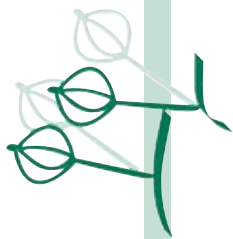


Taimiuutiset



2/2010



Metsäntutkimuslaitos

Yhteistyössä mukana

Fin Forelia Oy

Hermannin aukio 3E
PL 1058
70100 Kuopio

Ab Mellanå Plant Oy

Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Pohjan Taimi Oy

Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

Taimi-Tapio Oy

Näsinlänkkäkatu 48 D
PL 97
33101 Tampere

UPM Metsä

Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

Taimitarhojen tietopalvelu
toimittaa Taimiuutiset-lehteä,
järjestää alan kursseja sekä
julkaisee oppaita.

Taitto

Eija Lappalainen

Kansikuva

On kasvun aika. (valokuva
Metla/Erkki Oksanen)

Kirjoittajat

Eevamaria Harala

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Eevamaria.Harala@metla.fi

Juha Heiskanen

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Juha.Heiskanen@metla.fi

Heikki Henttonen

Metsäntutkimuslaitos
Etelä-Suomen alueyksikkö, Vantaa
PL 18
01301 Vantaa
Heikki.Henttonen@metla.fi

Otso Huitu

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Otso.Huitu@metla.fi

Kyösti Konttinen

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Kyosti.Konttinen@metla.fi

Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Marja.Poteri@metla.fi

Juho Rantala

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Juho.Rantala@metla.fi

Risto Rikala

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Risto.Rikala@metla.fi

Timo Saksa

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Timo.Saksa@metla.fi

Heikki Smolander

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Heikki.Smolander@metla.fi

Toimittaja Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö
Marja.Poteri@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
Itä-Suomen alueyksikkö

ISSN 1455-7738, 2010
Hansaprint Direct Oy, Vantaa

Tilaukset

Tilauhinta vuodeksi 2010 on
35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy
neljä kertaa vuodessa. Tilaukset
toimittajalta tai verkkolomak-
keella [http://www.metla.fi/
metinfo/taimitieto/index.htm](http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm).

Varastaminen on uudistumisen ydinosaamista

Heikki Smolander

Parikymmentä vuotta Metsänviljelyn koeaseman johtajana osaltani päättyi vuoden vaihteessa. Siirryin Metsänviljelyn koeasemaksi perustetun Suonenjoen yksikön johtajan tehtävistä metsänviljelyn erikoistutkijan tehtäviin. Kiitän tässä yhteydessä teitä taimituotannon ja metsänviljelyn ammattilaisia yhteistyöstä ja ennen kaikkea uudistuspaineiden luomisesta tutkimuksen suuntaan.

Tässä tilanteessa tuntuu sopivalta käsitellä tutkimuksen ja käytännön suhteita. Metsänviljelytekniikan emeritus professori Pertti Harstelan mukaan näiden tulee olla terveen vihamieliset. Käytännön terve vihamieli onkin ollut monesti käyttövoima Suonenjoen yksikön kehittämisessä. Olen ymmärtänyt, että se oli myös syy Metsänviljelyn koeaseman perustamiseen v. 1968.

Aivan alkuvaiheisiin johtajan tehtävissä liittyi Kaskialueen metsälautakuntien johtajien kirje Metlan johdolle. Siinä kysyttiin kohteliaain sanakääntein, voisivatko suonenjokelaiset ryhdistäytyä ja tehdä edes jotakin käytännön taimituotannon ja metsänviljelyn ongelmien ratkaisemiseksi.

Tämä vanhojen muistelu indikoikoon tutkimuksen ja käytännön suhdetta tällä suppealla sektorilla. Olennaisempi osa on toimijoiden uudistumisprosessit käytännön ja tutkimuksen rajapintana. Haluan sillä haastaa taas muodissa oleva käsitteen: tutkimustiedon siirto käytäntöön.

Kehitä – osta – varasta

Professori Jyrki Kettunen jakaa yritysten uudistumismenetelmät (i) kehittämiseen, (ii) ostamiseen ja (iii) varastamiseen. Näistä varastaminen on hänen mukaansa halvin, käytyin ja lähes aina toimivin. Moni hyvin menestynyt yritys on aloittanut sillä. Harva taitaa tietää, että Jaakko Murrin ja Jaakko Pöyryn ensimmäinen yhteinen hanke oli kopioida USAsta ostettu vaneritehdas ja pistää sitten tehtaan koneiden kopioiden valmistus käyntiin osana sotakorvaustoimituksia. Siinä alku kaksikon maineikkaalle suunnittelutyölle ja nyt globaalisti toimivalla Pöyry-konsensille.

Mutta ensin takaisin historiaan. Kaskialueen metsälautakuntien johtajat tekivät aika pian selväksi, että kritiikki kohdistuu enemmänkin metsänhoidon professori Erkki Lähteeseen kuin itse Suonenjokeen. Mutta kyllä siinä oli tietysti viestiä meitä metsänhoidon osaston tutkijoitakin kohtaan. Me tutkimme silloin käytännön mielestä sellaisia toisarvoisia ongelmia kuten puiden taimien ravinteidenotto, puiden yhteyttäminen ja puiden pakkaskestävyys.

Käytännöstä tuli myös kritiikkiä kansainvälisissä sarjoissa julkaisemisesta. Tämä palaute käynnisti pohdiskelut tiedonsiirrosta käytäntöön tai ekstensiosta, kuten anglosaksit toimintaa silloin nimittivät.

Neuvottelut käytännön toivomasta ulkomaisten julkaisujen käänös-palvelusta johtivat taimitarhanhoitajien koulutuspakettiin yhdessä yliopistotutkijoiden kanssa. Varsinainen konsepti sitten varastettiin Tom

Landiksen vetämästä US Forest Servicen ekstensioyksiköstä. Kun vielä onnistuimme varastamaan Marja Poterin Helsingin yliopistolta saatiin homma käyntiin ESR-rahoituksella Metlan palvelujohtajan vastustuksesta huolimatta. Hän olisi halunnut, että palvelut hinnoiteltaisiin täysillä kertoimilla ja laskutettaisiin taimituottajilta myös tutkijan palkan osalta. Saattoi olla kummankin osapuolen onni, että tutkimusjohtaja Kärkkäinen ja ylijohtaja Pohtila arvostivat enemmän uutta avautusta tutkimustiedon siirrossa kuin asiakkailta saatua rahaa.

On nöyrästi tunnustettava, että muutkin meidän suonenjokelaisten tutkijoiden onnistuneet avaukset on varastettu muualta. Ajatus metsänviljelytekniikan professorista ja alan tutkijaryhmästä oli professori Pentti Hakkilan ajatus, jonka läpivieminen ei olisi onnistunut ilman hänen neuvojaan ja johdon täyttä tukea sekä Marjatta ja Eino Kollin säätiön rahoitusta.

Metsänuudistamisen laadunhallintahanke, joka paljasti uudistamisen karun tilan yksityismetsissä, kopioitiin UPM:stä. Fred Kalland teki kovasti töitä, ennen kuin sai meidät uskomaan, että se on varastamisen arvoinen konsepti. Harmi vain, ettei MMM löytänyt sopivaa momenttia puolelle miljoonalle eurolle homman pyörittämiseen kehittämisen jälkeä. Nyt MMM käyttää vuodessa muutamia kymmeniä miljoonia KEMERA-rahaa epäonnistuneiden uudistusalojen korjaamiseen. Sille rahalle oli silloin ja on edelleenkin momentti olemassa.

Olemme me kopioineet paljon muutakin, mutta palataan niihin

muilla foorumeilla. Yhden yhteisen aktin taimituottajien kanssa haluan nostaa esiin. Se oli yhteinen taistelu taimien kokoluokituksen purkamiseksi Metsänviljelyaineistojen kauppalaan valmistelun yhteydessä. Kuvio oli kutkuttava. Takapiruamme toimi silloinen ylitarkastaja Hannu Kukkonen MMM:stä. Hän ei asemansa puolesta voinut toimia itse näkyvästi, mutta antoi kaiken aikaa vihjeitä, miten pitäisi edetä. Kun taimituottajat ja myös me tutkijat olimme jo luovuttaneet MTK:n puolustaessa entistä maailmaa, Hannu viestitti: älkää luovuttako, vaan painakaa päälle. Kokoluokitus jäikin historiaan. Hyvä tai paha, sen saa joku muu arvioida. Me tutkijat odotimme vilkkaamman tuotekehittelyn käynnistymistä ja selkeämpää laadulla ja palveluilla kilpailua puhtaan hintakilpailun sijaan.

Miten uudistua?

Mutta sitten lopuksi uudistumisen metodiikkaan. Kehitystyön määritelmä on Kettusen (s. 9-10) mukaan lyhyesti esitettynä: *Yritys tekee kehitystyötä menestyäkseen tulevassa liiketoimintaympäristössä*. Tässä on kolme tärkeää komponenttia (kommentit kirjoittajan lyhentämät):

- (i) *Yritys tekee...*; ei muut yrityksen puolesta, ei edes Metla
- (ii) *...kehitystyötä menestyäkseen...*; menestys on ainut tavoite, ei näytävävyys eikä julkisuus

(iii) *... tulevassa liiketoimintaympäristössä*; on haastavin osa määritelmää - se tarkoittaa mm., että jo käsissä olevien ongelmien ratkaisemiseen kehitystyö on liian monesti hidas

Kehuinkin jo menetelmistä halvinta eli varastamista. Kettusen mukaan: ”Taitava varastaminen on prosessi, jonka tulee kuulua jokaisen yrityksen ydinosaamiseen”. Varastettava löytyy usein oman alan ulkopuolelta. Puutarhapuolelta varastamistahan taimituottajilla on hyvät perinteet, mutta kannattaa katsella muitakin aloja.

Toiseksi halvinta eli ostamista olemme Metlasta käsin yrittäneet teille tuputtaa. Jotkut teistä ovatkin käyneet maksaviksi asiakkaiksemme. Saatuja euroja olennaisempaa on meille ollut luottamuksellinen vuorovaikutus. Hyvät kysymykset kun ovat tutkimukselle kultaakin kalliimmat. Uskon, että tietotaidon ja koulutuksen ostamisella olisi nykyistä enemmän sijaa, koska alalta puuttuu ammatillinen peruskoulutus.

Uudistumisen kalleinta metodia, omaa kehitystyötä, on tuomittu tekemään aina alan pioneirit. Kun on niin pitkällä, ettei löydy varastettavaa ja ostettavaa, on panostettava omaan kehitystyöhön. Muuten ei uudistu ja pärjää tulevassa toimintaympäristössä.

Vaikka lähtökohtaisesti kehittäminen on aina yrityksen omaa toi-

mintaa, ei tutkimuksen näkökulmasta mikään ole kiehtovampaa kuin päästä sellaiseen partnerina mukaan. Meille tutkijoille tunteuttomaan maastoon menossa on aina oma viehätöksensä. Me voimme tuoda kehitystyöhönne vain tietoa ja ymmärrystä, teidän vastuulla on, ettei kehitystyön ideaa – yrityksen menestymistä tulevassa liiketoimintaympäristössä - vesitetä tutkimuksen nimissä.

Jälkisanat

Viimeiseksi lauseeksi varastan Jukka Itkosen runon Pate Eettisen testamentti viimeiset säkeet – hiukan muutettuna, kuten asioille varastamisen yhteydessä usein tehdään:

*”Ja viimeiset sanat
Viidalta lainaan,
Voi, hyvät ystävätkä varastakaa”*

Viite

Jyrki Kettunen 2008. Uudistu ketterästi. Kehitä, osta ja varasta. Talentum. 213 s.

MMT Heikki Smolander toimii metsänviljelyn erikoistutkijana Metlan Itä-Suomen alueyksikössä Suonenjoella.

Vapaa- ja ennaltamääräytynyt kasvu, jälkivaikutus ja kuusen taimien kasvurytmi

Risto Rikala

Vapaa ja ennaltamääräytynyt kasvu

Taimien erilainen kasvurytmi aikuisiin puihin verrattuna on tunnettu kauan. Taimien ensimmäisen vuoden kasvu on ns. vapaata kasvua: siemenestä itäneen sirkkatairen silmusta kehittyvä ensimmäinen vuosikasvain, jonka kärkeen muodostuu loppukesällä päätesilmu uusine neulasaiheineen. Tästä silmusta seuraavana keväänä puhkeavaa pituuskasvua kutsutaan ennalta-

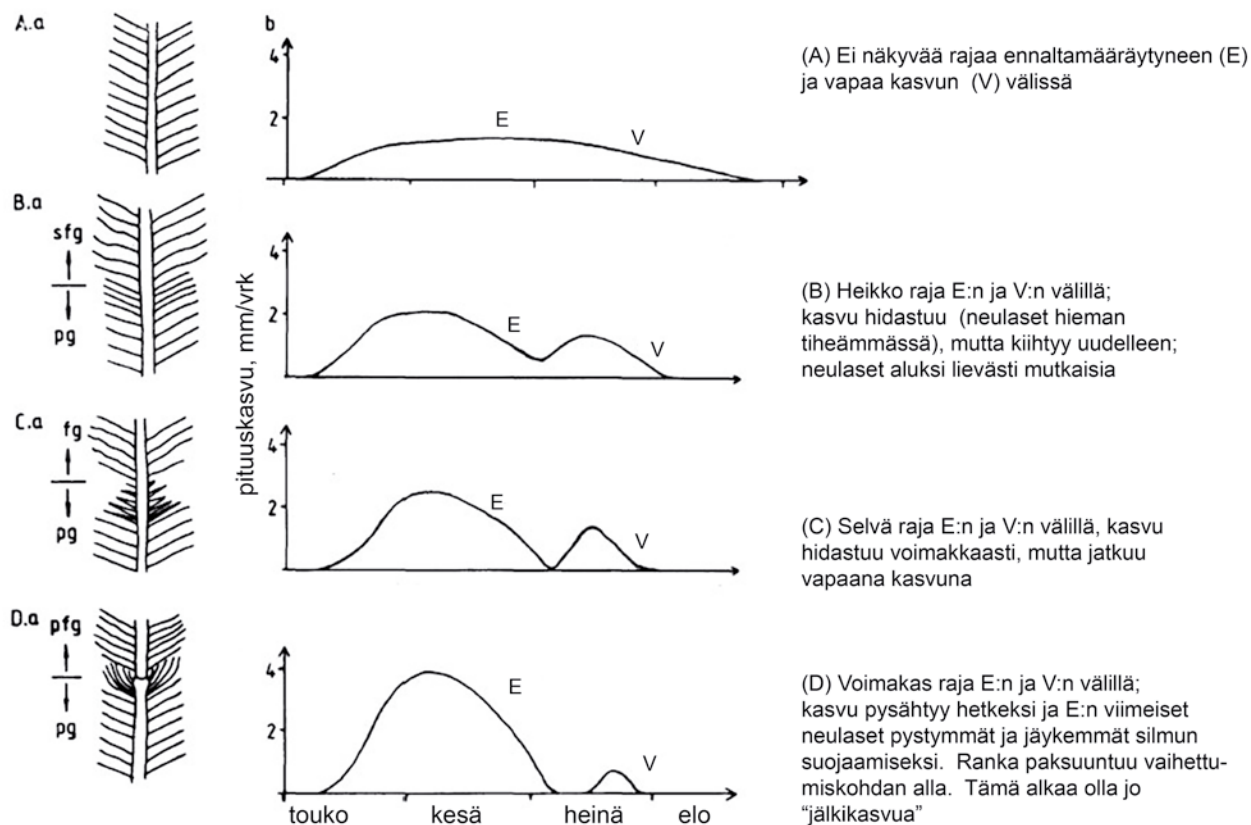
määräytyneeksi. Silmuun muodostunut verson aihe ja neulasaiheet venyvät täyteen mittaansa. Kun tämä ennaltamääräytynyt kasvu loppuu heinäkuussa, taimen pituuskasvu kuitenkin jatkuu. Tätä jatkokasvua kutsutaan vapaaksi kasvuksi, jossa uusia neulasaiheita syntyy ja ne kasvavat saman tien täyteen mittaansa (Cannell ym. 1976). Toisena vuonna kuusentaimilla ennaltamääräytyneen ja vapaan kasvun raja on täysin liukuva (kuva 1A) (Wühlisch ja Muhs 1986). Myöhemmin niiden raja muodostuu vuosi vuodelta selvemmäksi ja samalla vapaan kasvun osuus vähenee, kunnes puula-

jista ja alkuperästä riippuen häviää kokonaan 6–10 vuoden iässä.

