate Change Group (PECC), Bio- ja ympäristötieteiden laitos, PL 65, (Viikinkaari 1), 00014 Helsingin yliopisto, timo.saarinen@helsinki.fi

Pohjoisten alueiden kasvit ovat sopeutuneet talvehtimaan varsin vaihtelevissa olosuhteissa. Varsinkin tuulisilla tuntureilla lumipeitteen paksuus ja samalla kasvien talvehtimisen olosuhteet vaihtelevat voimakkaasti pienelläkin välimatkalla. Suoritimme siirtokokeen, jossa ruukkuihin istutettuja puolukoita siirrettiin talvehtimaan ristikkäin kahden eri kasvupaikan välillä (Saarinen & Lundell 2009). Toinen paikka oli suojaisa ja melko runsasluminen tunturikoivikko, toinen vähäluminen tuulenpieksämä metsänrajan yläpuolella.

Kevättalvella kasveista mitattiin useita talvehtimiseen liittyviä ekofysiologisia ominaisuuksia. Kasvien alkuperällä ei ollut merkittävää vaikutusta, mutta talvehtimispaikkojen väliset erot olivat huomattavia. Metsänrajan yläpuolella talvehtineissa kasveissa havaittiin solukalvon vaurioita sekä voimakkaasti heikentynyt kyky yhteyttää. Sekä alhaiset lämpötilat, voimakas valo kevättalvella ja tuulen kuivattava vaikutus voivat selittää vaurioita.

Lumipeitteen suojassa tunturikoivikossa talvehtineissa kasveissa vaurioita ei havaittu ja lehdet olivat säilyttäneet kyvyn yhteyttää, mistä voi olla hyötyä kun yhteyttämisessä tarvittavan valon määrä kasvaa lumen sulaessa keväällä. Tunturikoivikossa talvehtineiden puolukoiden hiilihydraattivarastot olivat kuitenkin alhaisia, sillä lumen alla lumen alla ”lämpimässä” kasvien soluhengitys jatkuu ja samalla talvehtimisen kannalta tärkeät varastot kuluvat. Tulokset osoittavat, että puolukka on varsin sopeutumiskykyinen laji, mikä voi selittää sen esiintymistä monenlaisilla kasvupaikoilla niin metsissä kuin paljakallakin.

Kirjallisuus

Saarinen, T. & Lundell, R. 2009. Overwintering of *Vaccinium vitis-idaea* in two subarctic microhabitats - a reciprocal transplantation experiment. Polar Research (painossa).

Sota ja talvi

Jussi Kämäräinen

Joensuun yliopisto, PL 111, 80101 Joensuu, Historian oppiaineryhmä, jussi.kamarainen@uef.fi

Ennen modernia aikaa, armeijat pyrkivät välttämään sodankäyntiä talvikausina. Alunperin suurena syynä tähän oli maatalouden hallitseva asema yhteiskunnissa, myöhemmin yleiset huoltovaikeudet. Varsinkin eläinten ruoan järjestäminen oli helpompaa kesällä kuin talvella. Talvisodankäyntiä toki harjoitettiin, mutta se poikkesi, joskus huomattavastikin, ajalle tyypillisestä sodankäynnistä. Silloin kun talvisodankäyntiin ryhdyttiin, olosuhteet saattoivat tuoda suuren voiton tai totaalisen katastrofin. Hyvänä esimerkkinä toimivat Ruotsin menestys Tanskassa talvella 1658 ja tappio Norjassa 1718.

Kuitenkin myös modernilla ajalla sodankäynti on rytmittynyt vuodenaikojen mukaan. Vielä toisen maailmansodan taisteluissa on havaittavissa ikivanha rytmitys kesäaikaan tapahtuvan aktiivisen kauden ja passiivisen talvikauden välillä. Kuluvan vuoden marraskuun viimeisenä päivänä tulee kuluneeksi seitsemänkymmentä vuotta talvisodan syttymisestä. Jo sodan aikana tarina lumen ja jään keskellä käytävästä taistelusta pienten, mutta nopeasti suksillaan liikkuvien suomalaisten joukkojen ja korpeen hyytyneen neuvostoliittolaisten jättimäisen konearmeijan välillä levisi maailmalle. Ihmettely ei kuitenkaan liittynyt pelkästään epätasaisiin voimasuhteisiin. Myös suomalaisten kykyä toimia talvisissa olosuhteissa ihasteltiin ja hämmästeltiin ulkomaisissa tiedotusvälineissä laajalti. Oliko kyse jostakin uudesta ilmiöstä, vai noudattivatko suomalaiset (kuten annettiin ymmärtää) vain ikiaikaisia perinteitään taistelussaan idän jättiläistä vastaan?

Kirjallisuus

Englund, P. 1996. Suuren sodan vuodet. WSOY, Juva.

Englund, P. 2001. Voittamaton. WSOY, Juva.

Malkki, J. & Marjomaa, R. & Raitasalo, J. & Karasjärvi T. & Sipilä, J. 2008. Sodan historia. Otava, Helsinki.

Montgomery (of El Alamein) 1973. Sodankäynti kautta aikojen. WSOY, Porvoo.

Talvisodan pikkujättiläinen 2006. Toim. Leskinen, J. & Juutilainen, A. WSOY, Helsinki.

Talvi ja ihmisen terveys

Simo Näyhä^{1,2}

¹ Työterveyslaitos, Oulu

² Oulun yliopisto, terveystieteiden laitos, PL 8000, 90014 Oulun yliopisto, simo.nayha@oulu.fi

Yleisesti tunnettuja talven terveyshaittoja ovat paleltumat, jotka tutkimusten mukaan ovatkin yleisiä normaali-ikäväestössä. Lieviä paleltumia sattuu Suomessa vuosittain 12%:lle työikäisistä, vakavia paleltumia 1%:lle ja 10% työikäisistä on elämänsä aikana saanut vakavan paleltuman. Vakavat paleltumat voivat aiheuttaa jälkioireita sekä työ- ja toimintakyvyn pysyvää heikkenemistä. Kylmyys aiheuttaa Suomessa vuosittain myös 70-80 kuolemantapausta, joiden määrä on pitkän ajan kuluessa hitaasti lisääntynyt. Tärkeimmät paleltumakuolemiin myötävaikuttavat tekijät ovat alkoholikäyttö ja sairaudet.

Kuitenkin paleltumat ja niiden aiheuttamat kuolemat muodostavat vain murto-osan kylmyyden terveysvaikutuksista. Suomessa on tiedetty jo 1700-luvulta alkaen, että kuolemantapaukset lisääntyvät talvisin. Tällöin ei ole kysymys paleltumista vaan sairauksista, joita kylmälle altistuminen aiheuttaa tai pahentaa. Suomessa talviaikaan sattuu 2500-3500 ylimääräistä kuolemantapausta, jotka kirjautuvat tilastoihin ”normaaleina” kuolinsyinä (sydäntaudit, aivohalvaukset, hengityselinten taudit). Kuolemantapausten syynä ovat silloin kylmyyden suorat tai epäsuorat vaikutukset. Vaikutusmekanismit liittyvät elimistön normaaliin lämmönsäätelyyn. Kylmässä elimistö pyrkii säilyttämään lämpöä supistamalla pintaverisuonia. Tämä aiheuttaa verenpaineen nousun, veren kasautumisen ruumiin sisäosiin, veren pienimolekyylisten aineosien siirtymistä solunvälitilaan ja hyytymistä edistävien tekijöiden pitoisuuksien lisääntymisen. Tämä lisää veritulppien muodostumisvaaraa ja on yhtenä syynä sairauskohtausten ja äkkikuolemien lisääntymiseen kylmällä ilmalla. Myös talvis aikaan yleiset virus- ja bakteeri-infektiot voivat aiheuttaa sydänkohtauksia, joko suoraan tai välillisesti, varsinkin iän tai sairauksien heikentämässä väestössä. Tunnettuja ovat myös lumenluontiin liittyvät äkkikuolemat: tapaukset lisääntyvät lumipyryjen jälkeen.

Kuolemantapausten määrä on Suomessa pienimmillään vuorokauden keskilämpötilan ollessa noin +14°C, ja tapausten määrä lisääntyy loivasti lämpötilan laskiessa ja jyrkästi lämpötilan noustessa. Kansainvälisissä tutkimuksissa on osoitettu, että Suomea leudommissa maissa (Välimeren maat, Englanti) kylmyyden haittavaikutukset alkavat jo lämpötilan laskiessa alle +20 – +25°C (tropiikissa kynnys on vielä korkeammalla) ja haitat ovat määrällisesti paljon suuremmat kuin Suomessa. Suomalaiset ovat sopeutuneet kylmään, mikä ilmenee asuntojen rakennustavassa, pukeutumisessa ja käyttäytymisessä. Tutkimukset osoittavat, että ihmiset suojaavat päänsä, kätensä ja alaraajansa paremmin kylmältä Suomessa kuin Välimeren maissa tai Englannissa ja pysyttelevät ulkona ollessaan liikkeessä. Koska suurin osa vuodesta on kylmää, kylmän aiheuttamat terveyshaitat ovat kuitenkin määrällisesti merkittäviä. Ilmaston lämmitessä onkin tärkeää huolehtia siitä, että suomalaisten pitkän ajan kuluessa omaksuma kylmältä suojautumisen kulttuuri ei pääse rappeutumaan.

Kirjallisuus

The Eurowinter Group. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *Lancet* 1997; 349: 1341–1346.

Mäkinen, T. M., Jokelainen, J., Näyhä, S., & Hassi, J. 2009. Frostbites in working life: results from the Finrisk 2002 survey. *Scand J Work Environ Health* 35(5): 386–395.

Näyhä, S. 2005. Environmental temperature and mortality. *Int J Circumpolar Health* 64(5): 451–458.

Lumipeitteen vaikutus lämpötilan ja vesipitoisuuden vuodenaikaiseen vaihteluun juurivyöhykkeessä

Raimo Sutinen¹, Osmo Äikää², Pekka Hänninen², Maarit Middleton¹, Matti Piekkari¹, Andrea Vajda³, Sirkka Vartiainen², Ari Venäläinen¹ ja Marja-Liisa Sutinen⁴

¹ Geological Survey of Finland, P.O. Box 77, FIN-96101 Rovaniemi, raimo.sutinen@gtk.fi, maarit.middleton@gtk.fi, matti.pekkari@gtk.fi

² Geological Survey of Finland, Betonimiehenkuja 4, FIN-02150 Espoo, osmo.aikaa@gtk.fi, pekka.hanninen@gtk.fi, sirkka.vartiainen@gtk.fi

³ Finnish Meteorological Institute, P.O. Box 503, FIN-00101 Helsinki, andrea.vajda@fmi.fi, ari.venalainen@fmi.fi

⁴ Finnish Forest Research Institute, Eteläranta 55, FIN-96300 Rovaniemi, marja-liisa.sutinen@metla.fi

Lumipeite on tehokas eriste. Ankarinakaan ilmastojaksoina (ilman lämpötila -50°C) maalämpötila (10-cm) ei laske $T_{10}=-0.5^{\circ}\text{C}$:n alapuolelle 50-senttisen lumipeitteen alla. Sen sijaan lumettomalla paikalla maalämpötila voi laskea alle $T_{10}=-26^{\circ}\text{C}$:n. Suomessa maalämpötila pysyttelee pääsääntöisesti $T_{10}=-1.5^{\circ}\text{C}$:n yläpuolelle, jos lumipeitettä on kertynyt 30 cm. Lumen vähäisyydestä johtuen kylmimmät maat ovat Pohjanmaalla. Talvisesta tuuli-ilmastosta johtuen tuntureilla maalämpötilat vaihtelevat pienipiirteisesti.

Loppupalven aikaiset suojasäät saavat aikaan lumipeitteen osittaisen sulamisen. Tällöin lumen sulamisvesi infiltroituu (maalajista riippumatta) alle 0°C :n maakerrosten läpi. Keväällä, kun ilman lämpötila kohoaa reilusti nollan yläpuolelle, lumipeitteen sulaminen näkyy kahden päivän viiveellä lumen vesiarvon nousuna (30 cm maan pinnasta) ja kolmen päivän viiveellä maan vesipitoisuuden nousuna (20 cm:ssä). Maan vesipitoisuus voi olla maksimissaan jopa kuukautta aiemmin kuin lumi häviää. Pintamaan lämpötila sen sijaan kohoaa nollan yläpuolelle noin viikon kuluessa lumen häviämisestä. Lumipeitteen paksuudesta riippuen, esim. 50 cm vs. 105 cm, moreenin kyllästymistila ($>44\%$ tilavuudesta) saattaa vuosittain vaihdella (sama kuusikko-kasvupaikka) kahdesta yhdeksään viikkoon. Kuitenkin, jos tarkastellaan vesipitoisuuden spatiaalista vaihtelua, rakenne pysyy samana riippumatta ajallisesta vaihtelusta (alkukesän kuivuminen-loppukesän kostuminen). Puhutaan ns. vesipitoisuuden aika-stabiliteetista.

Lumipeite on välttämätön kasvun käynnistymiselle. Esim. hieskoivun juuriston ja rungon vesipitoisuuden nousu tapahtuu samanaikaisesti maaveden nousun kanssa lumipeitteestä huolimatta, ja siitä, että maan lämpötila on alle nollan. Talvisadannasta riippuu, tuleeko kuivuusefekti olemaan ongelma Alaskan valkokuusen tapaan meidän puulajeillemme.

Kirjallisuus

Vajda et al. (2006), *Silva Fennica* 40, 195-207, Sutinen et al. (2007), *Geoderma* 141, 311-319. Sutinen et al. (2008), *Cold Regions Science and Technology* 51, 56-67. Sutinen et al. (2009), *Arctic Antarctic and Alpine Research* 41, 373-380. Sutinen et al. (2009), *Geophysica* 45, 23-35.

Lisääkö vähälumisuus roudan epäsuotuisia vaikutuksia kuusiin?

Tapani Repo¹, Marja Roitto¹, Sirkka Sutinen¹, Aurore Lavigne², Tuula Jyske³, Pekka Nöjd³, Harri Mäkinen³ ja Leena Finér¹

¹ Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101 Joensuu, tapani.repo@metla.fi

² AgroParisTech, 16 rue Claude Bernard Paris 75005, Ranska

³ Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö, PL 18, 01301 Vantaa

Lumi muodostaa pohjoisilla leveysasteilla tärkeän suojan puiden juurille. Lumipeitteen ja sen myötä maan routaolojen on ennustettu muuttuvan ilmastomuutoksen seurauksena. Ohuesta lumikerroksesta johtuen maa voi jäätyä voimakkaammin, jolloin puiden juurten pakkasvaurioriski voi lisääntyä. Toisaalta verson haihdunnan lisääntyessä keväällä, jäätynyt maa voi estää juurten veden saannin. Tavoitteena oli selvittää 47-vuotiaiden kuusien (*Picea abies* (L.) Karst.) vasteita erilaisissa routaoloissa. Käsittelyt toteutettiin lumimanipulaatioin kahtena talvena 2005-2007 seuraavasti: 1) Kontrolli (K), jossa lumipeite kertyi ja sulii luontaisesti. 2) Aurattu (A), jossa lumi poistettiin talven aikana. 3) Eristetty (E) oli muuten sama kuin A-käsittely, mutta maanpinta eristettiin maaliskuun lopussa roudan sulamisen hidastamiseksi. Kokeen aikana mitattiin puiden juurista, rungosta, versoista, neulasista ja silmuista fysiologisia, morfologisia ja anatomisia tunnuksia sekä kasvua. Lisäksi seurattiin käsittelyjen aiheuttamia maan kasvihuonekaasupäästöjä. Maan ja ilman olosuhteita seurattiin jatkuvasti. FT Pekka Nöjd käsittelee esitelmässään rungon paksuuskasvun riippuvuutta ympäristötekijöistä ja FT Sirkka Sutinen neulasten ja silmujen anatomiaa ja morfologiaa sekä verson kasvua. Dos. Jukka Alm tarkastelee esitelmässään routakäsittelyjen vaikutusta maan kasvihuonekaasupäästöihin.

Maan lämpötila- ja kosteusmittausten perusteella saatiin lumimanipulaatioiden avulla aikaan erilaiset routaolot eri käsittelyihin. Säiden vuoksi myös routaolot poikkesivat kahtena peräkkäisenä vuotena. Selvimät puustovaikutukset näkyivät tyypillisesti E-käsittelyn maanpäällisten osien ominaisuuksissa. Sen sijaan A- ja K-käsittelyjen puiden vasteissa ei yleensä esiintynyt merkittäviä eroja. Mineraalimaassa (syvyys 20-30 cm) ohutjuurten kasvu oli kuitenkin suunta-antavasti parempaa A- ja E-käsittelyssä kuin kontrollissa. Tulokset viittaavat siihen, että lumettoman maan nopea sulaminen keväällä kompensoi syvemmän roudan negatiivisia vaikutuksia. Selvimät käsittelyvaikutukset ilmenivät ensimmäisen, kylmemmän talven jälkeen, muttei toisen suhteellisen lauhan talven jälkeen.