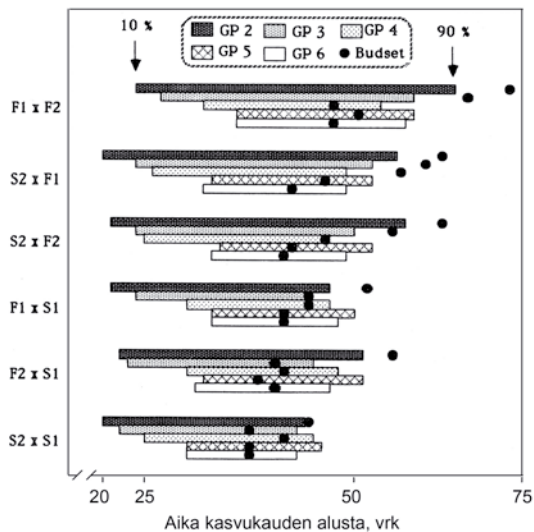
Kolmas kasvuun liittyvä tunnetumpi termi on jälkikasvu. Jälkikasvu tarkoittaa loppukesällä muodostuneen päätesilmun ennen aikaista puhkeamista jo samana syksynä eli itse asiassa se on ennaltamääräytynyttä kasvua.

Nuoruuden ongelmat

Taimen vanhetessa vapaan kasvun osuus pienenee ja samalla lyhenee myös pituuskasvuun kulunut aika (kuvat 1 ja 2). Tämä korostuu ete-



Kuva 1. Siirtyminen vapaasta kasvusta ennaltamääräytyneeseen kasvuun Wühlischin ja Muhsin (1986) mukaan.



Kuva 2. Kuusen taimien pituuskasvun ajoittuminen ja silmun muodostuminen (bud set) 2.–6. kasvukaudella (GP2–GP6) kuudella risteytysalkuperällä (F=Ranska, S=Ruotsi, Lappi) (Ununger ym. 1988).

läisemmällä alkuperällä, joilla kasvu alkaa myöhemmin, mutta jatkuu pitempään kuin pohjoisemmilla alkuperillä. Kasvatuskammioissa tehtyjen kokeiden mukaan vapaan kasvun osuus vaihtelee toisena kasvukautena alkuperittäin 16–21 % (Ununger ym. 1988), kun taas ulkona toteutetussa kokeessa eteläsaksalaisella kuusialkuperällä toisen kasvukauden vapaan kasvun osuudeksi saatiin peräti 64 % ja kolmantena vuonna vielä 59 % (Wühlisch ja Muhs 1986). Pollardin ja Loganin (1976) mukaan vielä neljäntenä kasvukautena mustakuusella vapaan kasvun osuus oli alkuperästä riippuen 10–27 %.

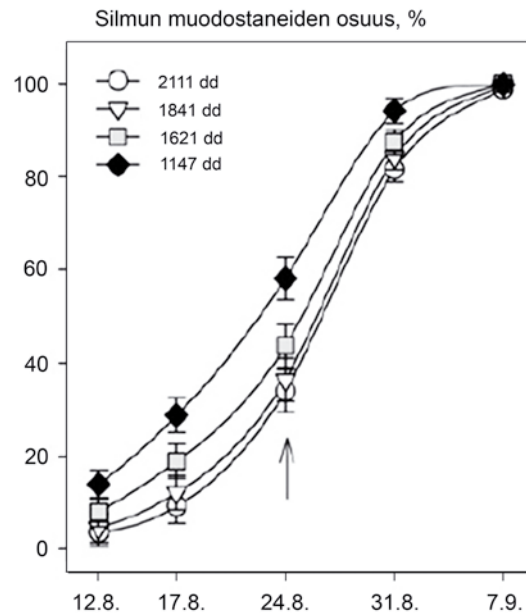
Nuoruvaiheen pitemmän kasvukauden on arveltu johtuvan siitä, että nuorella iällä taimen on hyödynnettävä koko kasvukausi mahdollisimman tehokkaasti kyetäkseen kilpailemaan pintakasvillisuuden kanssa. Kuusen taimet luontaisessa kehityksellään yleensä syntyvät suojuospuuston alle, jolloin ne eivät altistu syyshalloille yhtä helposti kuin aukealle syntyneet tai istutetut taimet.

Taimikasvatuksessa ennalta määrättyneen ja vapaan kasvun merkitys käy ilmi pysäytettäessä taimien pituuskasvu lyhytpäiväkäsittelyllä.

Ensimmäisen vuoden taimella, jonka kasvu on vapaata koko ajan, liian lyhyt päivänpituus ”silmuunuttaa” sirkkataimet jo kohta itämisen jälkeen, jos häiritävaloa ei käytetä. Toisena vuonna ja myöhemmin LP-käsittely ”puree” kuusentaimilla parhaiten vasta vapaan kasvun aikana juhannuksen jälkeen.

Jälkivaikutus

Siemenen syntypaikan jälkivaikutuksella tarkoitetaan ilmiötä, jossa emon kasvupaikan ympäristötekijät muuttavat enemmän tai vähemmän pysyvästi jälkeläisten ominaisuuksia (Ruotsalainen 1994). Jo 1980-luvulla esitettiin tuloksia jälkivaikutuksesta (Bjørnstad 1981): eteläisessä siemenviljelysympäristössä kehittyneissä siemenistä kasvaneiden kuusentaimien kasvujakso oli useita viikkoja pitempi kuin pohjoisempaan kasvavista alkuperäisistä pluspuista kerätyistä siemenistä kasvaneilla taimilla. Myöhemmissä norjalaistutkimuksissa muovihuoneessa (lämpimässä) teh-



Kuva 3. Muovihuoneessa kasvatettujen ensimmäisen kesän kuusen taimien päätesilmun muodostumisen riippuvuus kukinnan ja siemenen kehityksen aikaisesta lämpötilakäsittelystä (lämpösumat, dd). Käsittelyt toteutettu lämmiteyissä muovihuoneissa ja ulkona (Johnsen ym. 2005).

dyistä risteytyksistä peräisin olevista siemenistä kasvatettujen taimien pakkaskestävyys on ollut heikompi kuin vastaavista ulkona (kylmemmässä) tehdyistä risteytyksistä peräisin olevista siemenistä kasvatetuilla taimilla (Johnsenin ym. 1995, 2005) (kuva 3). Tämä on siis eri asia kuin eteläisen taustapölytyksen aiheuttama kasvurytmin muutos, joka voidaan huomioida siemenviljelyn käyttöalueen määrittelyn yhteydessä.

Johnsenin (2009) yhteenvedon mukaan siemenen syntypaikan olosuhteet vaikuttavat taimien karautumisen purkautumiseen, kasvun ajoittumiseen sekä pakkaskestävyyden kehittymiseen ja että vaikutus kestää vuosia tai voisi olla jopa pysyvä. Mahdollisesti ainakin osa jälkivaikutuksesta selittyy siemenen suotuisammasta kehitysympäristöstä johtuvalla suuremmalla vapaan kasvun määrällä ensimmäisinä kasvukausina.

Viitteet

- Bjørnstad, Å. 1981. Photoperiodical after-effects of parent plants environment in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst. Seedlings. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 36(6). 30 s.
- Cannell, M.G.R., Thompson, S. & Lines, R. 1976. An analysis of inherent differences in shoot growth within some north temperate conifers. Teoksessa: Cannel, M. & Last, F. (toim.) Tree physiology and yield improvement. Academic Press. London: 173–220.
- Johnsen, Ø. 2009. Norway spruce adapt to climate change faster than expected! NordGen Skogs konferanse "Foryngelse i skog-reisingsområder" 28.–30.9. 2009 Bergen. (http://www.nordgen.org/ngdoc/forest/Konferanser/2009_Johnsen.pdf)
- , Skrøppa, T., Haug, G., Apeland, I. & Østreg, G. 1995. Sexual reproduction in a greenhouse and reduced autumn frost hardiness of *Picea abies* progenies. Tree Physiology 15: 551–555.
- , Ø., Fossdal, C.G., Nagy, N., Mølman, J., Dæhlen, O.G. & Skrøppa, T. 2005. Climatic adaptation in *Picea abies* progenies is affected by the temperature during zygotic embryogenesis and seed maturation. Plant, Cell and Environment 28: 1090–1102.
- Pollard, D.F.W. & Logan, K.T. 1976. Inherent variation in "free" growth in relation to numbers of needles produced by provenances of *Picea mariana*. Teoksessa: Cannel, M.G.R. & Last, F.T. (toim.): Tree physiology and yield improvement. Academic Press. London. s 246–251.
- Ruotsalainen, S. 1994. Perimä vai ympäristö: mikä ratkaisee siemenviljelysjälkeläistön kestävyys? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 525: 35–46.
- Ununger, J., Ekberg, I. & Kang, H. 1988. Genetic control and age-related changes of juvenile growth characters in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research 3(1): 55–66.
- Wühlisch, G. von & Muhs, H.-J. 1986. Influence of age on sylleptic and proleptic free growth of Norway spruce seedlings. Silvae Genetica 35(1): 42–48.

Avomaalla talvivarastoitavien taimien suojaus

Risto Rikala ja Kyösti Konttinen

Tausta

Pakkasvarastoinnin lisääntymisestä huolimatta ehkä puolet taimista varastoidaan taimitarhoilla edelleen ulkokentillä. Ulkovarastoinnissa lämpimät syksyt, nopeat lämpötilamuutokset ja varhainen lumen sulaminen aiheuttavat home-, paleltumis- ja ahavavaurioita (Reid 1989).

Paakkutaimien juurten pakkaskestävyys paranee syksyllä alenevien lämpötilojen myötä, mutta kestävyys voi jopa välillä heiketä syksyisen lämpöjakson seurauksena (Stattin & Lindström 1999). Juurten vau-

rioitumisen kannalta riskialttiimpia aikoja ovat lämpimän syksyn jälkeiset, ennen lumisuojan syntyä sattuvat pakkaset. Mitä myöhemmin taimet siirretään ulos muovihuoneesta, sitä myöhemmin juuret karaistuvat. Konttisen (2005) mukaan syyskuun lopulla kuusentaimien juuret eivät kestäneet -10 °C:n altistusta, vaan lähes kaikki kuolivat. Lokakuun lopullakin vain noin puolet taimista kesti -15 °C. Tosin jo heinä-elo-kuussa muovihuoneesta ulos siirrettyjen taimien pakkaskestävyys oli hieman parempi kuin vasta lokakuussa ulossiirretyillä taimilla.

Keinolumetusta taimien suojaamisessa talviaikana on käytetty Ruotsissa jo 1980-luvulla (Lind-

ström 1989) ja Suomessakin toistakymmentä vuotta (Nieminen 1998). Menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää ennen kuin ilman lämpötila laskee useamman asteen nollan alapuolelle.

Puutarhapuolella ja myös Pohjois-Amerikan metsätaimatarhoilla käytetään keinolumetukseen erilaisia suojakankaita, styroks- ja polyuretaanilevyjä sekä turvetta paakkutaimien suojaamiseen (Tinus 1981, Whaley ja Buse 1994, Landis 2005). On myös kokeiltu juuripaakkujen lämmittämistä lämpökaapeleilla (Ellis & Fedkenheuer 1988). Harvoista suojaamismenetelmien vaikutuksista lunta lukuun ottamatta on kuitenkin julkaistu

tuloksia. Suomessa ei tiettävästi ole keinolunta lukuun ottamatta käytetty tai laajemmassa mitassa kokeiltu muunlaisia suoja metsätaimitarhoilla.

Suonenjoen taimitarhalla seurattiin kahtena talvena erilaisten katteiden vaikutusta versojen ja juuri- paakkujen lämpötilaan sekä kuusentaimien kuntoon lumettomien ja lumisien talvien olosuhteita matki- en.

Aineisto ja menetelmät

Koe toteutettiin kahtena talvena (2007/08 ja 2008/09) varastoimalla taimia ulkona erilaisten suojien alla. Suojat sijoitettiin joko taivasalle niin, että lumi satoi suojien tai suojattomien taimien päälle tai akryylikatteeseen katokseen, joka esti lumipeitteen muodostumisen. Talvien aikana seurattiin lämpötiloja sekä taimien versojen tasolta että juuri- paakusta ja keväällä lumien suluttua määritettiin näytetaimien kunto silmävaraisesti ja juurten kasvupotentiaalitestillä.

Suojausmenetelmät

Koetta varten rakennettiin Suonenjoen taimitarhalla 4–5 m² suoja sekä katoksen alle (ei lunta) että vie-

reiselle avoimelle hiekkakentälle (taulukko 1, kuva 1).