Kokeellisen roudan vaikutus kuusen paksuuskasvuun

Pekka Nöjd¹, Tuula Jyske¹, Markku Manner¹, Harri Mäkinen¹ ja Tapani Repo²

¹ Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö, PL 18, 01301 Vantaa, pekka.nojd@metla.fi

² Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101 Joensuu

Jaamankankaalla Joensuun lähellä tutkittiin roudan sulamisajankohdan vaikutusta kuusen paksuuskasvuun. Kokeessa oli kolme käsittelyä, joista jokaisesta oli kolme toistoa: (1) Kontrolli (K), (2) aurattu (A), jossa lumi poistettiin koeruudulta roudan syntymisen edistämiseksi sekä (3) eristetty (E), jossa lumen poisto yhdistettiin eristyskäsittelyyn. E-käsittelyssä maan pinta peitettiin paksulla olkikerroksella roudan sulamisen hidastamiseksi.

Paksuuskasvua seurattiin kahden peräkkäisen kasvukauden ajan (2006-2007). Kunkin koeruudun kahdesta koepuusta otettiin minikairalastuja 1-2 kertaa viikossa koko kasvukauden ajan toukokuusta syyskuulle. Minikairalastuista mitattiin kuluvana kesänä muodostuneiden solujen lukumäärä, solujen läpimitta säteen suunnassa sekä solun kehitysvaihe (laajeneminen, sekundääriseinän muodostuminen, puutuneisuus). Näiden perusteella määritettiin paksuuskasvun käynnistymis- ja päättymisajankohta sekä kasvunopeus eri ajankohtina. Lumen poisto -käsittely (A) ei vaikuttanut paksuuskasvun ajoittumiseen eikä kasvunopeuteen. Eristys (E), joka vaikutti hyvin selkeästi pintamaan lämpötiloihin, hidasti paksuuskasvun alkamista noin viikolla kesällä 2006. Vuonna 2007 eroja routakäsittelyjen ja kontrollin välillä ei havaittu. Tulosten perusteella viivästynyt roudan sulaminen vaikuttaa paksuuskasvun ajoittumiseen varsin vähän. On mahdollista, että roudan sulaminen vaikuttaa voimakkaammin metsämailla, joiden vedenpidätyskyky on hyvä.

Roudan vaikutus silmujen ja neulasten morfologiaan ja anatomiaan sekä oksien kasvuun

Sirkka Sutinen, Tapani Repo ja Marja Roitto

Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101 Joensuu, sirkka.sutinen@metla.fi

Ilmastonmuutos voi aiheuttaa lumipeitteen ohenemisen tai ajoittaisen sulamisen talven aikana, mistä voi seurata seuraavan pakkasjakson aikana maan jäätyminen ja juurien vaurioituminen. Tämän osatutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten erilaiset routaolosuhteet vaikuttavat kuusen kasvullisten silmujen ja neulasten kehittymiseen sekä oksien pituuskasvuun. Käsittelyt toteutettiin vuosina 2006 ja 2007 kolmena toistona seuraavasti: 1) kontrollikäsittely (K), jossa lumen paksuus ja sulaminen tapahtui luontaisesti; 2) aurattu (A), jossa lumi poistettiin koealueilta ja 3) aurattu ja eristys (E), jossa lumi poistettiin ja maa eristettiin roudan sulamisen hidastamiseksi.

Silmuja ja neulasia tutkittiin mikroskooppisesti ja lisäksi oksien pituuskasvua mitattiin vuosina 2006 ja 2007 syntyneistä oksista. Tutkittavat oksat katkaistiin puiden ylimmästä kolmanneksesta maaliskuussa 2007 ja 2008. Käsittelyssä E neulasten poikkileikkauspinta-ala oli suuntaantavasti ja keskuslieriön pinta-ala merkitsevästi pienempi kuin muissa käsittelyissä. Tulos on samansuuntainen aiemman, Kolilla tehdyn routakokeen kanssa. Kumpanakin käsittelyvuonna syntyneiden oksien pituuskasvu oli merkitsevästi huonompaa käsittelyssä E verrattuna muihin käsittelyihin. Lisäksi vuonna 2007 syntyneet oksat olivat lyhyempiä kuin vuoden 2006 oksat. Päätesilmujen kokonaismäärä vaihteli vuosittain, mikä ilmeisesti liittyy oksien määrän vuosien väliseen vaihteluun. Lisäksi terveitä päätesilmuja oli vähemmän vuonna 2007 muodostuneissa silmuissa, erityisesti käsittelyissä A ja E. Päätesilmua ympäröivien ja alempana oksassa olevien sivusilmujen kokonaismäärät ja terveiden silmujen osuus olivat pienempiä käsittelyissä A ja E verrattuna käsittelyyn K. Lisäksi vuonna 2007 silmuja muodostui vähemmän kuin vuonna 2006. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että juuriin kohdistuva kylmästressi näyttää heijastuvan oksien pituuskasvuun ja sivusilmuihin, mikä antaa aiheen olettaa, että käytettävissä olevat energiavarat latvustossa kohdistetaan päätesilmuihin, jotka ovat tärkeimmät oksien kasvun kannalta.

Kirjallisuus

Repo, T., Sutinen, S., Nöjd, P. & Mäkinen, H. 2007. Implications of delayed soil thawing on trees: A case study of a *Picea abies* stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22(2): 118-127.

Onko Kolilla lunta jouluna 2050?

Esko Kuusisto

Suomen ympäristökeskus, Mechelininkatu 34 A, 00250 Helsinki, esko.kuusisto@ymparisto.fi

Pohjoisen pallonpuoliskon lumipeite on viime vuosikymmeninä kutistunut erityisesti kevätkuukausina. Tämän todistavat sekä maastossa tehdyt mittaukset että satelliittihavainnot. Suomen ympäristökeskus ylläpitää noin 150 lumilinjan verkkoa kautta Suomen. Näiden havaintojen pohjalta maamme lumiolot tunnetaan kenties paremmin kuin minkään muun valtion, jossa lunta esiintyy.

Eteläisessä Suomessa lumiolot ovat jo selvästi muuttuneet. Vantaan ja Aurajoen vesistöissä talven paksuimmista hangista on vuoden 1990 jälkeen huvennut keskimäärin yli kolmannes, Kyrönjoellakin neljännes. Pohjois-Karjalassa tilanne on säilynyt liki ennallaan, Kainuussa lumi on jopa lisääntynyt. Lapissa 1990-luku oli todennäköisesti koko viime vuosisadan lumisin vuosikymmen, mutta vuoden 2000 jälkeen lumi on sielläkin huvennut selvästi.

Lumen väheneminen Etelä-Suomessa on ollut niin rajua, että ilmastomallien mukaan viime talvien kaltaiset lumimäärät kuuluisivat vasta jonnekin 2030- tai 2040-luvulle. Lappiin eräät mallit ennakoivat jopa lumen määrän lisäystä lähivuosikymmeninä, kun talvisadanta kasvaa eikä lämpötilan nousu vielä ennätä vaihtaa sateen olomuotoa. Sakeita pyryjä voi sattua etelässäkin vielä lastenlastemme eläkepäivinä, toki harvemmin kuin nykyään. Aorauskalustot ja lumikolat eivät hevin muutu Suomessa museotavaraksi.