Talvella 2007/08 käsittelyihin 1–4 ja 7–10 sijoitettiin 16 taimiarkkia neliön muotoon tiiviisti toisiaan ja maata vasten. Neljän keskimmäisen arkin ryhmässä oli kaksi paikallista alkuperää edustavaa 1- ja 2-vuotiaista kuusiarkkia (PL81F), joiden ympärille asetettiin suoja- arkeiksi lyhyiksi jääneitä 2-vuotiaita taimia. Koe aloitettiin 1.11.2007 ja purettiin lumen suluttua 22.4.2008. Varsinaisia toistoja ei kokeessa ollut.

Talvikautena 2008/09 koe toistettiin saatujen kokemusten perusteella muutamien muutoksin: käytettiin vain 1-vuotiaita kuusentaimia (PL81F), pakkaspeite laitettiin pelkästään taimien varaan, ei kehikon päälle. Sen sijaan kokeiltiin taimitarhoilla yleisesti käytössä olevaa mustaa katekangasta. Lisäksi ylimääräisenä käsitteilynä taimia varastoitettiin maahan lasketulla suur- alustalla katoksessa. Jokaiseen käsitteilyyn sijoitettiin yhdeksän (3x3) taimiarkkia. Pakkasvarastoituja

Taulukko 1. Varastointikäsitteilyt talvikausina 2007/08 ja 2008/09.

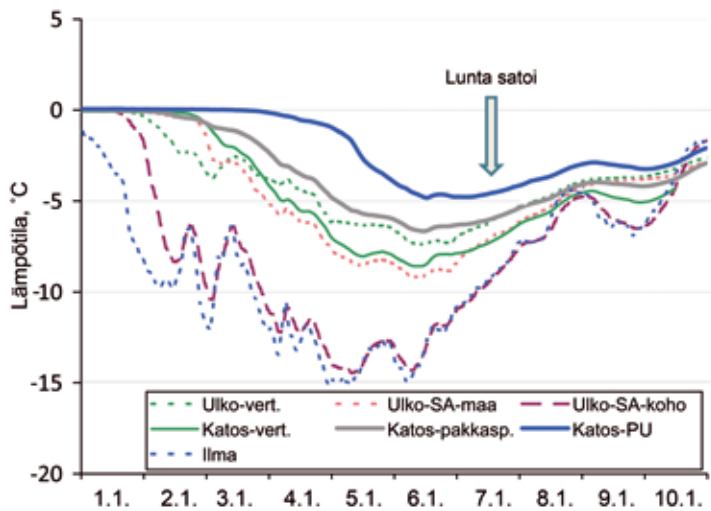
Nro	Paikka	Käsittely	Talvi 2007/08	Talvi 2008/09
1	Katos	Vertailu, hiekkamaan pinnalla	x	x
2		Polyuretaanilevy	x	x
3		Pakkaspeite, tuettu	x	
4		Pakkaspeite, taimien varassa	x	x
5		Musta katekangas		x
6		Suuralusta lask. (rako maahan 1,5 cm)		x
7	Ulkona	Vertailu, hiekkamaan pinnalla	x	x
8		Polyuretaanilevy	x	x
9		Pakkaspeite, tuettu	x	
10		Pakkaspeite, taimien varassa	x	x
11		Musta katekangas		x
12		Suuralusta lask. (rako maahan 5 cm)	x	x
13		Suuralusta kohot. (rako maahan 20cm)	x	x
14		Pakkas- varasto	Pahvilaatikko	x

Kateaineet:

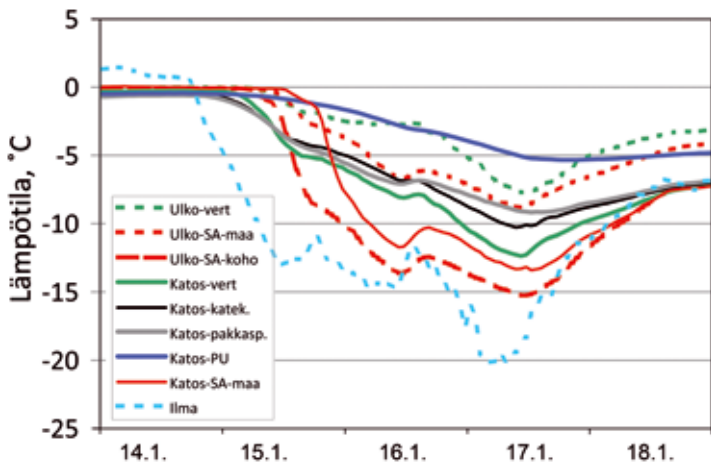
Polyuretaanilevystä (Finnfoam, 50 mm) rakennettu suoja
Pakkaspeite Silmu (harmaa, 4 mm paksu huopamainen kangas, 300 g/m², Intrade Partners Oy)
Musta katekangas (polypropyleenikudos, 100 g/m², Taimi-Tuote)



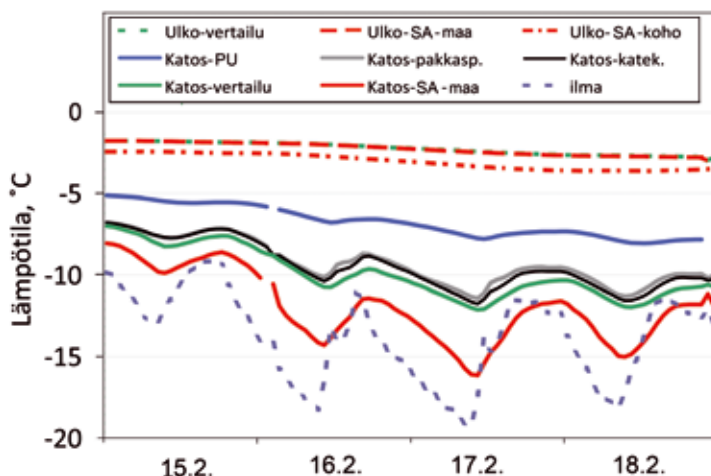
Kuva 1. Talvikaudella 2008/09 toteutettu koe. Etualalla taivasalla olevat käsitteilyt ja takana katoksessa lumettomina pidetyt käsitteilyt sekä mittauskoju. Yläkuvassa tilanne 30.10.2008 ja alakuvassa 2.3.2009.



Kuva 2. Juuripaakkujen lämpötila (katkoviivat=ulkona, yhtenäiset viivat=katoksessa) sekä ilman (pisteviiva) lämpötila 1.–10.1.2008, kun lunta oli 0–1 cm ja sitä satoi 7–8 cm lisää 7.1.2008. Ulko=ulkona, SA=suuralusta, maa=laskettuna alas, koho= kohotetussa asennossa, PU=poluuretaani, pakkasp. =pakkaspeite taimien varassa, vert.= maahan laskettu taimiarkki.



Kuva 3. Ilman ja juuripaakkujen lämpötila eri suojauskäsittelyissä 14.–18.1.2009, kun lumipeitteen paksuus on 12 cm. Selityksiä: PU=polyuretaani, katek.=katekangas, SA=suuralusta, maa=laskettuna (5 cm:n ilmatila), koho=normaaliasennossa (20 cm:n ilmatila).



Kuva 4. Ilman ja juuripaakkujen lämpötila eri suojauskäsittelyissä 15.–18.2.2009, kun lumipeitteen vahvuus oli 30–40 cm. Katso selitykset kuvassa 3.

taimia oli yhdessä pahvilaatikossa. Koe aloitettiin 30.10.2008 ja suojaukset purettiin 28.4.2009.

Mittaukset

Taimien lämpötilaa seurattiin taimien latvojen puolivälin korkeudelta sekä paakusta tunnin välein. Lumivaipan paksuutta mitattiin kaksi kertaa viikossa. Lisäksi käytössä oli Metlan Suonenjoen yksikön säähavaintoaseman lämpötila- ja lumimittaukset.

Molempina vuosina varastoinnin jälkeen keväällä arvioitiin taimien kunto silmävaraisesti ennen taimien valintaa kasvatustesteihin. Hiekalla täytettyihin 0,7 litran muoviruukuihin istutettuja taimia (20 tainta/käsittely) kasvatettiin kasvihuoneessa (22/17 °C, päivä/yö), jossa päivän pituutta jatkettiin 18 tuntiin keinovaloilla. Taimia kasteltiin 2–3 kertaa viikossa niin, että hiekka pysyi jatkuvasti kosteana. Kolmen viikon kasvatuksen jälkeen laskettiin paakusta uloskasvaneiden uusien juurien (>1 cm) lukumäärä ja pituus sekä mitattiin uuden kasvun pituus ja arvioitiin neulasten rusketuminen 10 %:n luokissa.

Sääolosuhteet

Ankaria ja pitkäkestoisia pakkasia ei koetalville sattunut. Talvikuukaudet 2007–08 marraskuuta lukuun ottamatta olivat 3–5 °C keskimääräistä lämpimämpiä. Syystalvi 2008 oli 2–4 °C keskimääräistä lämpimämpi, mutta tammi-maaliskuu 2009 olivat lähellä keskiarvoa. Ensimmäinen lumimolempina vuosina satoi marraskuussa. Vahvimmillaan lumivaippa oli maaliskuussa 40–60 cm.

Tulokset ja tarkastelua

Lumen vaikutus paakkujen lämpötilaan

Koetalvien kovimmat pakkaset saivat vasta keväällä. Ajanjakso 1.–10.1.2008, jolloin lunta oli 0–1 cm ja ilman lämpötila laski -15 °C:een (kuva 2), koholla olevan suoralustalla paakkujen lämpötila

laski puolen vuorokauden viiveellä -14,5 °C:een. Alas lasketulla suuralustalla (rako 5 cm) paakkujen lämpötila laski -9 °C:een ja hiekkamaata vasten lasketussa arkissa -7 °C:een.

Toisen koetalven tammikuussa, kun lunta oli 10–12 cm ja ilman lämpötila laski -20 °C:een (kuva 3), lumi osittain peitti kohotetun suuralustan taimet, mutta ei vielä sulkenut suuralustan ja maan pinnan välistä aukkoa (20 cm). Tuolloin paakkujen lämpötila laski -15 °C:een ja ero ilman lämpötilaan olisi pienentynyt, ellei pakkanen olisi hellittänyt. Tuolloin maahan lasketulla (rako 5 cm) suuralustalla paakun lämpötila laski -9 °C:een ja maahan lasketussa arkissa -8 °C:een. Lumettomassa katoksessa vastaavasti maassa olleen arkin paakun lämpötila laski -12 °C:een.

Kun lunta satoi lisää, myös sen suojaava vaikutus lisääntyi. Helmikuussa lunta oli maassa 37 cm ja ilman lämpötila laski useana päivänä -16...-19 °C:een (kuva 4). Lumivaipean kokonaan peittämän kohotetun suuralustan taimipaakkujen lämpötila laski vain -3,5 °C:een ja maahan lasketulla alustalla sekä hiekkapohjalla -2,7 °C:een. Samanaikaisesti lumettomassa katoksessa maahan lasketulla suuralustalla paakun lämpötila laski alimmillaan -16,1 °C:een ja hiekkalustallakin olevassa arkissa -12 °C:een.

Tulokset tukevat Lindströmin (1986) ja Sutisen ym. (1996) mit-

taustuloksia, jotka on saatu paperipottitaimilla. Nyt käytetyissä Planetek-arkeissa kennojen väliin jää ilmatilaa, mikä nopeuttanee juuripaakun jäähtymistä paperikennotaimiin verrattuna. Tämän vuoksi on tärkeää, että taimilaatikoiden reunat suojataan hiekalla tai muulla eristeellä. Näin vältetään paitsi taimien reuna-kuivumista, myös hidastetaan lämpötilan laskua paakussa ja juurten kunto säilyy parempana (Lindström 1986).

Suojausmenetelmien vaikutus paakkujen lämpötilaan

Ilman lämpötilan ollessa -15...-20 °C paakun lämpötila oli suojaamattomassa arkissa lumettomassa katoksessa 5–7 °C ja maahan lasketulla (rako 1,5 cm) suuralustalla 3 °C ilman lämpötilaa korkeampi (kuvat 3–5). Polyuretaanilevystä rakennetussa suojassa paakun (juurten) lämpötila oli puolestaan 11 °C ja pakkaspeitteen sekä katekankaan alla 7–8 °C ilman lämpötilaa korkeampi.

Suojauskäsittelyistä pakkaspeitteen ja muovisen, mustan katekankaan alla juuripaakussa lämpötila pysyi keskimäärin 1–2 °C, enimmilläänkin vain 3 °C, korkeampana kuin vailla suojaa olleissa vertailutaimien paakuissa. Myös katteen tuennan (taimien/kehikon varassa) vaikutus jäi vähäiseksi. Tulos on jonkin verran heikompi kuin Landiksen (2005) ilmoittama arvio, jonka mukaan kankaat antavat 2,2–4,4

°C:n suojan taimille kankaan laadusta ja paksuudesta riippuen. Sen sijaan polyuretaanilevystä (50 mm) rakennettu suoja nosti juuripaakun lämpötilaa 3–8 °C lumettomaan vertailukäsittelyyn verrattuna riippuen ajankohdasta ja ilman lämpötilasta. Mitä kylmempi ilma, sitä suurempi oli polyuretaanisuojan vaikutus; alimmillaan ilman lämpötilan ollessa -20 °C juuripaakun lämpötila laski polyuretaanisuojoissa -8 °C:aan.

Taimet

Näkyvät vauriot

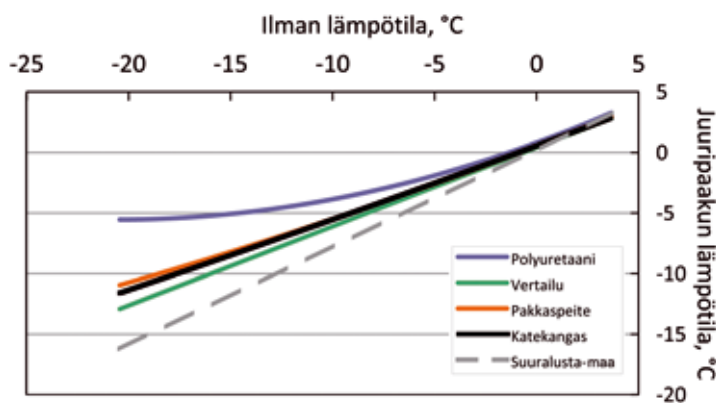
Ensimmäisen koetalven jälkeen keväällä lumen sulettua ja suojusten poistamisen jälkeen taimet kaikissa käsittelyissä vaikuttivat hyvin talvehtineilta ja terveiltä. Myös lumen alla sekä tukien että taimien varassa pakkaspeitteen alla olleet taimet olivat hyväkuntoisia.

Toisen koetalven jälkeen katoksessa olleet taimet olivat sulaneet jo huhtikuussa ja niitä jouduttiin kastelemaan ennen kuin ulkona olleet taimet sulivat. Katostaimissa oli myös vaurioita. Metsämyyrät olivat syöneet erityisesti polyuretaanisuojan (88 %), katemuovin (81 %) alla ja maahan lasketulla suuralustalla (15 %) olleita taimia sekä vertailutaimia (30 %). Ulkona, lumen alla myyrät olivat syöneet vain polyuretaanisuojan alla olleita taimia (69 %). Myyrätuhojen lisäksi katoksen 10–30 % taimissa oli kuivumisvaurioita lähinnä arkkien reunoilla. Kuivumista ilmeni eniten suojaamattomissa taimissa.

Kasvatustesti

Ensimmäisen koetalven jälkeen kasvatustestissä selvin ero muodostui yksi- ja kaksivuotiaiden taimien välille. Kaksivuotisilla taimilla juurten kasvu oli lähes 1,5-kertainen yksivuotisiin nähden sekä katoksessa että ulkona (kuva 6). Vielä korostuneempana taimien ikäero ilmeni pakkasvarastoiduissa taimissa.

Ulkona (lumipeitteen alla) varastoitujen taimien juurten kasvu oli



Kuva 5. Juuripaakkujen vuorokautinen minimilämpötila lumettomassa katoksessa eri katteiden alla, vertailukäsittelyssä (taimiarkki hiekkalustalla ilman katetta) ja maahan lasketulla suuralustalla ilman lämpötilan funktiona talvikaudella 2008–09.

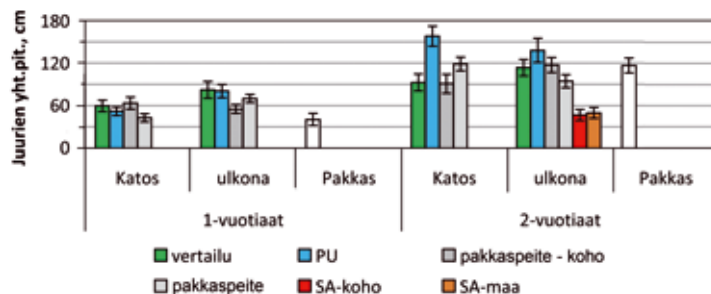
hieman parempi kuin katostaimilla, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Myöskään eri suojausmenetelmien välillä katoksessa tai tivasalla ei ollut merkitseviä eroja yksivuotisten taimien juurten kasvussa. Kaksivuotisilla taimilla juurten kasvu oli voimakkain polyuretaanisuojaussa varastoiduilla taimilla.

Toisena talvena lumettomassa katoksessa varastoitujen taimien juurten kasvu oli heikompi kuin ulkona varastoiduilla taimilla (kuva 7). Sen sijaan suojausmenetelmillä ei ollut merkitsevää vaikutusta kasvatustestissä paakusta uloskasvaneiden juurien kasvuun. Vähäiset erot johtunevat osin siitä, että kasvatustestiin ei otettu jo silminnähden heikentyneitä taimia. Kuitenkin polyuretaanikäsitteystä jouduttiin ottamaan myös myyrien vaurioittamia taimia, mikä heikensi niiden tulosta.

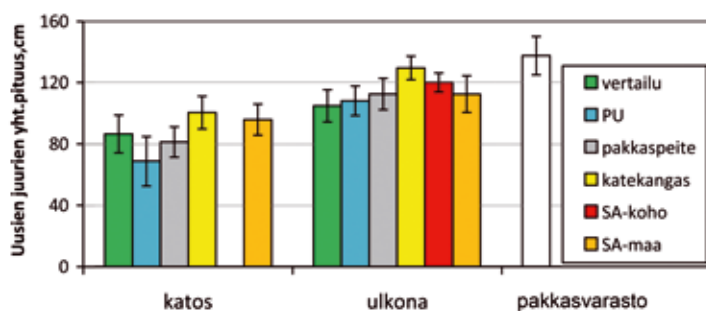
Juuret karaistuvat vähitellen alenevien lämpötilojen myötä (Bigras ym. 2001). Olennaisinta onkin saada juurille suojaa syystalven ensimmäisinä pakkasina. Aiemmin Suo-

nenjoella tehdyissä kokeissa lähes kaikki kuusentaimien (juuripaakkuineen) kestivät lokakuun lopussa -10 °C (Konttinen 2005), joulukuun alussa -17 °C ja tammikuussa jopa -24 °C altistuksen (Konttinen & Rikala 2000).

Syystalvina 2007 ja 2008 ei lämpötila juuripaakussa kertaakaan laskenut alle -10 °C. Niinpä taimien kasvatustestien tulokset osoittivatkin varsin pieniä eroja kokeiltujen käsittelyjen välillä. Edes taimien varastointi maahan lasketulla suur-alustalla lumettomassa katoksessa ei heikentänyt havaittavasti juurten kasvu testissä. Joskin lumettomassa katoksessa talvehtineet 1-vuotiaat taimet, suojauksesta riippumatta, vaikuttivat heikkokuntoisemmilla kuin ulkona lumen alla talvehtineet. Myyrätuho vaikutti tulokseen osittain, mutta etenkin suojaamattomien taimien kuivuminen ja mahdollisesti reunataimien juurten palleltuminen ovat riskejä, joita suoja-keitteet voisivat vähentää.



Kuva 6. Talvikaudella 2007/08 varastoitujen taimien juurtuminen kasvatustestissä (uusien paakusta uloskasvaneiden juurien yhteispituus). Selitykset kuvassa 2. Pystyjana esittää keskiarvon keskivirhettä (n=20).



Kuva 7. Talvikaudella 2008/09 varastoitujen taimien juurtuminen (uusien paakusta uloskasvaneiden juurien yhteispituus) kasvatustestissä. Selitykset kuvassa 2. Pystyjana esittää keskiarvon keskivirhettä (n=20).

Johtopäätöksiä ja varaukset

Kokeilluista suojauksista vain polyuretaanisuoja vaikutti riittävältä, mikäli ilman lämpötila laskee alle -20 °C. Lämpimän syksyn jälkeisissä nopeissa ilman lämpötilan laskuissa, kun maa on vielä lämmin, saattaa kevyempikin kate, kuten pakkaspeite ja katekangas, hidastaa paakkujen jäähtymistä riittävästi. Jos lämpötila kuitenkin laskee nopeasti -25 ...-30 °C:een useammaksi päiväksi, kevyistä suojusta tuskin on hyötyä.

Kevätahavan vaikutusta ei päästy tutkimaan, mutta kevyempikin katekangas todennäköisesti eliminoi kuivattavan auringonsäteilyn haittavaikutukset. Jos käytetään valon ja kosteuden läpäisevää katetta suojausena, on muistettava, että kevättalvella tilanteessa, jossa taimien päällä ei ole lunta, juuripaakut kuivuvat nopeasti ja taimia voidaan joutua kastelemaan jo yöpakkasten aikana. Vaalea kangas heijastaa säteilyä, kun taas tumma imee sitä ja lämmittää taimia, mikä voi myös kuivattaa taimia. Täysin kosteuden pitävät katteet taas saattavat nostaa homeriskiä pitkänä ja lämpimänä syksynä.

Koetalvina lämpötila ei laskenut kovin alas etenkään syystalvella ja pitkäaikaiset pakkasjaksot puuttuivat kokonaan, minkä vuoksi johtopäätelmät suojausten vaikutuksista on jouduttu tekemään pitkälti läpi talvien tehtyjen lämpötilamittausten perusteella.

Kirjallisuus

- Bigras, F., Ryyppö, A., Lindström, A. & Stättin, E. 2001. Cold acclimation and deacclimation of shoots and roots of conifer seedlings. Teoksessa: Bigras, F.J. & Colombo, S.J. (toim.). Conifer cold hardiness. s. 57–88.
- Ellis, T. D. & Fedkenheur, A.W. 1988. Overwintering container seedlings using underground heat. Joint publication of the Canadian Forestry Service pursuant to the Canada-Alberta Forest Resource Develop-

- ment Agreement. Edmonton, Alberta, Canada; Northern Forestry Centre, Forestry Canada. viii+65 pp. ISBN 0-662-16993-X.
- Konttinen, K. 2005. Kuusen taimien juurten karaistuminen syksyllä muovihuoneessa ja ulkona. *Taimiuutiset* 3: 8–11.
- Konttinen, K. & Rikala, R. 2000. Talviaikaiset pakkasvauriot heikentävät kuusen paakutaimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Julkaisussa: Poteri, M. (toim.). *Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja: 69–78.
- Landis, T.D. 2005. Overwintering container plants without refrigeration. *Forest Nursery Notes* 2005 – winter: 17–19.
- Lindström, A. 1986. Outdoor winter storage of container stock on raised pallets—effects on root zone temperatures and seedling growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1(1):37–47.
- Lindström, A. 1989. Isolering med konstsnö ger bättre lagringsklimat. Skogshögskolan, Garpenberg. Information från skogsbrukets plantgrupp. Ett faktablad producerat av avd. För skogsförnyelse. Skogshögskolan, Garpenberg. Plantnytt 5. 4 s.
- Lindström, A. & Stattin, E. 1994. Root freezing tolerance and vitality of Norway spruce and Scots pine seedlings; influence of storage duration, storage temperature, and prestorage root freezing. *Canadian Journal of Forest Research* 24(12): 2477–2484.
- Nieminen, M. 1998. Joroisten tykkilumikokeilun tulokset. *Taimiuutiset* 2: 18–19.
- Reid, J. I. 1989. Causes and control of overwintering damage in nursery stock. Teoksessa: Landis, D. (tekn koord.) *Proceedings, Intermountain Forest Nursery Association*. August 14–18; Bismarck, North Dakota. USDA Forest Service. General Technical Report RM-184: 108–114.
- Stattin, E. & Lindström, A. 1999. Influence of soil temperature on root freezing tolerance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Plant and Soil* 217: 173–181.
- Sutinen, M.-L., Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1602–1609.
- Tinus, R. 1981. Successful overwintering of container-grown seedlings. *Forest Nursery Proceedings*. Edmonton, Alberta. s. 26–41.
- Whaley, R. E. & Buse, L.J. 1994. Overwintering black spruce container stock under a Styrofoam® SM insulating blanket. *Tree Planters' Notes* 45(2): 47–52.

Kauanko taimet säilyvät pakkasvarastossa, entä vaikuttaako lannoitus?

Risto Rikala

Ulkomaiset taimitarhakäsikirjat suosittelivat aiemmin taimien säilytysajan kestoksi pakkasvarastossa puulajista riippuen 2–5 kk (Aldhous 1994, s. 211). Uudemmissa manuaaleissa ohjearvot ovat pidentyneet: viileävarastossa (+1...+2 °C) 2 vk–2 kk ja pakkasvarastossa (-4...-2 °C) 2–8 kk (Landis ym. 2008). Yllättävän varhain on jo pohdittu pitempiä-

kin, jopa ylivuotisia varastointijaksojen mahdollisuutta (Brown 1973). Tuolloin kuitenkin todettiin, ettei tutkimuksia ole juuri tehty, joten spekulointikin on turhaa. Suomessa varastoinnin kesto käytännössä vaihtelee 4–8 kk riippuen lähinnä pakkaus- ja varastointiajankohdasta, eikä pidemmistä varastointiajoista ole ollut tarve. Kestäisivätkö taimet pitemmän varastoinnin? Entä miten kasvatus vaikuttaa taimien varastointikestävyyteen?

Alustavia havaintoja taimien pitkäkestoisesta pakkasvarastoinnista saatiin, kun Suomenjoella istutettiin vuonna 2000 yhtäjaksoisesti kahden talven yli pakkasvarastossa säilytettyjä kuusen paakutaimia taimitarhapeltoon. Testissä puolet taimista kuoli ja pääasiallisimmaksi syyksi arveltiin taimien kuivumista jo varastoinnin aikana. Varastoinnissa taimien laatua heikentävinä tekijöinä pidetäänkin lähinnä kuivumista ja hiilihydraattivaraston hupenemis-

ta sekä taimien homehtumista. Kuivuminen riippuu paljolti pakkausten tiivyydestä ja lämpötilan laskun nopeudesta varastoinnin alussa. Pitkä varastointi saattaa myös kuivattaa juuria, kun paakku on jäässä. Taimien hiilihydraattivarasto laskee 6 kuukauden varastoinnissa 20–25 % (Ritchie 2004, Helenius ym. 2005).

Ravinetankattujen kuusien ”ylivuotista” pakkasvarastointia

Suonenjoella tarjoutui uusi mahdollisuus seurata kasvatuksen vaikutusta kuusentaimien pakkasvarastointikestävytyteen, kun myyrätesteihin kasvatetuista typpi- ja booritankatuista kuusentaimista jäi ylimääräisiä pakkasvarastoon.

Taimien historia lyhykäisyydessään: toisen kasvukauden heinä-

kuussa 2007 taimet lyhytpäiväkäsiteltiin, minkä jälkeen niitä tankattiin Kekkilän Taimisuperex-lannoitteella (3 tasoa) (kutsutaan myöhemmin NPK-tankkaukseksi) ja booraksilla (2 tasoa) (kutsutaan B-tankkaukseksi) upottamalla kasvatusarkit elosyyskuussa neljästi eri vahvuisiin lannoiteliuoksiin.

Tankkausten seurauksena saatiin typpi- ja booripitoisuukseltaan selvästi erilaisia taimia (taulukko 1), vaikka taimien kokoon (pituus 19 cm) lannoitus ei vaikuttanutkaan. B-tankattujen taimien booripitoisuudet nousivat jopa arveluttavan korkeiksi (>200 mg/kg). Marraskuun alussa (1.11.2007) taimet vietiin pahlavilakoihin pakattuina pakkasvarastoon (-3...-5 °C) ja 19 kk:n kuluttua ne nostettiin varastosta sulamaan 1.6.2009.

Miten taimet selvisivät?