Maaperän ilokaasupäästöt talvella - syitä ja seurauksia

Marja Maljanen

Kuopion yliopisto, Ympäristötieteiden laitos, PL 1627, 70211 Kuopio, marja.maljanen@uku.fi

Ilokaasu eli dityppioksidi (N_2O) on lämmitysvaikutukseltaan noin 300 kertaa tehokkaampi kasvihuonekaasu kun hiilidioksidi sadan vuoden tarkastelujaksolla. Typpilannoitetut maatalousmaat ja ojitetut ravinteikkaat turvemaat ovat N_2O :n merkittävimpiä lähteitä Suomessa. N_2O :a maaperässä tuottavat pääasiassa typen kierron mikrobiologiset prosessit, nitrifikaatio ja denitrifikaatio sekä pieniä määriä kemialliset prosessit. Viime vuosina on havaittu, että talvella saattaa esiintyä hyvinkin suuria ilokaasupäästöjä sekä maatalous- että metsämaista. Useissa tutkimuksissa boreaaliselta alueelta talviaikaisten N_2O -päästöjen osuus on ollut noin puolet tai jopa 90% vuosipäästöistä. Myös laboratoriokokeissa on havaittu, että alhaisissa lämpötiloissa, alle 0 °C, N_2O :n tuotto voi olla jopa voimakkaampaa kuin plusasteisissa maissa. Talvipäästöt näyttävät usein muodostuvan lyhytaikaisista purkauksista ensin maan jäätyessä alkutalvesta ja myöhemmin roudan sulaessa keväällä, mutta N_2O -päästöjen talvidynamiikka riippuu paljon sääolosuhteista syksyn ja talven aikana. Syyt tähän ilmiöön eivät ole yksiselitteisiä. Nitrifikaatiossa ja denitrifikaatiossa syntyvä N_2O on näiden prosessien sivutuote ja sen osuuteen vaikuttavat mm. maan kosteus ja pH. Talviaikaisiin päästöihin vaikuttavat myös esimerkiksi maan muut kemialliset ominaisuudet, typen ja hiilen saatavuus, maan rakenne, lumipeitteen paksuus ja kesto, roudan syvyys ja kesto, sääolosuhteet talven aikana ja keväällä roudan sulaessa.

Koska N_2O :n muodostuminen on ainakin pääosin mikrobiologista alkuperää, siihen tarvitaan sulaa vettä. Erään teorian mukaan N_2O :a muodostuu maapartikkeleiden pinnoilla sulan veden kalvoilla, joihin on kertynyt ympäröivän veden jäätyessä paljon suoloja. N_2O :a voi myös syntyä roudan alla sulassa maassa, mutta myös routakerroksessa em. sulan veden mikroympäristöissä. Joissakin tilanteissa tiiviin routakerroksen estäessä kaasujen vaihtoa, N_2O :a kertyy maahan talven aikana. Tämä talven aikana kertynyt N_2O purkautuu nopeasti maasta ilmakehään roudan sulamisen yhteydessä aiheuttaen suuren lyhytaikaisen päästöhuipun. Maan jäätyminen tai roudan sulamisen jälkeisen N_2O :n purkauksen on epäilty johtuvan myös maan mikrobipopulaation aktiivisuuden muutoksesta lähellä 0°C, ja uuden mikrobiologista alkuperää olevan N_2O :n muodostumisesta, mutta tästäkin on ollut ristiriitaisia tuloksia. Kaikki maassa muodostunut N_2O ei pääse ilmakehään asti, vaan osa pelkistyy matkallaan typeksi (N_2). N_2O :n pelkistämiseen tarvittava reduktasi-entsyymi ei toimi alhaisissa lämpötiloissa, jolloin maan vielä ollessa jäässä tätä pelkistymistä ei tapahdu. Tämä myös osaltaan selittää N_2O :n kertymisen jäiseen maahan. Suurten roudan sulamisen aikaisten päästöjen synnyn on myös arveltu johtuvan siitä, että talvesta selvinneet denitrifikaatiobakteerit hyötyvät talven tappamien mikrobien hajoamisesta. Nämä prosessit ja niihin vaikuttavat tekijät ovat kuitenkin edelleen huonosti tunnettuja.

N_2O :n muodostuminen ja päästöt alhaisissa lämpötiloissa on edelleen kuuma tutkimusaihe, mikä voidaan nähdä jatkuvasti kasvavasta julkaisumäärästä ko. aihepiiristä. Talvipäästöjen mekanismien paremmalla tuntemisella ja niihin vaikuttamisella voitaisiin huomattavasti vähentää vuotuisia N_2O päästöjä pohjoisilla alueilla.

Ilmastonmuutos ja biottiset metsätuhot

Pekka Niemelä

Biologian laitos, Turun yliopisto, 20014 Turun yliopisto

Ilmastonmuutoksen on ennustettu muuttavan boreaalisen metsävyöhykkeen ekologiaa huomattavasti. Kasvukauden on arvioitu pidentyvän ja etenkin talviset lämpötilat nousevat sekä vuotuiset sademäärät kohoavat. Vastaavasti nämä elinympäristössä tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa metsissämme esiintyviin eläin- ja sienituhoihin usean mekanismin kautta:

- vaikuttamalla eliöiden kehitysnopeuteen tai elinkiertoon
- vaikuttamalla populaatiodynamiikkaan
- muutamalla ravintokasvien saatavuutta ja laatua.

Esitän nykytutkimuksen tuottamia esimerkkejä ilmastonmuutoksen vaikutuksesta tuhoeläimiin. On tärkeää muistaa, että eri tekijöiden vaikutukset voivat olla vastakkaisia. Toisaalta eri tekijät voivat tukea toisiansa. Todellinen vaikutus on siten aina eri tekijöiden ”nettosumma”.

Suotuisat elinympäristömuutokset: Pidentynyt kasvukausi voi vaikuttaa siihen, että eteläiset tuholaislajit voivat levittäytyä Suomeen. Hyviä esimerkkejä tällaisista lajeista ovat havu- (*Lymantria monacha*) ja lehtinunna (*L. dispar*) (Vanhanen et al. 2007). Molemmat nunnalajit ovat merkittäviä tuholaisia Keski-Euroopassa. Kasvikauden pidentyminen voi lisätä kirjanpainajien (*Ips*-lajit) sukupolvien määrää ja siten lisätä niiden tuhopotentiaalia.

Populaatiodynamiikan muutokset: Ilmastonmuutoksen aiheuttama talvilämpötilojen nousu vaikuttaa merkittävien tuhohyönteisen, tunturikoivulla tuhoja aiheuttavan tunturimittarin (*Epirrita autumnata*), hallamittarin (*Operopthera brumata*) ja männyllä laaja-alaisia neulastuhoja aiheuttavan ruskomäntypistiäisen (*Neodiprion sertifer*) kannanvaihteluihin alentamalla talvehtivien munien kuolleisuutta (Virtanen et al. 1996).

Ravintokasvien saatavuus ja laatu: Lehtipuulajien ennustettu yleistymisen ilmastonmuutoksen myötä lisäänee lehtipuihin kohdistuvaa tuhoriskiä. Kasvit puolustautuvat kasvinsyöjiä ja taudinaiheuttajia vastaan tuottamalla puolustusyhdisteitä. Ilmastonmuutoksen on todettu voivan vaikuttaa näiden yhdisteiden määriin ja muuttaa ravintokasvin laatua paremmaksi tai huonommaksi tuholaisen kannalta (Veteli et al. 2007).

Kirjallisuus

- Vanhanen, H., Veteli, T.O., Päivinen, S., Kellomäki, S. and Niemelä, P. 2007. Climate change and range shifts in two insect defoliators: gypsy moth and nun moth – a model study. *Silva Fennica* 41: 621-638.
- Veteli T.O. et al. 2007. Do Elevated Temperature and CO₂ Generally Have Counteracting Effects on the Phenolic Phytochemistry of Boreal Trees? *Journal of Chemical Ecology* 33: 287-296.
- Virtanen, T., Neuvonen, S., Nikula, A., Varama, M. and Niemelä, P. 1996. Climatic change and risks of *Neodiprion sertifer* outbreaks on Scots pine. *Silva Fennica* 30: 169-177.

Myyrät muuttuvassa ilmastossa

Otso Huitu

Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen toimintayksikkö, Juntintie 154, 77600 Suonenjoki, otso.huitu@metla.fi

Myyrät ovat olennainen osa pohjoisia selkärankaiseliöyhteisöjä. Ne ovat elintärkeää saalista monelle petolajille, niillä on merkittävä rooli kasvillisuuden muokkaajana ja lisäksi ne voivat levittää tauteja ihmisiin. Myyräkannat vaihtelevat 3-4 vuoden sykleissä, joita saavat aikaan petojen saalistus ja talviravinnon puute. Myyräkantojen syklisyys on riippuvaista vuodenaajoista siten, että voimakkaimmat syklit tavataan alueilla, joilla vallitsee pitkä ja luminen talvi. Talvi on kriittinen aika myyrille, sillä silloin ravintovarot eivät uudistu eikä lisääntyminen korvaa kuolleisuuden aiheuttamaa populaatiotiheyden laskua.

Myyrien kannanvaihteluiden on havaittu viimeksi kuluneiden parin vuosikymmenen aikana heikentyneen monin paikoin eri puolilla maailmaa. Heikkenemiselle on esitetty useita hypoteeseja, joista toistuvin on ollut ilmastonmuutos. Varsinkin talvien leudontumisella on katsottu olevan myyräsyklejä heikentävä vaikutus. Ilmastonmuutos voi vaikuttaa myyrien kannanvaihteluihin joko suorasti tai epäsuorasti trofiatasojen välisten vuorovaikutusten kautta.

Skotlannissa peltomyyrien kannanvaihtelut ovat heikentyneet samanaikaisesti lumipeiteajan lyhenemisen myötä. Norjassa puolestaan sopulisyklit ovat kadonneet talven lämpenemisen myötä. Molemmissa tapauksissa jyrksijöihin suoraan vaikuttava tekijä saattaa olla maanpintaan muodostuva jääkerros, joka vaikeuttaa myyrien liikkumista ja ravinnonhankintaa hangen alla. Toistuvat lumien sulamis- ja jääty miskierrot ovat myös energeettisesti haastavia myyrille.

Myyriin epäsuorasti ilmaston kautta vaikuttavia tekijöitä tunnetaan toistaiseksi huonosti. On kuitenkin mahdollista, että muuttuvat ilmasto-olot vaikuttava joko myyriä saalistavien petojen lisääntymis- tai saalistusmenestykseen tai myyrien käyttämien ravintokasvien levinneisyyteen, runsauteen tai ravinnolliseen laatuun ja tätä kautta myyriin.

Ilmastonmuutoksen ja erityisesti talvien leudontumisen ennustetaan heikentävän myyrien syklisiä kannanvaihteluita joko syklien voimakkuuden pienenemisen tai syklin pituuden kasvamisen ansiosta. Joillain alueilla kyseisiä ilmiöitä on jo havaittu ja ne on voitu kohtalaisen luotettavasti kytkeä muuttuneisiin talviolosuhteisiin. Talvet ovat leudontuneet myös Etelä-Suomessa, mutta samalla alueella myyräkantojen vaihtelu on ollut kuluneen vuosikymmenen aikana voimakkaampaa kuin koskaan. On siis mahdollista, että muutokset myyräsykliä säännöllisyydessä johtuvat ilmaston lisäksi myös muista, toistaiseksi tuntemattomista, tekijöistä.

Riekon (*Lagopus lagopus*) talviravinnon käyttö ja valinta Suomen eteläisissä populaatioissa

Jenni Miettunen

Joensuun yliopisto, Biologian laitos, PL 111, 80101 Joensuu, jenni.miettunen@gmail.com

Suurin osa riekkojen ravinnonkäytön ja -valinnan tutkimuksista on tehty Lapissa kupujen sisältöjen perusteella. Riekkokannat Suomen eteläisissä osissa ovat heikentyneet muun muassa avosoiden metsittymisen ja ilmastonmuutoksen myötä. Tutkin riekkojen talviravinnon käyttöä ja valintaa Ilomantsissa ja Joensuun Uimaharjussa. Näillä alueilla elää vielä pieniä riekkoparvia.

Tutkimuksessani selvitin riekkojen kokonaisravinnonkäyttöä syönnösjälkiä laskemalla. Lumijälkiä laskemalla eri kasvilajien tuntumasta sekä kasvillisuutta kartoittamalla kahdessa eri mittakaavassa sain selvitettyä riekkojen suhteellisen ravinnonkäytön. Valintakokeessa tarjosin riekkoille kuutta eri pajulajia ja hieskoivua.

Riekkojen käyttämä ravinto koostui kiiltopajusta (*Salix phylicifolia*), pohjanpajusta (*S. lapponum*) ja tuhkapajusta (*S. cinerea*). Mustuvapajua (*S. myrsinifolia*) riekot söivät mielellään silloin, kun sitä on tarjolla. Hieskoivun (*Betula pubescens*) käyttö ravintona oli vähäistä. Suhteessa tarjolla olevan ravinnon määrään vaivaiskoivu (*Betula nana*), mustuvapaju, halava (*S. pentandra*) ja pohjanpaju olivat halutumpia kuin kiiltopaju, mutta kiiltopaju saattaa kasvutapansa vuoksi tarjota riekkoille helpommin saatavaa ravintoa. Hieskoivuvaltaisessa kasvillisuudessa ravintoa ei etsitty aktiivisesti.

Valintakokeen mukaan riekot ovat pajulajien suhteen generalisteja. Valintakokeessa olivat mukana pohjanpaju, tuhkapaju, kiiltopaju, mustuvapaju, halava, virpapaju (*S. aurita*) ja hieskoivu. Virpapajua ja hieskoivua syötiin vähemmän kuin muita mukana olleita kasvilajeja. Valintakokeessa vuosikasvujen kärjet olivat suositumpaa ravintoa kuin silmut.

Riekkoja olisi mahdollista ruokkia talven yli, sillä ne oppivat testilajien paikat ja palasivat samoille paikoille syömään uudet testiasetelmat. Riekkojen elinalueet ovat kuitenkin talvella laajemmat kuin sulan maan aikaan, ja talvella riekkoille on tarjolla ravintoa. Talviravinnon määrä, laatu ja saatavuus eivät luultavasti rajoita riekkojen esiintymistä Suomen eteläisissä osissa niin merkittävästi kuin sääolot ja elinalueiden laatu lumettoman kautena.

Silmunmuodostuksen kriittinen yön pituus rauduskoivun eteläisessä ja pohjoisessa metsikössä

Anneli Viherä-Aarnio¹, Risto Häkkinen¹ ja Olavi Junttila²

¹ Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö, PL 18, 01301 Vantaa, anneli.vihera-aarnio@metla.fi

² Department of Biology, University of Tromsø, N-9037 Tromsø, Norway

Puiden oikea-aikainen talveentuminen on tärkeä edellytys niiden menestymiselle pohjoisessa ilmastossamme. Talveentumiskehityksen ensimmäinen näkyvä vaihe on pituuskasvun päätyminen, jonka saa aikaan loppukesällä valojaksen muutos, yön piteneminen. Koivun taimet ovat erityisen herkkiä tälle fotoperiodiselle säätelylle. Kasvun päättymisen laukaiseva kriittinen yön pituus voidaan määrittellä eri tavoin, mutta yleensä sillä tarkoitetaan lyhintä yötä, joka aiheuttaa pituuskasvun päättymisen, tai saa aikaan silmunmuodostuksen 50 % tarkasteltavista taimista. Tässä työssä tutkittiin rauduskoivun kahden fotoperiodiekotyypin (pohjoisen ja eteläisen metsikön) silmunmuodostuksen kriittistä yön pituutta ja sen vaihtelua ekotyypin sisällä puiden välillä.

Tutkimus tehtiin Tromssan yliopiston fytofoniasemalla (69°39'N) Pohjois-Norjassa syksyllä 2001 ja keväällä 2002. Tutkimusaineiston muodosti kaksi toisiinsa nähden etäisillä leveysasteilla kasvavaa rauduskoivumetsikköä. Eteläinen (pitkään yöhön sopeutunut ekotyyppi) sijaitsi Tuusulassa (60°27'N) ja pohjoinen metsikkö (lyhyeen yöhön sopeutunut ekotyyppi) Kittilässä (67°44'N). Kummastakin koivikosta kerättiin 21 puusta vapaapölytyksen tuloksena syntyneitä siementä. Puittain erillään pidetyt siemenet kylvettiin ja taimia kasvatettiin +18°C lämpötilassa 74 % suhteellisessa kosteudessa 24 tunnin valojaksossa n. 4 viikon ajan, minkä jälkeen ne siirrettiin varsinaisen kokeen yön pituuskäsittelyihin 4-6 viikon ajaksi. Tutkimuksessa toteutettiin kolme fytofonikoetta, joissa molempien metsiköiden yksittäisten emopuiden taimijälkeläisiin kohdistettiin 4-6 erilaista yön pituuskäsittelyä. Tuusulan taimien käsittelyissä käytetyt yön pituudet vaihtelivat välillä 5-8,5 h ja Kittilän käsittelyissä välillä 1-4,5 h. Yön pituuskäsittelyjen päätyttyä verson kärkisilmun muodostaneiden taimien määrä ja prosenttiosuus laskettiin erikseen kutakin emopuuta ja käsittelyä kohden. Havaintojen perusteella määritettiin jokaisen emopuun taimijälkeläisille regressioanalyysiä apuna käyttäen 50 % silmunmuodostuksen aiheuttava kriittinen yön pituus (CNL), jossa esiintyvää metsiköiden välistä ja sisäistä vaihtelua testattiin tilastollisesti.