Kun taimilaatikot avattiin, neulaset olivat vihreitä ja taimet vaikuttivat hyväkuntoisilta. Neulasten väri vaihteli niiden saaman typpilannoitteen määrän mukaan (kuva 1). Taimet sijoitettiin kasvatusarkeissaan (PL81F) ulos, missä niitä kasteltiin tarpeen mukaan kesän aikana. Syksyllä taimista arvioitiin ruskettuneiden neulasten osuus vanhoissa (2006–07) ja uusissa varastoinnin jälkeen (v. 2009) kasvaneissa versoissa, mitattiin taimien pituus ja kesän 2009 kasvu sekä luokiteltiin vuoden 2007 päätesilmun tila (kuollut, kääpiöitynyt, normaali kasvu).

Jo parin viikon kuluttua taimilaitikoiden avauksesta voimakkaimmin NPK-lannoitetut, varastosta otettaessa tummimman vihreät taimet, alkoivat ruskettua. Syksyllä ruskettuneiden tai varisseiden vanhojen (2006–07) neulasten osuus oli voimakkaimmin tankatuissa taimissa 70–80 % (kuva 2A). Keskimääräisen ja niukan tankkauksen saaneiden taimien vanhoista neulasista ruskettui 30–45 %. Booritankkaus näytti hieman lisäannoksen neulasten ruskettumista.

Voimakkaimmin tankattujen taimien päätesilmuista yli puolet jäi puhkeamatta tai kasvu ”kääpiöityi” kohta silmun puhkeamisen jälkeen (kuva 2B, kuva 3). Tämä ilmiö oli vähäistä keskimääräisesti tai niu-

Taulukko 1. Kuusentaimien neulasten ravinnepitoisuus (N-typpi, P-fosfori, K-kalium ja B-boori) kasvatuksen jälkeen syksyllä 2007 tankkauskäsittelyittäin (NPK-tasot: voimakas, keskimääräinen, niukka ja booritasot: O = ei lisäbooria, B+ = lisäboori).

NPK-tankkaus	B-tankkaus	N %	P g/kg	K g/kg	B mg/kg
Voimakas	O	2,8	2,8	9,8	30
	B+	2,6	2,8	9,3	254
Keskim.	O	2,0	2,7	8,2	33
	B+	1,8	2,7	8,2	299
Niukka	O	0,9	1,7	8,0	23
	B+	0,8	1,9	8,9	228



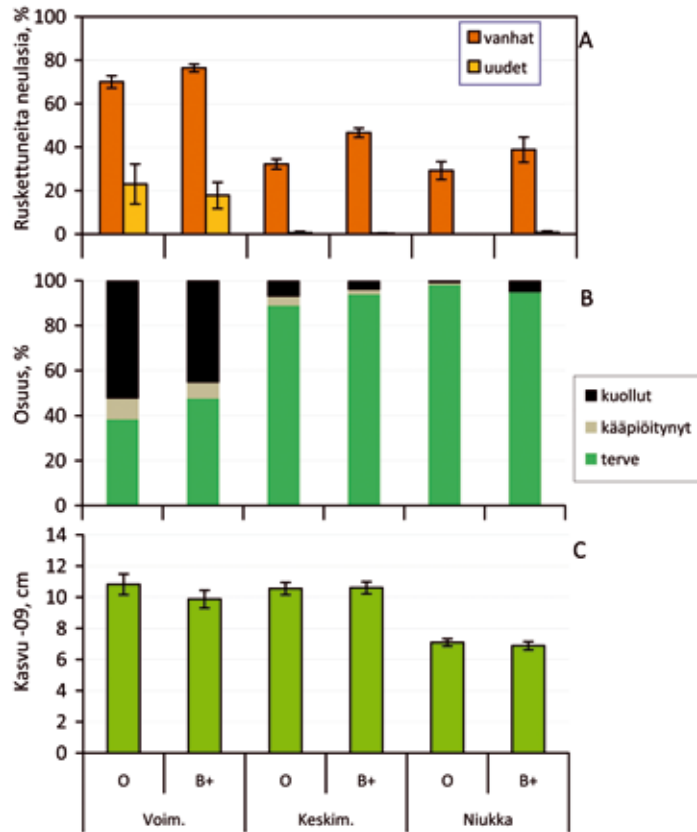
Kuva 1. ”Ylivuotisvarastoidut” kuusentaimet heti (A) ja kahden viikon kuluttua (B) sulatuksesta. Voimakkaasti lannoitetut, tumman vihreät taimet ovat parissa viikossa ruskettuneet selvästi, kun taas niukasti lannoitettujen, vaaleiden taimien väri on pysynyt edelleen vihreänä. (valokuvat Risto Rikala)

kasti lannoitetuissa taimissa. Taimien varastoinnin jälkeinen pituuskasvu vaihteli 7–11 cm ollen heikoin niukasti lannoitetuilla taimilla (kuva 2C). Voimakkaimmin NPK-tankatuista taimista kuoli kesän aikana 13 %, mutta kaikki niukasti tai keskimääräisesti tankatut taimet pysyivät elossa 19 kk:n yhtäjaksoisen varastoinnin jälkeen. Tosin on huomattava, että testiolosuhteet olivat ”helpot”: taimia ei istutettu eivätkä ne joutuneet näin kärsimään kuivuudesta.

Mitä opittiin?

Ylivuotista varastointia tuskin kukaan taimituottaja tosissaan harkitsee jo kustannussyistä. Koe tarjosi kuitenkin mielenkiintoisen testin erilaisilla lannoitettujen taimien varastointikestävyydestä. Näyttäisi siltä, että ylivuotinen (19 kk) pakkasvarastointi onnistuu, mutta taimien kunto kuitenkin heikkenee jonkin verran tavanomaiseen (kesto <8 kk) varastointiin verrattuna. Yllätys oli erilaisilla lannoitettujen taimien varastointikestävyyden erot. Voimakkaimmin tankattujen (typpipitoisuus 2,6–2,8 %) taimien neulasista suuri osa ruskettui ja vain puolet taimista lähti kasvuun päätesilmusta. Ymmärrettävää sen sijaan on, että booritankattujen taimien neulasten korkea booripitoisuus vielä heikensi tilannetta, sillä yli 100 mg/kg booripitoisuudet alkavat olla jo myrkyllisiä, vaikka taimet eivät vielä lannoituksen aikana oirehdikaan.

Ravinnetankkauksesta Suomessa saadut tulokset ja kokemukset eivät ole olleet yhtä myönteisiä kuin monissa ulkomaisissa tutkimuksissa. Vaikka tankkaus on parantanut taimien pakkaskestävyyttä tarhalla (Luoranen ym. 2008) sekä nopeuttanut taimien juurtumista ja lisännyt kasvua, ei hyöty ole kestänyt vuotta kauempaa (Rikala ym. 2004, Heiskanen ym. 2009). Tämän varastointikokeen tulokset myös osoittavat, että liian korkeaksi ei taimien typpipitoisuutta kannata nostaa ja mah-



Kuva 2. Pakkasvarastossa 19 kk säilytettyjen ja sen jälkeen yhden kesän kasvaneiden kuusen taimien kunto: (A) Ruskettuneiden neulasten osuus vanhoissa (06+07) ja uusissa (09) versoissa, (B) vuonna 2007 muodostuneen silmun kasvuunlähtö keväällä 2009 ja (C) taimien päätesilmuista kasvanut pituuskasvu kesällä 2009 lannoituskäsittelyittäin (voimakas, keskimääräinen ja niukka, O=ei lisäbooria, B+=lisäboori. Pylväiden päissä olevat janat osoittavat toistokeskivirvojen (n=5) keskivirhettä.



Kuva 3. Varastoinnin jälkeen kesän kasvaneita taimia vasemmalta: normaali, päätesilmu kuollut ja taimi kuollut. (valokuva Risto Rikala)

dollisessa boorilannoituksessakin tulee olla maltillinen. Metsätai-oppaan (s. 47) suositukset kuu-sentaimien neulasten ravinnepitoi-suuksiksi saavat siis vahvistusta.

Kirjallisuus

- Brown, R. M. 1973. Cold storage of forest plants. Forestry Commission. Forest Record. HMSO 88. 19 s.
- Heiskanen, J., Lahti, M., Luoranen, J. & Rikala, R. 2009. Nutrient loading has a transitory effect on the nitrogen status and growth of out-planted Norway spruce seedlings. *Silva Fennica* 42(2): 249–260.
- Helenius, P., Luoranen, J. & Rikala, R. 2005. Physiological and mor-phological responses of dormant and growing Norway spruce container seedlings to drought after planting. *Annals of Forest Science* 62: 201–207.
- Landis, T.D., Dumroese, R. K. & Haase, D.L. 2008. Seedling Processing, Storage, and Outplanting. Vol. 7. The Container Tree Nursery Manual. USDA Agric. Handbk 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 191 p. (<http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7>)
- Luoranen, J., Lahti, M. & Rikala, R. 2008. Frost hardiness of nutrient-loaded two-year-old *Picea abies* seedlings in autumn and at the end of freezer storage. *New Forests* 35(3): 207–220
- Rikala, R., Heiskanen, J. & Lahti, M. 2004. Autumn fertilization in the nursery affects growth of *Picea abies* container seedlings after trans-planting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19(5): 409–414.
- Rikala, R. 2006. Metsätai-oppas – taimien valinta ja käsittely tarhalta uudistusalalle. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 881.107 s.
- Ritchie, G.A. 2004. Container seedling storage and handling in the Pacific Northwest: answers to some frequently asked questions. Julkaisussa: Riley LE, Dumroese RK, Landis TD, (tekn. koord). National proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations - 2003. Proceedings RMRS P-33. Ft. Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 3–6.

Turpeen ja kompostin seos kasvualustana: koetuloksia kuusen paakkutaimikasvatuksesta

Juha Heiskanen

Kompostin käyttö kasvualustoissa lisääntymässä

Turpeen käyttö kasvualustana on maailmalla vähenemässä, vaikka erityisesti vaalean turpeen hyvät fysikaaliset, kemialliset ja biologiset kasvatusominaisuudet on laajasti tunnettu. Turvetta pidetään kalliina kasvualustana erityisesti niissä maissa, joissa ei ole juurikaan omaa turvetuotantoa. Turvesoiden suoje-lupaineet ovat vähentäneet turpeen

käyttöä kasvualustoissa esim. Eng-lannissa.

EUn jätedirektiivi (2008/98/EY), joka on saatettava jäsenmais-sa voimaan viimeistään 12.12.2010, edistää biojätteen erilliskeräystä ja kompostointia sekä sen hyöty-käyttöä kasvintuotannossa. Lisäksi EUn eko-merkki voidaan myöntää kasvualustoille ja maanparannusai-neille, jotka sisältävät kompostia. Näin ollen jatkossa on mahdollista, että myös metsätaimien tuotannossa käytettävät turvekasvualustat sisältävät osin kompostia.

Turve-kompostiseoksien ominaisuudet ja taimikasvatuskokeet

Kekkilä Oy:n ja Metsätutkimus-laitoksen yhteisrahoitteisessa tutki-muksessa selvitettiin yleisesti käy-tetyn metsätaimiturpeen (Kekkilä White 420 F6W) ja viherrakennuk-sessa käytetyn VAPO-kompostin se-oksien (kompostiosuus 0–30 % tila-vuudesta) ominaisuuksia ja käyttöä kuusen - vuotiaiden paakkutaimien kasvatuksessa (kennosto PL81F) Suonenjoen taimitarhalla kasvu-kaudella 2009 (kuva 1). Kasvualus-

toilla tehtiin kolme eri kylvöskoetta, joista kaksi (huhti- ja kesäkuun kylvöskoe) tehtiin normaalisti suur- alustoilla tarhan muun kasvatuksen mukana; pieni esikoe tehtiin erikseen käsityönä keinovalaistuksella kevättalvella.

Turve-kompostiseoksien raeko- ko tai vedenpidätyskyky ei poikkea puhtaan turpeen ominaisuuksista kovinkaan merkittävästi ennen taimikasvatusta. Maa-analyysin (1:5 lietos) mukaan kompostiseoksien pH (max 5.7) ja johtokyky (max 0.26 mS/cm) ovat korkeampia kuin pelkässä turpeessa (pH 4.9 ja 0.17 mS/cm). Puhtaassa kompostissa ammonium-typen ja sulfaattien määrät ovat lähes kymmenen kertaa suurempia kuin puhtaassa turpeessa, kun taas nitraatti-typen määrä on kompostissa hyvin pieni. Tämä viittaa siihen, että taimikasvatuksen myötä kompostiseoksissa pH alkaa laskea.

Taimikasvatuskokeissa komposti- osuudet laskivat hieman siementen itävyyttä paakuissa sekä myös nostivat hieman alkuvaiheen taimikuolleisuutta (kuolleisuus kuitenkin alle 2 %). Kasvatuksen myötä kompostiseoksissa paakkujen puristenesteen pH laski alimmillaan alle pH 4:n ja johtokyky nousi korkeimmillaan tasolle 2 mS/cm. Oletuksen mukaisesti myös nitraatti-typen määrä lisääntyi ja ammonium-typen määrä pieneni. Paakkuihin täyttö ja taimikasvatuksen aikainen kasvualustan painuminen sekä kastelu- ym. toimenpiteet lisäsivät kompostiseok- sien tiheyttä sekä vedenpidätyskykyä. Siten turpeen haihdunnan mukaan tehty kastelu osoittautui yli 10 % kompostiseoksille yhdessä kasvatuskokeista (huhtikuun kylvöskoe)

liialliseksi ilmanvaihdon optimiti- lan suhteen. Taimien kasvu ja laatu olivat kompostiseoksissa kuitenkin lähes täysin verrattavissa puhtaaseen turvekasvualustaan, vaikka tai- met yleensä kasvoivatkin turpeessa hieman pidemmiksi (taulukko 1). Taimien tanakkuus oli samaa tasoa kaikissa kasvualustoissa.

Komposti sopii kasvualus- tan komponentiksi taimi- kasvatukseen

Tuloksien perusteella voidaan tode- ta, että käyttämällä kompostia se- osaineena turpeessa osuuksilla 0–30 % voidaan kasvattaa täysin puhtaan turvekasvualustan tuottamiin tai-

miin verrattavia kuusen paakku- taimia metsänviljelyä varten. Kas- telua ei voi kuitenkaan tehdä yli 10 % kompostiosuuksilla puhtaan tur- peen mukaisesti, vaan kastelu on käytännössä sovitettava käytettävän kasvualustaseoksen mukaan. Myös kompostiseosten lannoitustasoa, puristenesteen johtokykyä ja pH:ta on syytä kasvatuksen aikana seu- rata ja tarvittaessa korjata. Mikäli kasvualustatuottajat jatkossa lisää- vät kompostia turvekasvualustaan, ne todennäköisesti kuitenkin myös mukauttavat raekokoa ja peruslan- noitusta niin, että näiden kasvualus- tojen käyttö käytännön taimikasva- tuksessa kasteluineen ja lannoituk- sineen ei tule aiheuttamaan mitään erityisiä ongelmia.