Silmun muodostaneiden taimien osuus oli molemmilla ekotyypeillä alhaisin lyhyissä yön pituuksissa ja kasvoi nopeasti yön pituuden kasvaessa. Keskimääräinen CNL ja sen 95 % luottamusväli oli eteläisellä ekotyypillä $6,3 \pm 0,2$ h ja pohjoisella $3,1 \pm 0,3$ h. Ekotyypit erosivat merkitsevästi toisistaan. Ekotyypin sisäinen CNL:n varianssi oli merkitsevästi suurempi pohjoisella (0,484) kuin eteläisellä ekotyypillä (0,150). Yksittäisten emopuiden keskimääräisten kriittisten yön pituuksien vaihteluväli oli Tuusulassa 5,5 h - 6,7 h (1,2 h) ja Kittilässä 1,8 - 4,0 h (2,2 h). Tuusulassa emopuut erosivat tässä suhteessa tilastollisesti merkitsevästi, mutta Kittilässä eivät. Kun CNL -arvojen luottamusvälit ja puukohtaisten CNL:ien vaihteluvälit muunnettiin Tuusulan ja Kittilän yön pituuden muutoskäyrien kautta kalenteriajoiksi, oli vaihtelu pohjoisessa kapeampi kuin etelässä, mikä johtuu yön pituuden nopeammasta muutoksesta pohjoisilla leveysasteilla verrattuna eteläisiin.

Kirjallisuus

Viherä-Aarnio, A., Häkkinen, R. & Junttila, O. 2006. Critical night length for bud set and its variation in two photoperiodic ecotypes of *Betula pendula*. *Tree Physiology* 26:1013-1018.

Posterit

Roudan vaikutus metsämaan kasvihuonekaasupäästöihin

Marja Maljanen², Jukka Alm¹, Pertti J. Martikainen² ja Tapani Repo¹

¹ Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusyksikkö, PL 68, 80101 Joensuu, jukka.alm@metla.fi

² Kuopion yliopisto, Ympäristötieteiden laitos, PL 1627, 70211 Kuopio

Kivennäismaiden metsistä ei yleensä emittoitu suuria määriä dityppioksidia (N₂O) tai metaania (CH₄). Näitä voimakkaita kasvihuonekaasuja muodostuu enemmän ojitetuilla turvemaidella, joissa typen saatavuus ja happiolosuhteet ovat edullisemmat näiden kaasujen muodostumiselle. Tässä työssä mitattiin N₂O, CH₄ ja maahengityksen CO₂-virtoja 47-vuotiaassa kuusikossa eri tavoin maan routaoloihin vaikuttavien käsittelyjen aikana. Kontrollikäsitellyssä (K) lumi kertyi ja sulii luontaisesti. Kahdessa käsittelyssä satanut lumikerros poistettiin toistuvasti auraamalla. Yhdessä käsittelyssä auraamista (A) jatkettiin lumen sulamiseen asti ja toisessa auraaminen lopetettiin ja maan pinta eristettiin (E) maaliskuun lopussa roudan sulamisen hidastamiseksi. Kaasumittaukset tehtiin lumikerroksen aikana gradienttimenetelmällä, jossa verrataan kaasupitoisuutta lumen alla välittömästi maan pinnan yläpuolella ja lumikerroksen päällä olettaen kaasuvuon noudattavan diffuusiota huokoisessa aineksessa. Lumikerroksen paksuus mitattiin ja huokoisuus määritettiin tiheysmittauksin. Avoimenmaan aikana kaasuvuot mitattiin kammiomenetelmällä, jossa alareunasta pehmeällä tiivisteellä varustettu kammio asetettiin suoraan maan pinnalle. Kaasuvuo määritettiin neljästä näytteestä kammioilman kaasupitoisuuden lineaarisesta muutoksesta ajan funktiona. Maastossa otettujen näytteiden kaasupitoisuudet määritettiin laboratoriossa kaasukromatografilla, jossa oli ilmaisimet kullekin kaasulle (N₂O: ECD, CH₄, FID ja CO₂: TCD).

Viivästetty routa lisäsi N₂O-vuota ja myös maahengitystä kesä-heinäkuun aikana verrattuna kontrollikäsitelyyn. Viivästetyn roudan sulaessa kesäkuussa maavedestä mitattiin tavallista korkeampia nitraatin (NO₃⁻), muttei ammoniumin (NH₄⁺) pitoisuuksia. Tulokset viittavaat siihen, että denitrifikaatio selittäisi kohonneen N₂O-vuon. Dityppioksidin nettokulutusta ilmakehästä maaperään havaittiin toistuvasti. Vallitsevaan metaanin nettokulutukseen (virta ilmakehästä maaperään) kummallakaan käsittelyllä ei ollut vaikutusta. E-käsittelyssä kohonneen CO₂-vuon voisi ajatella liittyvän kesä-heinäkuussa humuskerroksen pintaosan vertailua suurempaan kosteuteen roudan sulamisvaiheessa, kun ilman (ja maan pintakerroksen) lämpötila samaan aikaan oli korkea. Koko aineiston korrelaatioanalyysi ei kuitenkaan paljastanut tällaista yhteisvaihtelua. Tutkimus osoitti, että alhaiset lämpötilat voivat lisätä N₂O-päästöjä myös kivennäismaiden metsissä, ei vain maatalousmaissa. Jos eristävä lumikerros ohenee talvien lämmitessä, routaolojen muutokset voivat vaikuttaa metsien humuskerroksen N₂O-päästöjä lisäävästi.

Mykorritsarakenteen vaikutus männyn (*Pinus sylvestris* L.) juurten pakkaskestävyyteen

Anna Korhonen^{1,2}, Tarja Lehto² ja Tapani Repo¹

¹ Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101 Joensuu

² Joensuun Yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko mykorritsarakenteella vaikutusta männyn (*Pinus sylvestris* L.) juurten pakkaskestävyyteen. Lisäksi selvitettiin, onko karaisukäsittelyllä (lyhyt valonjakso, alennettu lämpötila) vaikutusta mykorritsallisten ja mykorritsattomien männyn juurten pakkaskestävyyteen.

Tutkimusta varten kasvatettiin neljässä lohossa männyn taimia, joille 17 viikon kasvatusohjelman jälkeen tehtiin pakkaskestävyydsmittaukset. Lohkoissa kasvatettiin mykorritsattomia ja mykorritsallisia männyn taimia, joista puolet arvottiin karaisukäsittelyyn ja puolet kasvoi ilman karaisukäsittelyä. Tämä tutkimus tehtiin alhaisilla ravinnepitoisuuksilla.

Juurten pakkaskestävyys testattiin ionivuototestillä. Jokaisesta lohkosta valmisteltiin 6-7 altistuslämpötilaa varten kolme rinnakkaista näytettä jokaisesta neljästä käsittelystä. Juurinäytteen solukon vaurioituneisuutta mitattiin uuttoliuoksen sähkönjohto-kykymittauksilla. Näytteiden sähkönjohtokyvyn perusteella määritettiin käsittelyille lämpötilavastekäyrät. Ionivuototestien, ravinneanalyysien sekä kasvosien kuivapainojen arvoja vertailtiin keskenään varianssianalyysillä.

Tutkimuksessa havaittiin, että mykorritsarakenne ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi männyn juurten pakkaskestävyyteen eikä sillä ollut karaisukäsittelyn kanssa yhdysvaikutusta. Karaisukäsittelyssä olleiden taimien juuret kestivät kylmänaltistusta huomattavasti huonommin kuin karaisumattomat taimet. Lämpötilavastekäyrän käänneaste mykorritsattomien ja mykorritsallisten taimien juurilla oli $-6,8\text{ °C}$ ja $-7,5\text{ °C}$ karaisukäsittelyssä, sekä $-9,8\text{ °C}$ ja $-8,9\text{ °C}$ ilman karaisukäsittelyä.

Mykorritsasieniä on tutkittu melko paljon, mutta niiden toimintaa alhaisissa lämpötiloissa ei tunneta hyvin. Aiemmat tutkimukset osoittavat, että sienijuuri säilyy elinkykyisenä, vaikka sitä ympäröivän maan lämpötila laskisikin useita asteita pakkasen puolelle. Tämän tutkimuksen tulokset männyn juurten pakkaskestävyydestä vastaavat aiempia tuloksia. Tutkimuksessa ravinnepitoisuudet olivat hyvin matalat, millä voi olla vaikutusta mykorritsan muodostumiseen ja juurten pakkaskestävyyteen. Lisätutkimus mykorritsarakenteen toiminnasta alhaisissa lämpötiloissa on tarpeen erityisesti eri ravinnepitoisuuksilla sekä myös muilla kuin Hebeloma-suvun mykorritsoilla toteutettuna.

Talviaikaisen hiilidioksidivuon määrittäminen hiilidioksidiprofiilimenetelmällä

Liisa Kulmala ja Jukka Pumpanen

Helsingin yliopisto, Metsäekologian laitos, PL 27, 00014 Helsinki,
e-mail: liisa.kulmala@helsinki.fi, jukka.pumpanen@helsinki.fi

Maan hiilidioksidivuo muodostaa noin 2/3 koko metsäekosysteemin hiilidioksidivuosta ilmakehään (Kolari ym., 2009). Talvisin hetkellinen hiilidioksidivuo on pieni verrattuna esimerkiksi loppukesään, mutta toisaalta tämä vähäisen biologisen aktiivisuuden aika kestää huomattavan pitkään aikaansaaden merkittävän hiilipäästön ilmakehään. Väärin arvioitu talviaikainen vuo vaikuttaa oleellisesti arvioitaessa mm. metsikön hiilitasetta.

Perinteisesti maan hiilidioksidivuota on mitattu manuaalisilla ja automaattisilla kammioilla. Talvella näillä mittaaminen on kuitenkin vaikeaa ja virhealtista, sillä ympäristöolosuhteet kammion sisällä ovat alttiita poikkeamaan ympäröivistä olosuhteista lämpötilan vaihteluiden, lumen sulamisen ja jään muodostumisen vuoksi. Jatkuvatoimisten mittausten tapauksessa kammiota on lisäksi pakko lämmittää jäätyminen takia, mikä vääjäämättä aikaansaa kammioon ympäristöstä poikkeavat olosuhteet.

Maan ja sen pinnalla mahdollisesti olevan lumen huokoisuus määräävät hiilidioksidivuon nopeuden yhdessä vuota ajavan hiilidioksidipitoisuuseron kanssa. Maan huokoisuus riippuu maalajista ja maan kosteudesta, kun taas lumen huokoisuus vaihtelee alinomaa lumen vesiarvon mukaan. Vesiarvo on kuitenkin mahdollista mitata tai arvioida edellisten päivien lämpötiloista ja sateista. Hiilidioksidivuo maasta ilmakehään voidaankin määrittää laskennallisesti tunnettaessa maan ominaisuudet, maan ja lumen huokoisuus sekä hiilidioksidipitoisuusero maan ja ilman välillä. Menetelmää on menestyksekkäästi käytetty jo lumettoman maan hiilidioksidivuon määrittämiseen (Pumpanen ym., 2008)

Tutkiaksemme pitoisuusgradientin käyttömahdollisuuksia talviaikaisen vuon selvittämiseen mittasimme hiilidioksidipitoisuutta maasta neljällä ja lumesta kolmella eri syvyydellä 1.12.2005–1.5.2006 SMEARII- asemalla (Hari ja Kulmala, 2005). Vertailimme tuloksia myös perinteisillä automaattikammioilla (Pumpanen ym., 2001) mitattuun vuohon.

Kirjallisuus

- Hari, P. & Kulmala, M. 2005: Station for measuring Ecosystem-Atmosphere Relations (SMEARII). *Boreal Environment Research* 10: 315–322
- Kolari, P., Kulmala, L., Pumpanen, J., Launiainen, S., Ilvesniemi, H., Hari, P. & Nikinmaa, E. 2009: CO₂ exchange and component CO₂ fluxes of a boreal Scots pine forest. *Boreal Environment Research* 14: 761–783
- Pumpanen, J., Ilvesniemi, H., Keronen, P., Nissinen, A., Pohja, T., Vesala, T. & Hari, P. 2001: An open chamber system for measuring soil surface CO₂ efflux: Analysis of error sources related to the chamber system. *Journal of Geophysical Research* 106: 7985-7992
- Pumpanen, J., Ilvesniemi, H., Kulmala, L., Siivola, E., Laakso, H., Kolari, P., Helenelund, C., Laakso, M., Uusimaa, M. & Hari, P. 2008. Respiration in boreal soil as determined from carbon dioxide concentration profile. *Soil Science Society of America Journal* 72: 1187-1196

Lumipeitteen, puuston ja kenttäkerroksen kasvillisuuden vuorovaikutukset havumetsässä

Sirpa Rasmus, Robin Lundell ja Timo Saarinen

Plant Ecophysiology and Climate Change Group (PECC), Bio- ja ympäristötieteiden laitos,
PL 65, (Viikinkaari 1), 00014 Helsingin yliopisto

Lumella tiedetään olevan huomattava vaikutus kasvien esiintymiseen tunturipaljakalla. Sen sijaan lumen vaikutuksesta kenttäkerroksen kasveihin pohjoisissa havumetsissä tiedetään vähän. Havumetsissä puut sekä vaikuttavat lumipeitteen alueelliseen jakaumaan että kilpailevat kasvukaudella kenttäkerroksen kasvillisuuden kanssa. Tässä tutkimuksessa havainnoitiin lumen syvyyden, kesäkauden sadannan, latvuston muodon ja puiden sijainnin sekä kenttäkerroksen kasvillisuuden pienen mittakaavan alueellista vaihtelua mäntyvaltaisessa havumetsässä eteläisessä Suomessa.

Lumen syvyyden alueellinen jakauma pysyi pitkälti muuttumattomana halki talven samoin kuin kahtena eri talvena. Lumen syvyyden ja puuston alueellista vaikutusta kuvaavien indeksien välillä oli merkitsevä negatiivinen korrelaatio. Varpujen peittävyys korreloi positiivisesti lumen syvyyden kanssa, mutta ei puuston vaikutusindeksien tai kesäkauden sadannan kanssa. Sammalten peittävyys korreloi negatiivisesti kaikkien tutkittujen vaikutusindeksien kanssa.

Yksittäisistä lajeista mustikan (*Vaccinium myrtillus*), puolukan (*V. vitis-idaea*) ja kerrossammalen (*Hylocomium splendens*) suurimmat peittävyudet havaittiin näytealoilla, joissa lumipeite oli syvä. Vanamo (*Linnaea borealis*) puuttui täysin näistä runsaslumisista paikoista, ja seinäsammal (*Pleurozium schreberi*) ja kangaskynsisammal (*Dicranum polysetum*) olivat yleisimpiä kohdissa, joissa lumen syvyys oli kohtalainen. Korrelaatiot kesäkauden sadannan alueellisen jakauman ja yksittäisten lajien peittävyuden välillä olivat yleisesti heikkoja. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että puut eivät vaikuta kenttäkerroksen kasvillisuuteen ainoastaan kilpailun kautta, vaan niillä on myös epäsuora, lumipeitteen epätasaisuuden kautta tuleva vaikutus.

Lumen sulamisen merkitys juurivyöhykkeen maalämpötilaan ja vesipitoisuuteen subarktisessa Lapissa

Raimo Sutinen¹, Andrea Vajda³, Pekka Hänninen² ja Marja-Liisa Sutinen⁴

¹ Geological Survey of Finland, P.O. Box 77, FIN-96101 Rovaniemi, raimo.sutinen@gtk.fi,

² Geological Survey of Finland, Betonimiehenkuja 4, FIN-02150 Espoo, pekka.hanninen@gtk.fi

³ Finnish Meteorological Institute, P.O. Box 503, FIN-00101 Helsinki, andrea.vajda@fmi.fi,

⁴ Finnish Forest Research Institute, Eteläranta 55, FIN-96300 Rovaniemi, marja-liisa.sutinen@metla.fi

Lumen sulamisen ajoittuminen on puun kasvun kannalta kriittinen tekijä pohjoisessa, mutta raja-arvot veden saatavuuden ja maalämpötilan suhteen ovat huonosti tunnettuja. Tässä tutkimuksessa monitoroitiin lumen paksuutta, ilman ja maan lämpötilaa sekä vesipitoisuutta maassa, hieskoivun pintapuussa ja juurissa Suomen Lapissa vuosina 1999-2003. Poikkeuksellisen kylmän jakson aikana tammikuussa 1999 (Tilma=-49°C) maalämpötila (10 cm:n syvyydessä) laski -26°C:een lumettomalla paikalla, mutta 50 cm:n lumipeitteen alla maalämpötila laski vain -0.5°C:een. Lumen sulamisvesi vajosi osittain jäätyneeseen maahan siten, että maaveden määrä kasvoi merkittävästi kahdesta kuuteen viikkoon ennen kuin maalämpötila nousi nollan yläpuolelle. Maalämpötila saavutti nolla °C:n viikko lumen häviämisen jälkeen. Koivun rungon vesipitoisuuden kasvu oli samanaikainen ilman lämpötilan nousun kanssa. Vesipitoisuuden vuodenaikainen vaihtelu koivun juuri-runco-systeemissä oli systemaattinen mittausjakson aikana. Korkeat vesipitoisuudet myöhäistalvella-alkukeväästä indikoivat mahlan virtausta ja syksyllä tapahtuva vesipitoisuuden kohoaminen ravinteiden varastoitumista juuristoon.