Taulukko 1. Taimien pituus, läpimitta, tanakkuus (n=48) ja ositteiden kuiva- massat (n=12) huhtikuun kokeen seurannan lopussa (18.8.2009). Taimien ta- nakkuus ei poikennut tilastollisesti merkitsevästi (p=0.457) eri kasvualustoissa vaikka pituus, läpimitta ja juuri-versosuhde sekä rangan ja juurten massat poik- kesivatkin merkitsevästi (p<0.006). Neulasmassassa ei ollut eroja (p=0.107) (KM = kuivamassa).

Seos	mm Pituus	mm Lpm	% (lpm/pit) Tanakkuus	g (KM) Neulaset	g (KM) Ranka	g (KM) Juuret	Juuri/ verso- suhde
T100K0	230.4	2.90	12.7	0.64	0.37	0.25	0.25
T90K10	214.8	2.78	12.9	0.59	0.31	0.21	0.23
T80K20	218.6	2.89	13.4	0.60	0.33	0.22	0.24
T70K30	216.1	2.79	13.0	0.60	0.31	0.21	0.23
T70K30+	214.8	2.87	13.5	0.61	0.33	0.20	0.21
T80TK20	199.3	2.68	13.4	0.57	0.29	0.26	0.30



Kuva 1. Kokeissa tutkittiin kasvuturpeen (vasen) ja kompostin (oikea) seoksia (kuvat Vapo).

Taimien toimitusketjun kartoitus Etelä-Savossa

Timo Saksa

Nykyään istutuksessa käytettävää taimimateriaalista arviolta puolet varastoidaan talven ajan avomaalla ja toinen puoli (kylmä)pakkasvarastoissa taimitarhalla. Lisäksi pieni osa kaukokuljetetaan metsävarastoihin jo edellisellä syksynä seuraavan kevään istutuksiin tai toimitetaan yksivuotisina ilman talvivarastointia taimituotannosta istutukseen. Toimitustavasta riippuen taimien toimitusketju koostuu seuraavista osaprosesseista: talvivarastointi, kaukokuljetus, välivarastointi, lähikuljetus, työmaavarastointi ja istutus.

Taimitoimitusketjun toimivuutta on tutkittu jo paljasjuuritaimien aikaan (Yli-Vakkuri 1957, Rikala 1979) ja tuorein selvitys on peräisin vuosituhannen vaihteesta (Rantala ym. 2003). Rantalan ym. tutkimuksessa kohteena olivat paakkutaimet, joista suurin osa oli pakattu pahvilaatikoihin. Kyselyn mukaan taimi-

en matka taimitarhalla lähetyksestä istutushetkeen kesti tuolloin keskimäärin 12 vrk, mutta vaihteluväli oli niinkin suuri kuin 1–49 vrk (Rantala ym. 2003). Viime vuosina pakkasvarastoitujen taimien osuus on edelleen kasvanut ja taimimateriaalin kaukokuljetuksia on pyritty tehostamaan kuormien kokoa kasvattamalla. Ovatko nämä muutokset lisänneet taimien varastointia terminaalin tai työmaalla, vai onko taimien toimitusketju lyhentynyt nykyisissä toimintaolosuhteissa?

Taimikuormat kasvaneet kaukokuljetuksissa – löytyykö uusia pullonkauloja?

Tämän päivän taimitoimitusketjun ongelmakohtien kartoittamiseksi kerättiin tietoa pahvilaatikoihin pakattujen kuusen taimien kulunopeudesta taimiterminaalista istutustyömaalle Etelä-Savossa keväällä 2008. Selvityksen tavoitteena oli löytää taimihuoltoketjun kriittisim-

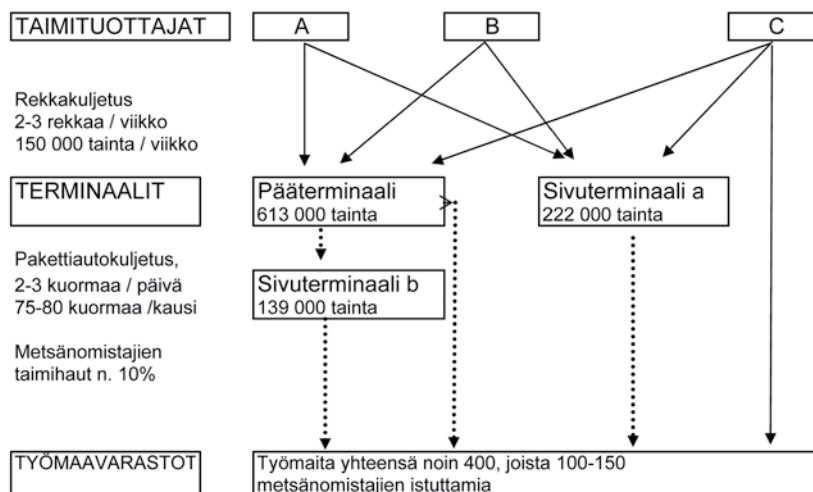
piä tekijöitä taimiterminaalien ja istutuspaikan välisestä toimintaketjusta.

Selvityksen kohteena olleessa metsänhoitoyhdistyksessä taimien jakelu oli järjestetty kolmen taimiterminaalien kautta, joista pääterminaali oli volyymiltaan selvästi muita suurempi (kuva 1). Metsänhoitoyhdistyksellä oli vuonna 2008 kolme pääasiallisinta taimitoimittajaa, jotka kevään aikana toimittivat 975 000 kuusen tainta metsänhoitoyhdistyksen välitykseen. Kaikkiaan istutustyömaita arvioitiin olleen noin 400. Kaikki kuusen taimet toimitettiin pahvilaatikoissa, jotka oli pääosin talvivarastoitu pakkasvarastoissa. Ensimmäiset taimet saapuivat taimiterminaalisiin viikolla 17 ja viimeiset viikolla 26.

Varastokiertoa kartoitettiin taimiterminaleissa

Taimiterminaleissa seurattiin toimituserittäin taimieräkohtaista varastokiertoa tekemällä taimilaatikoiden inventaario 1–2 kertaa viikossa. Samalla kustakin toimituserästä punnittiin 1–5 taimilaatikon paino. Lisäksi taimiterminaleilla seurattiin ilman lämpötilaa ja kosteutta (n. 0,5 metrin korkeudella maanpinnasta säteilyltä suojattuna) jatkuvatoimisilla loggereilla.

Taimien olosuhteiden seuraamiseksi laitettiin taimien väliin juuri-paakkujen päälle ensimmäisellä viikolla noin joka 100. ja myöhemmin noin joka 50. taimilaatikkoon lämpötilaa tai lämpötilaa ja valaistushavaintoja keräävä loggeri. Laatikkoon laitettiin myös palautuskuori-



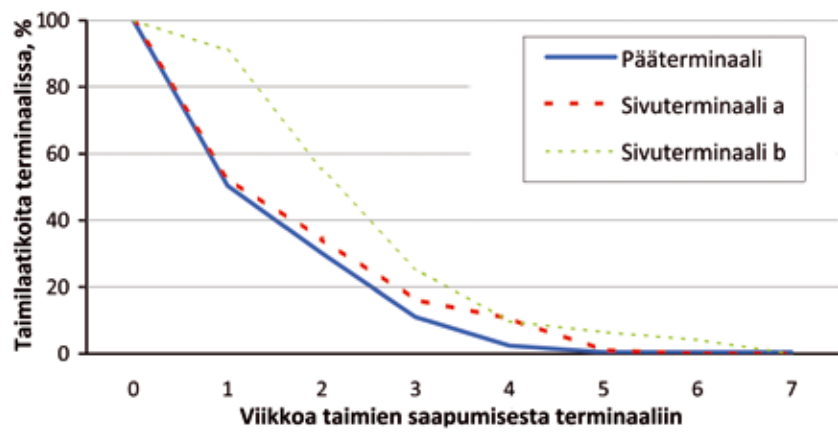
Kuva 1. Toimintaympäristön kuvaus.

neen tiedonkeruulomake, jossa kyseltiin taimien istutusajankohtaa ja taimien ja taimilaatikon kuntoa työmaavarastolla. Lisäksi tiedonkeruulomake laitettiin noin 200 muuhun taimilaatikkoon. Lomakkeita palautui kaikkiaan 117 kappaletta.

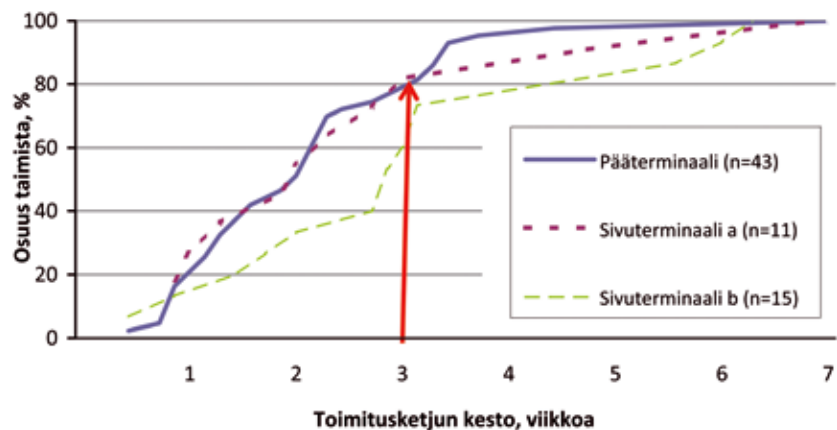
Kevään 2008 sääolosuhteet olivat kohtuullisen helpot taimihuoltoa ajatellen; pitkiä lämpimän ilman jaksoja ei juuri ollut ja kosteutta oli etenkin kesäkuussa riittävästi. Huhtikuun viimeinen viikko ja aivan toukokuun alku sekä toukokuun viimeiset päivät olivat lämpimiä (vuorokauden keskilämpötila nousi yli 10 °C), mutta toukokuun keskilämpötila (8,8 °C) jäi hieman tavanomaista alhaisemmaksi. Toukokuun puolivälin jälkeen seurasi noin kahden viikon kylmä jakso, jolloin yöpakkaset olivat yleisiä. Kesäkuukin oli lähes asteen keskimääräistä viileämpi (13,2 °C) ja sademäärä oli yli kaksinkertainen keskimääräiseen verrattuna. Vettä satoi poikkeuksellisen runsaasti kesäkuun 8.–10. päivä (78 mm), mikä oli enemmän kuin keskimäärin koko kesäkuussa. Vuorokauden ylin lämpötila ylitti hellerajan vain yhtenä päivänä kesäkuussa.

Taimet terminaalisia alle viikosta yli kuuteen viikkoon

Terminaali kirjanpidon mukaan pääterminaaliin tuotiin kuusen taimia kahdeksan ja sivutermiinaaleihin neljä kertaa kevään aikana. Eri terminaaleihin toimitettiin koko kauteen yhteensä 27 erillistä toimituserää (taimilaji x toimitusaika), yhteensä 10 850 taimilaatikkoa. Pääterminaalilla taimilaatikoiden määrä oli huhti-toukokuussa (viikot 17–22) noin 2 000. Sivutermiinaaleilla taimilaatikoiden määrät olivat noin 1 000 laatikon tasolla vastaavana aikana ja sivutermiinaalit tyhjenivät 1-3 viikkoa (viikoilla 23–25) pääterminaalia aiemmin. Kiivaimmillaan taimien toimitukset työmaavarastoihin olivat viikoilla 18 ja 19, jolloin maastoon



Kuva 2. Taimimateriaalin keskimääräinen läpivirtausaika eri terminaaleissa.



Kuva 3. Taimien toimitusketjun keston (terminaali+työmaavarasto) kumulatiivinen jakauma eri terminaaleissa. Nuolella on merkitty kolme viikkoa tai sitä lyhyempien toimitusketjujen osuus.

viettiin parhaimmillaan yli 3 000 taimilaatikkoa viikossa (noin 270 000 tainta).

Terminaaliin tuotaessa siirtolavoilla olleiden taimilaatikoiden ulkokehällä olleet kädensijat puhkottiin (0–2 vrk:n sisällä), mutta laatikot jätettiin siirtolavoille muovittuina. Terminaaleissa jäljellä olleet taimilaatikot avattiin 17.–19.6. (viikko 25). Pääterminaaliin sulana toimitetun taimierän (20.5.) muovit poistettiin välittömästi terminaalisia ja laatikot avattiin noin kahden viikon kuluttua (10.6.). Taimia ei kasteltu missään terminaalisia varastoinnin aikana.

Lyhyimmillään toimituserä oli terminaalisia alle viikon ajan ja pisimmillään yli kuusi viikkoa. Keskimäärin 43 % taimista oli terminaalisia alle viikon, 43 % 2–3 viikkoa ja 14 % taimista oli terminaalisia enemmän kuin kolmen viikon ajan (kuva 2). Pisimpään taimet vii-

pyivät sivutermiinaalisia b (mediaani, Md = 2 viikkoa), jossa taimivolyymi oli myös pienin. Sivutermiinaalisia b joka neljäs taimilaatikko vietti yli kolme viikkoa.

Työmaavarastossa taimet keskimäärin viikon

Taimien toimitusketjun kokonaisaikaa (taimet terminaalisia ja työmaavarastossa) seurattiin taimilaatikkoihin laitettujen loggereiden avulla. Loggereihin kertyneen tiedon mukaan taimet olivat terminaalisia keskimäärin 10 päivää (Md = 7 päivää). Noin kahden viikon kuluessa 80 % taimista oli lähtenyt terminaalisia työmaavarastolle. Pisimmillään varastointi taimitermiinaalisia kesti 41 päivää. Työmaavarastossa taimet olivat keskimäärin 7 päivää (Md = 5 päivää) ennen istutusta. Työmaavarastosta 80 % taimista oli istutettu

10 päivän kuluessa ja pisimmillään taimet olivat työmaavarastossa 34 päivää ennen istutusta.

Kokonaisuudessaan taimien läpimenoaika taimentoimittajalta istutukseen kesti keskimäärin 17 päivää (Md = 15 päivää) (kuva 3). Pisimmillään koko toimitusketju kesti 49 vuorokautta. Noin viidennes taimista oli istutettu viikon sisällä taimien toimituksesta ja noin puolet taimista oli istutettu kahden viikon kuluessa. Kolmen viikon aikana istutettujen taimien osuus nousi jo 75 %:n tasolle. Viimeisten taimien (10 % volyyimista) läpimenoaika vaihteli 4 viikosta aina 7 viikkoon.

Sivuterminalissa b taimien läpimenoaika oli muita terminaaleja selvästi pidempi, keskimäärin 15 päivää (Md = 15 päivää). Työmaavarastossa sivuterminali b:n kautta kulkeneet taimet olivat saman ajan, keskimäärin 7 päivää, kuin muutkin taimet. Kokonaisläpimeno aika muodostui sivuterminali b:n kautta kulkeneille taimille keskimäärin 22 päiväksi (Md = 20 päivää), kun se muiden terminalien taimille jäi 15–17 päivään (Md = 14 päivää). Sivuterminalissa b vain 60 % taimista oli istutettu kolmen viikon aikana, kun muiden terminalien kautta kulkeneista taimista 80 % oli istutettu vastaavana aikana.

Pahvilaatikko tasasi ulkolämpötilan vaihtelua

Taimilaatikossa lämpötilan vaihtelu oli vähäisempää kuin ulkona (kuva

4); pahvilaatikon ansiosta taimien minimilämpötila oli ulkolämpötilaa korkeampi ja maksimilämpötila vastaavasti matalampi. Tasoittava vaikutus näkyi erityisesti lämpimänä vuorokautena. Hallaöinä pahvilaatikko suojasi taimia kaikkein matalimmilta lämpötiloilta. Kuvan 4 esimerkkitapauksessa pahvilaatikossa oli lähes kaksi astetta korkeampi lämpötila aamuyön kylmimpinä tunteina.

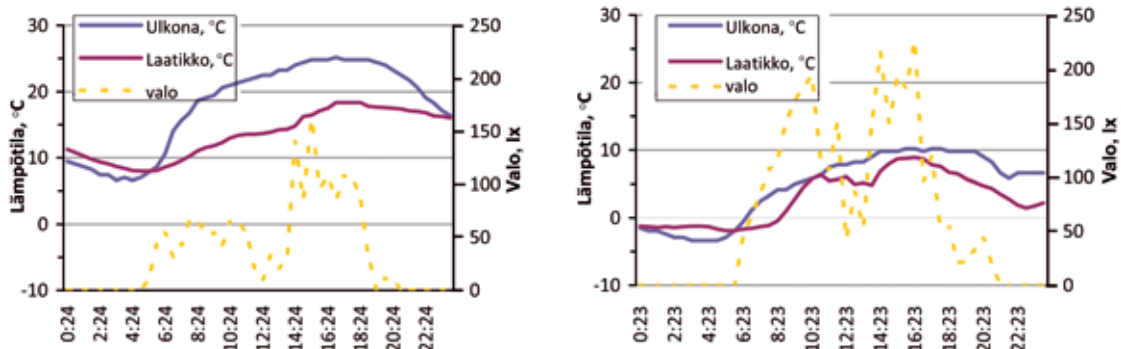
Valon intensiteetti näissä esimerkkitapauksissa nousi korkeimmillaan hieman yli 200 luksin. Korkeimmat taimilaatikoista mitatut valon intensiteetit olivat muutamia tuhansia lukseja. Mitatut valaistuksen voimakkuudet ovat riittäviä pitämään uudet kasvaimet vihreinä, mutta neulaset yhteyttävät täydellä teholla vasta kun neulastoon lankeavan valon määrä on noin puolet täydestä päivän valosta (100 000 lx). Niukassa valaistuksessa taimet hengittävät ja kuluttavat hiilihydraatteja ja sitä enemmän mitä lämpimämpiä taimilaatikat ovat. Valo-olosuhteiden luotettava mittausta taimilaatikoista osoitettiin hankalaksi, koska valoanturin asento muuttui usein, kun laatikko siirrettiin työmaavarastoon.

Ensimmäisen terminaliviikon aikana taimilaatikoiden vuorokautinen keskilämpötila oli ulkolämpötilaa alhaisempi, mikä johtui jäässä olevasta taimimateriaalista. Taimilaatikoiden vuorokautinen keskilämpötila tasoittui noin viikon kuluessa likimain samaksi ulkolämpötilan kanssa, mikä indikoi termi-

naaliin jäisinä tuotujen taimien sulamista viikon kuluttua kevään 2008 olosuhteissa. Ensimmäisen viikon jälkeen taimilaatikon ja ulkolämpötilan ero jäi vuorokauden keskilämpötilassa alle yhden asteen. Edelleen taimilaatikon sisällä lämpötila vaihteli vähemmän kuin ulkona.

Taimilaatikon vuorokautinen lämpötilamaksimi ylitti 20 °C taimiterminalissa 3 %:ssa ja työmaavarastossa 2 %:ssa havaintovuorokausista. Vastaavasti vuorokausia, jolloin maksimilämpötila ylitti 15 °C, oli sekä taimiterminalissa että työmaavarastossa 17 %. Koko taimihuoltoketjun aikana noin 8 % taimista oli olosuhteissa, joissa maksimilämpötila nousi yli 20 °C:een vähintään kolmena vuorokautena. Vastaavasti yli 50 % taimista oli kokenut olosuhteita, joissa maksimilämpötila oli ylittänyt 15 °C vähintään kolmena vuorokautena.

Lämpösomaa (kynnysarvo 5 °C) kertyi koko taimien toimitusketjussa huhtikuussa terminaliin toimitetuille taimille keskimäärin 57 dd ja toukokuussakin 77 dd. Kun taimihuoltoketjun kesto oli korkeintaan kolme viikkoa, jäi lämpösomakeräytymä kevään 2008 olosuhteissa alle 150 dd:n (kuva 5). Sitä pidemmällä varastointiajoilla lämpösomaa nousi etenkin toukokuun lopulla toimitetussa taimierässä yleensä yli 150 dd:n, mutta yli 6 vk toimitusketjuissa se ylittyi myös huhtikuun lopun ja toukokuun alun toimituserissä. Seuratuista taimista noin 10 %:lla lämpösomaa nousi yli 150 dd:een ennen istutusta (keskilämpötilat



Kuva 4. Kaksi esimerkkiä ulkolämpötilan sekä taimilaatikon ”sisäisen” lämpötilan ja valon intensiteetin vuorokautisesta vaihtelusta. Vasemman puoleisessa kuvassa lämmin vuorokausi (5.6., keskilämpötila 17,9 °C; taimet toimitettu terminaliin sulana 20.5.) ja oikean puoleisessa kuvassa viileä vuorokausi (17.5., keskilämpötila 4,8 °C; taimet toimitettu terminaliin jäisinä 10.5.).

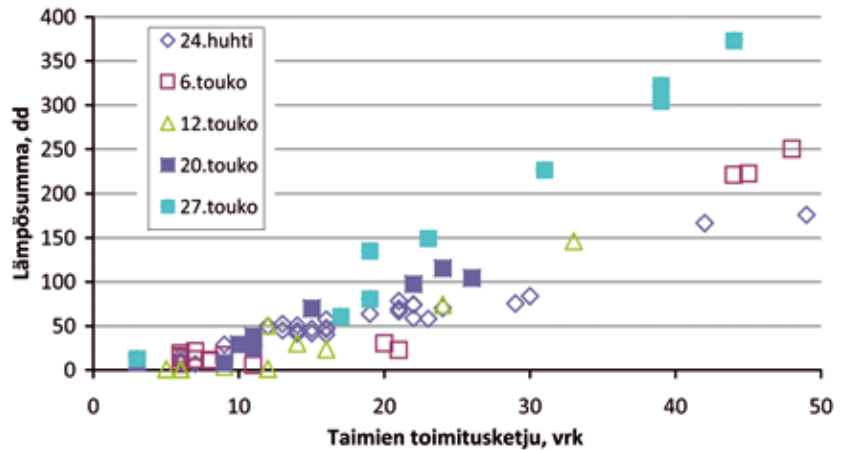
8–13 °C). Suurimmillaan lämpösummakertymät olivat yli 300 dd:tä toukokuun lopussa toimitetuilla taimilla.

Taimilaatikoista mitattiin lämpötilan lisäksi myös suhteellista kosteutta. Sateisia säitä lukuun ottamatta suhteellinen kosteus oli taimilaatikoissa yleensä useita kymmeniä prosenttiyksiköitä suurempi kuin ulkona (terminaaliloggeri 0,5 m korkeudella). Kosteuslukemat olivat taimilaatikoissa yleensä yli 80 % (lähes 75 % mittauksista). Pienimmillään suhteellinen kosteus oli taimilaatikossa 60–70 % (alle 7 % havainnoista) ja tällöin lämpötila laatikossa oli useinmiten keskimääräistä korkeampi, yli 15 °C.

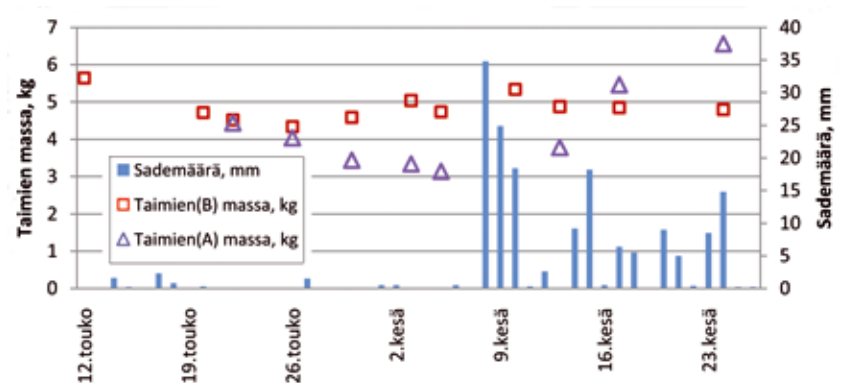
Sulien taimien kuivuminen laatikoissa alkoi viikossa

Inventaarion yhteydessä seurattiin taimilaatikoiden massan muutoksia punnitsemalla (kuva 6). Seuranta vaikeutti varaston tyhjeneminen (seurannan kohteet vaihtuivat) sekä taimilaatikoiden lavoilla varastointi (vain päällimmäisiä laatikoita voitiin punnita). Punnitustulosten mukaan taimien massa alkaa laskea varastoinnin aikana melko pian. Esimerkiksi 20.5. sulina toimitettujen taimien massasta (kuva 6, taimet A) hävisi kahden viikon aikana 25 % (bruttomassan muutos 5,1 kg:sta 3,8 kg:aan). Samanaikaisesti suhteellinen kosteus laatikossa laski yli 80 % :sta 65 %:iin. Tällöin taimipaakkujen turpeen kosteuden voidaan laskea olleen alle 30 %:n. Sen jälkeen taimien massa kasvoi 10.6. avattujen laatikoiden ja runsaiden sateiden ansiosta, jopa terminaaliin saapumistilannetta suuremmaksi.

Toisessa esimerkissä 10.5. jäisinä toimitettujen taimien massa oli pienimmillään yli 20 % lähtöarvoa pienempi (kuva 6, taimet B), mutta 20.5. sulina toimitettuja taimia suuremmasta alkupainosta (= juuripaakut kosteampia) johtuen tilanne ei muodostunut yhtä kriittiseksi. Taimipaakkujen laskennallinen koste-



Kuva 5. Lämpösumma (kynnysarvo 5 °C) taimilaatikoissa taimien toimitusketjun keston mukaan. Havainnot on eritelty taimilaatikkojen terminaaliin toimitusajankohdan mukaan.



Kuva 6. Esimerkki taimien (taimi+paakku) massan muutoksista (laatikon painosta on vähennetty laatikon kuivan/märän pahvin paino tilanteen mukaan) pääterminaalissa. Kuvaan merkitty myös vuorokautiset sademäärät Mikkelin havaintojen mukaan (Ilmastokatsaus 05/08 ja 06/08). Taimet(A): 20.5. sulana toimitetusta taimierästä (90 tainta/laatikko, keskipituus 22 cm) ja taimet(B): havaintokeskiarvot kahdesta 10.5. toimitetusta taimierästä (90 tainta/laatikko, keskipituus 22/23 cm).

us pysyi 45–50 % tasolla ja havainnot ilman suhteellisesta kosteudesta taimilaatikoissa vaihtelivat pääsääntöisesti 80–90 %:n tasolla koko varastoinnin aikana. Nämä taimierät varastoitiin koko ajan lavoilla eikä taimilaatikoita avattu ennen kuin työmaalla.

Osa taimista liian kuivia istutettaessa, kunto muuten hyvä

Kyselyn perusteella taimilaatikat olivat selvinneet hyvin kuljetusketjussa. Yli 95 % laatikoista oli työmaavarastolle saapuessa ehjiä ja yli 85 %:ssa laatikon kädensijat oli auottu ja 4 % laatikoista oli avattu kokonaan. Työmaavarastolle tuotessa täysin suljettuja laatikoita oli

näin ollen vajaat 10 %:a. Taimissa ei myöskään näkynyt kuljetuksesta aiheutuneita ulkoisia vaurioita.

Taimipaakuista 6 % oli jäässä työmaalla taimilaatikkaa avatessa. 55 %:ssa taimipaakuista valui vettä puristettaessa ja 39 % paakuista oli kosteita, mutta niistä ei puristamalla vettä irti saanut. Muutaman laatikon kohdalla vastaanottaja oli maininnut osan taimista olleen kuivia. Taimista, joista ei vettä saatu puristamalla irti, kasteltiin ennen istutusta vajaat puolet ja loput istutettiin kastelematta. Sitä kosteammista taimista kasteltiin 27 % ennen istutusta. Kesäkuun puolivälin jälkeen istutetuista 60 % ja heinäkuussa istutetuista taimista 100 % kasteltiin ennen istutusta.

Toukokuussa istutetuista taimista 77 % oli vielä lepotilassa (silmut

eivät olleet puhjenneet) istutettaessa. Kesäkuun alkupuolella vastaava tilanne oli 46 %:ssa taimista. Uusi vuosikasvu oli alkanut (kasvain yli 1 cm) tuolloin jo 10 %:ssa taimista ja kesäkuun jälkimmäisellä puoliskolla istutetuista jo 80 %:ssa oli vastaavasti kasvunsa aloittaneita. Heinäkuussa istutetuissa taimissa oli kaikissa yli 3 cm pituuskasvain.