Kuusen kasvusilmun kehittyminen kevättalvella: mikroskooppiset havainnot suhteessa lämpötilan kertymiseen

Sirkka Sutinen¹, Jouni Partanen², Anneli Viherä-Aarnio³, Risto Häkkinen³

¹ Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö, PL 68, 80101 Joensuu

² Metsäntutkimuslaitos, Punkaharjun toimintayksikkö, Finlandiantie 18, 58450 Punkaharju

³ Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö, PL 18, 01301 Vantaa

Kasvusilmujen kehittymisen ja puhkeamisen oikea ajoittuminen keväällä on tärkeä pohjoisten puulajien menestymiselle. Ennustettu ilmastonmuutos ja talvilämpötilojen nousu saattavat aikaistaa silmujen kehitysvaiheita ja lisätä silmujen pakkasvaurioriskiä. Pakkasvaurioiden ennustamisessa käytetään silmujen kehitystä kuvaavia fenologisia malleja, jotka perustuvat silmävaraisesti tehtyihin havaintoihin silmunpuhkeamisesta. Silmun kehityksen ulkoisesti näkymätön alkuajankohta on niissä määritetty teoreettisesti. Mallien laadun arvioimiseksi ja kehittämiseksi tarvittaisiin tarkempaa tietoa silmun kehityksen alkuvaiheista. Tässä tutkimuksessa selvitimme ja kuvasimme kuusen silmujen kehityksen mikroskooppisesti havaittavia alkuvaiheita, sekä tarkastelimme niiden ajoittumisen yhteyttä silmujen ulkoisesti havaittaviin morfologisiin kehitysvaiheisiin ja ulkoilman lämpötilan kertymiseen keväällä luonnossa.

Tutkimuksen aineisto kerättiin keväällä 2007 maaliskuun alusta toukokuun loppuun yhteensä 20 kertana ja 2008 helmikuun lopusta kesäkuun alkuun yhteensä 22 kertana Punkaharjulla (61°48'N, 29°20'E) jälkeläiskokeessa kasvavista, eteläsuomalaista alkuperää olevista 16-vuotiaista kuusista. Jokaisella keräyskerralla otettiin viidestä kuusesta ylimmistä oksakiehkuroista yksi oksankärki silmuineen. Jokaisesta oksankärjestä tutkittiin päätesilmu ja kaikki sen ympärillä olevat silmut. Silmuista tarkasteltiin niiden sisäisiä ja ulkoisia morfologisia kehitysvaiheita. Lisäksi varhaisimmat vaiheet analysoitiin valomikroskoopilla. Ilman lämpötilaa mitattiin Tinytalk Data Loggerilla 2 m maanpinnasta kerran tunnissa. Kertyneet lämpösummat laskettiin d.d., d.h. ja p.u.h arvoina.

Ensimmäiset muutokset silmuissa näkyivät valomikroskoopilla rasvojen kertymisinä soluihin. Seuraavaksi muodostuivat johtosolukot. Samanaikaisesti johtosolukoiden muodostumisen kanssa neulasaiheiden pyöreähköt kärjet muuttuivat teräviksi alkaen silmun alaosaan. Tämä neulasaiheiden morfologinen muodonmuutos tapahtui koko verson aiheen pituudelta aikaisin kevättalvella jo ennen kuin mitään silmun ulkoisia muutoksia oli havaittavissa. Alustavat tulokset antavat viitteitä siitä, että kyseiset muutokset saattavat alkaa samoina kalenteripäivinä riippumatta kertyneestä lämpösummasta, ja siten esimerkiksi valo-olosuhteet tai muu biologinen ajastin voisivat säädellä silmun varhaiskehitystä. Sitä vastoin verson- ja neulasaiheiden pituuskasvu, mikä myös alkoi ennen ulkoisesti havaittavia silmumuutoksia, seurasi lämpötilan kertymistä, mutta ei ollut sidoksissa kalenteriaikaan. Lisäksi myös silmun ulkoisesti havaittava kehitys näytti noudattavan lämpötilan kertymistä. Tutkimuksessa saadut alustavat tulokset perustuvat havaintoihin kahdelta keväältä, mikä rajoittaa toistaiseksi niiden luotettavuutta.

Kirjallisuus

Sutinen, S., Partanen, J., Viherä-Aarnio, A. and Häkkinen, R. 2009. Anatomy and morphology in developing vegetative buds on detached Norway spruce branches in controlled conditions before bud burst. *Tree Physiology*, doi: 10.1093 / treephys / tpp078

Osallistujaluettelo

Asikainen Antti	antti.asikainen@metla.fi	Metla, Joensuu
Finér Leena	leena.finer@metla.fi	Metla, Joensuu
Huitu Otso	otso.huitu@metla.fi	Metla, Suonenjoki
Hynönen Tenho	tenho.hynonen@metsakeskus.fi	Metsäkeskus Pohjois-Savo
Häkkinen Risto	risto.hakkinen@metla.fi	Metla, Vantaa
Hänninen Heikki	heikki.hanninen@helsinki.fi	Bio- ja ympäristötieteiden laitos
Jylhä Kirsti	kirsti.jylha@fmi.fi	Ilmatieteen laitos
Kankaanpää Sakari	sakari.kankaanpaa@metsa.fi	Metsähallitus
Kettunen Leena	leena.kettunen@metla.fi	Metla, Joensuu
Koljonen Eija	eija.koljonen@metla.fi	Metla, Joensuu
Korhonen Anna	anna.korhonen@metla.fi	Metla, Joensuu
Kulmala Liisa	liisa.kulmala@helsinki.fi	Metsäekologian laitos, Helsingin yliopisto
Kuusisto Esko	esko.kuusisto@ymparisto.fi	Suomen ympärisökeskus
Kämäräinen Jussi	jussi.kamarainen@uef.fi	Joensuun Yliopisto
Laukkanen Mari	mari.laukkanen@metsa.fi	Metsähallitus
Lehto Tarja	tarja.lehto@uef.fi	Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta
Lindroos Merja	merja.lindroos@metla.fi	Metla, Joensuu
Lundell Robin	robin.lundell@helsinki.fi	PECC, Kasvibiologia, Bio- ja ymp. tiet.laitos, Helsingin yliopisto
Maljanen Marja	marja.maljanen@uef.fi	Kuopion yliopisto
Miettunen Jenni	jenni.miettunen@gmail.com	Joensuun Yliopisto
Niemelä Pekka	pekka.niemela@utu.fi	Turun yliopisto
Näyhä Simo	simo.nayha@oulu.fi	Oulun yliopisto
Nöjd Pekka	pekka.nojd@metla.fi	Metla, Vantaa
Partanen Jouni	jouni.partanen@metla.fi	Metla, Punkaharju
Pelkonen Paavo	paavo.pelkonen@uef.fi	Joensuun yliopisto
Peltola Heli	heli.peltola@uef.fi	Metsätieteellinen tiedekunta, Joensuun yliopisto
Rasmus Sirpa	sirpa.rasmus@helsinki.fi	Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Helsingin yliopisto
Repo Tapani	tapani.repo@metla.fi	Metla, Joensuu
Roitto Marja	marja.roitto@metla.fi	Metla, Joensuu
Saarinen Timo	timo.saarinen@helsinki.fi	Helsingin yliopisto
Sepänmaa Yrjö	yrjo.sepanmaa@uef.fi	Joensuun yliopisto
Solantie Reijo	reijo.solantie@elisanet.fi	
Sutinen Marja-Liisa	marja-liisa.sutinen@metla.fi	Metla, Rovaniemi
Sutinen Sirkka	sirkka.sutinen@metla.fi	Metla, Joensuu
Viherä-Aarnio Anneli	anneli.vihera-aarnio@metla.fi	Metla, Vantaa
Viiri Heli	heli.viiri@uef.fi	Joensuun yliopisto
Yypänaho Elli	elli.yypanaho@uef.fi	Joensuun yliopisto