Taimien kunto arvioitiin hyväksi vajaassa 90 %:ssa kyselyn vastauksista. Toukokuun alkupuolen istutuksissa hyvien taimien osuus oli 97 % ja loppupuolella 81 %. Kesäkuun vastaavat arvot olivat 75 ja 60 % ja heinäkuussa istutettujen kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Taimiterminaalissa maksimissaan 2 viikon läpimenoaika

Tehdyn seurannan perusteella taimien toimitusketjun kesto taimituottajalta istutukseen oli keskimäärin 15 vuorokautta (mediaani), mikä on hieman pidempi kuin Rantalan ym. (2003) tekemässä kyselytutkimuksessa. Pääosa, lähes 90 % taimista päätyi istutukseen alle neljän viikon sisällä taimien toimittamisesta terminaaliin. Toimitusketjun keston vaihtelu oli kuitenkin hyvin suurta; pisimmillään taimia varastoitettiin seitsemän viikkoa ennen istutusta. Pitkiä, 4–5 viikon mittaisia varastointiaikoja esiintyi niin taimiterminaalissa kuin työmaavarastoilakin.

Taimiterminaalissa varastokierron valvonnalla voidaan jossain määrin hallita taimimateriaalin läpimenoaika. Taimiterminaalissa hyvänä tavoitteena voitaisiin pitää maksimissaan kahden viikon läpimenoaika. Tämän jälkeen, jos taimien istutuksesta huolehdittaisiin viikon kuluessa, ei taimien toimitusketjun kokonaisaika ylittäisi kolmea viikkoa viimeisilläkään taimilla. Työmaavarastoissa varastointiajan hallinta yksityismetsätalouden istutuskohteilla on haasteellista, mutta tarkemman suunnittelun ja taimihuollon riskeis-

tä tiedottamisen avulla tähänkin ongelmaan voidaan saada muutosta aikaiseksi.

Poutakeväänä kolmen viikon toimitusketju voi olla liian pitkä

Taimien selviytyminen niin taimiterminaalissa kuin työmaavarastossakin on pitkälti sääolosuhteista riippuvaa. Kevät 2008 oli lämpötilaoloiltaan touko - kesäkuun osalta keskimääräistä hieman viileämpi, eikä pidempiä todella lämpimiä jaksosja sattunut seurantajaksoon. Seurannan tulokset antavat näin ollen kuvan keskimääräistä helpommista olosuhteista.

Lähes kaikki seurannan taimet toimitettiin pakkasvarastosta ja taimet olivat jäässä kaukokuljetuksen aikana eikä taimia kasteltu varastoinnin aikana. Jos toimitusketjun kokonaiskesto jää maksimissaan pakkasvarastoitua taimimateriaalia käytettäessä noin kolmeen viikkoon, näyttäisivät riskit taimimateriaalin laadun osalta pysyvän hallinnassa kevään 2008 viileissä ja kosteissa olosuhteissa. Jos keväällä on useamman viikon lämpimiä poutajaksoja, voi jo kolmenkin viikon varastointijakso osoittautua liian pitkäksi pakkasvarastoitujenkin taimien laadulle. Sulan tai kasvussa olevan taimimateriaalin kohdalla toimitusketjun tulee olla huomattavasti lyhyempi ja taimia joudutaan usein kastelemaan varastoinnin aikana.

Pahvilaatikoiden on havaittu aiemminkin tasoittavan taimien lämpöolosuhteita ulkolämpötilan vaihteluun verrattuna (Helenius 2005). Ne suojasivat taimia hallaöinä alimilta lämpötiloilta ja toisaalta leikkasivat kuumimman päivän korkeimpia lämpötiloja. Viileistä säistä huolimatta (koko jakson vuorokauden keskilämpötila 10 °C) joissakin taimierissä noin kolmen viikon varastoinnin jälkeen taimilaatikoissa oli kertynyt taimien kasvuun lähtöön tarvittava lämpösomma (150

dd:tä). Myös lämpösomman mukaan kolmen viikkoa pidemmät toimitusketjut olivat riski hyvälle taimimateriaalin laadulle näissäkin helppoissa olosuhteissa.

Laskennallisesti 150 dd:n lämpösomma saavutetaan 10 °C keskilämpötilassa (vastaa keskimääräistä toukokuuta Etelä-Suomessa) noin neljässä viikossa, 15 °C keskilämpötilassa (kesäkuu Etelä-Suomessa) noin kahden viikon aikana ja 20 °C keskilämpötilassa 9 vuorokaudessa. Kun vuorokauden keskilämpötila on noin 10 °C, taimimateriaalin hyvän laadun ylläpitämiseksi pakkasvarastoidut taimet tulisi istuttaa viimeistään kolmen viikon kuluessa taimien vastaanottamisesta. Vuorokauden keskilämpötilan kohotessa 15 °C tietämille lyhenee taimien istutusaika kahteen viikkoon, jotta taimet ennätettäisiin istuttaa ennen kasvuun lähtöä.

Sulille taimierille punnitus-seuranta kastelutarpeen arvioimiseksi

Pahvilaatikot pitivät taimet viileissä (ja osin sateisissakin) seurantajakson olosuhteissa kyllin kosteina. Siitä huolimatta taimilaatikoiden paino lähti laskemaan yleensä muutaman päivän sisällä terminaalissa, mikä johtui laatikossa ja taimien juuripaakuissa olevan veden haihtumisesta. Jäässä saapuneiden taimien kohdalla taimien kuivumisen riskit näyttivät olevan hallinnassa pisimpiä varastointiaikoja lukuun ottamatta, mitä ilmeisesti edesauttoi taimilaatikoiden pitäminen pinoissa kuljetuslavoilla osin muoviin käärittyinä ensimmäisten viikkojen aikana. Lämpimissä olosuhteissa osittain muoviin kääritty taimilaatikoppino voi taimien varastoidessa lämpöä kääntä myöskin riskiksi taimien itsensä hengityksessä tuottaman lämmön vuoksi (Lindström ja Stattin 2008).

Sulana saapuneessa taimierässä taimilaatikoiden paino laski nopeasti varastoinnin aikana ja taimi-

paakkujen turpeen laskennallinen kosteus alitti vajaan kahden viikon kuluessa 30 %, mikä on selkeästi taimien menestymismahdollisuuksia heikentävä tekijä. Taimien kasvatuksen aikana turpeen kosteus pyritään pitämään 45–50 %:ssa ja istutusvaiheessa paakkujen kosteuden tulisi olla selvästi tätäkin korkeampi. Taimien kosteuden seuranta taimiterminaalissa punnitsemalla muutama taimilaatikko säännöllisin väliajoin olisi yksi keino taimimateriaaliin laadun hallinnan parantamiseksi.

Ylipitkä toimitusketju ja kuivuminen suurimmat laatua heikentävät tekijät

Taimimateriaalin mukana lähetetyn kyselyn perusteella noin 40 % taimista oli ollut istutusvaiheessa josakin määrin kuivia (puristamalla

ei paakusta irronnut vettä). Taimien kastelun tiedetään edesauttavan taimien menestymistä (Helenius ym. 2005) ja erityisesti näiden jo osittain kuivahtaneiden taimien kastelu olisi ollut ensiarvoisen tärkeää.

Kyselyn perusteella taimimateriaalin kunto heikkeni mitä pidemmälle istutuskaudessa edettiin. Heinäkuussa istutetut, jo kasvunsa aloittaneet taimet luokiteltiin kaikki kunnoltaan tyydyttäviin. Tämä kuvastaa nimenomaan taimien toimitusketjusta johtuneita taimimateriaalin laatua alentavia tekijöitä. Osa laadun heikentymisestä on aiheutunut ylipitkistä varastointiajoista ja osa sääolosuhteiden lämpenemisestä edettäessä keskikesään.

Viitteet

Helenius, P. 2005. Kuusen pakkastaimien välivarastointikestävyys. *Taimiuutiset* 2: 7–10.

Helenius, P., Luoranen, J. & Rikala, R. 2005. Effect of preplanting drought on survival, growth and xylem water potential of actively growing *Picea abies* container seedlings.

Scandinavian Journal of Forest Research 20: 103–109.

Ilmatieteenlaitos. Ilmastokatsaus 04/08, 05/08 ja 06/08.

Lindström, A. & Stattin, E. 2008. Rejält hett i kartongen! *Plantaktuellt* 3:3.

Rantala, J., Rikala, R., Viitarinne, E. & Leinonen, T.A. 2003. Taimien matka taimitarhalla istutuskohteelle - kysely- ja haastattelututkimus. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2003: 417–427.

Rikala, R. 1979. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. *Metsäntutkimuslaitos, Metsänviljelyn koekasvan tiedonantoja* 31. 12 s.

Yli-Vakkuri, P. 1957. Tutkimuksia taimien pakkauksesta ja kuljetuksesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 49(1). 59 s.

Istutuksen koneellistaminen edellyttää logistiikan kehittämistä

Juho Rantala

Vaikka koneellisen istutuksen tuleminen näyttääkin lupaavalta, on läpimurron eteen vielä paljon teke mistä. Pelkkä toimiva ja hyvälaatuista työtä tekevä istutuskone ei riitä, vaan tarvitaan koko toimitusketjun ja toimintakulttuurin muuttamista.

Koneellinen istutus yleistyy hitaasti, mutta varmasti. Alkuun päästyään koneellistuminen voi jatkossa

olla nopeaakin. Jo nykyisillä koneilla on hyvä työpöjäljen laatu ja riittävä kustannuskilpailukyky. Jatkossa hakkuutähteiden keruu energiakäyttöön helpottaa konetyön olosuhteita yhä laajemmalla alueella. Myös alueyrittäjäkonseptin yleistymisen puunkorjuutöiden organisoimisessa tuo uusia mahdollisuuksia metsänhoitotöiden koneellistamiseen, kun metsänhoitotöitä siirretään jo entuudestaan koneiden kanssa toimivien yritysten vastuulle.

Koneille ja uusille palveluille on kysyntää

Paineita metsänhoidon koneellistamiseen tuovat odotettavissa oleva työvoimapula ja metsänomistajakunnan rakenteessa tapahtuvat muutokset. Metsänhoitotyöt sijoituvat suurelta osin muuttotappioista kärsiville syrjäseuduille. Metsänomistajakunnan rakennemuutoksen seurauksena yhä useampi metsänomistaja on nainen, asuu metsätilan ulkopuolella ja nauttii ansaituista



eläkepäivistään. Onkin todennäköistä, että metsänomistajien omaisuus metsänhoitotöissä vähenee ja työpalveluita ostetaan entistä enemmän – edellyttäen, että palvelut ovat laadukkaita ja markkinointi pelaa. Pelkällä neuvonnalla ei pitkälle pötkitä, se aika meni jo.

Koneellisen metsänistutuksen osuus istutustyöstä on tällä hetkellä alle 5 prosenttia. Kuitenkin esimerkiksi UPM:n kohdalla istutuksen koneellistamisessa puhutaan jo kymmenistä prosenteista. Suomessa on tällä hetkellä käytössä yli 30 istutuslaitetta, joista suurin osa ruotsalaisvalmisteisia Brackeja. Kotimaisia M-Plantereita on kentällä vajaat 10. Lisäksi käytössä on yksittäisiä kappaleita muiden valmistajien istutuslaitteita.

Yleensä Brackea ja M-Planteria käytetään kaivinkoneen lisävarusteena. Istutuslaitteiden tuottavuustutkimusten perusteella voi ennustaa M-Planterin markkinaosuuden nousevan tulevaisuudessa. Nähtäväksi jää, kuinka nopeasti muista raskaista työkoneista tutut informaatio-, aistin-, ohjausteknologiat tulevat istutuskoneisiin. Niin ikään esimerkiksi metsätraktoriin liitettävän jatkuvatoimisen istutuslaitteen kehittäminen nostaisi työn tuottavuuden kokonaan uudelle tasolle.

Nykyisten istutuskoneiden vuosikapasiteetti on 200 000–300 000

taimien riippuen istutuslaitteesta ja etenkin kuljettajien ammattitaidosta. Tämän perusteella puolet Suomen istutuksista voitaisiin tehdä 200–250 istutuskoneella.

Taimien pakkaamisesta pullonkaula?

Kone- ja laitekehityksen ohella suurimman haasteen istutustyön koneellistaminen tuo taimihuoltoon ja etenkin taimien tuotanto-, varastointi- ja jakelulogistiikkaan. Taloudellisesti järkevä istutuksen koneellistaminen edellyttää taimien istuttamista koko sulan maan ajan, siis myös kasvukauden aikana. Tutkimusten mukaan tälle ei ole biologisia esteitä.

Taimet menestyvät hyvin istutusajankohdasta riippumatta, kunhan taimimateriaali ja -huolto vastaavat istutusajankohdan tarpeita. Tarvitaan logistiikan ja koko toimintakulttuurin kehittämistä, jotta istutuskoneiden maine ei kärsi siitä, että ketjun muut lenkit pettävät.

Nykyisiä istutuslaitteita käytettäessä noin kuudesosa tehollisesta työajasta kuluu taimien lataamiseen käsipelissä istutuslaitteeseen. Hyvillä kuljettajilla osuus on vielä selvästi suurempi, koska varsinaisen istutustyö käy nopeammin. On olemassa vaara, että taimien pak-

kauslogistiikka muodostuu koneellisen istutuksen kehittämisen pullonkaulaksi. Tilanne on haastava. Pakkauslogistiikan uusiminen on kallis ja kauaskantoinen investointi, jonka tekemiseen liittyy isoja riskejä. Toisaalta nykyinenkin pähvilätkkopakkaus on kertakäyttöinen ja kallis. Kuinka ratkaista pakkauslogistiikka koneellisen istutuksen yhteydessä?

Hyvä tavoite on pakkausyksikkö, jonka avulla päästään eroon yksittäisten taimien siirtelystä sen jälkeen, kun taimet on taimitarhalla kertaalleen pakattu. Tai vaikka jo ennen sitä. Tämä vaatisi onnistuakseen ainakin taimituottajien, taimitarhalaitteiden valmistajien ja konevalmistajien yhteistyötä.

Taimikuljetusten määrä kasvaa...

Taimien jakeluketjun kehittämisessä järkevin vaihtoehto lienee koneyrityskohtaisten välivarastojen ja terminaalien hyödyntäminen, jolloin koneyrityksen organisoitavaksi jää taimien kuljetus uudistusaloille. Tällä tavalla vastuuta taimihuollosta siirtyy koneyrityksille, joten välivarastoilla on oltava asianmukainen varustus taimien varastointiin, kasteluun ja siirtelyyn sekä tärkeimpänä riittävä taimihuollon osaaminen.

Taimia voidaan istuttaa koneellisesti toukokuun alusta syyskuun loppuun. Jos taimia istutetaan koko tämä aika, tuotannossa kasvatsohjelmiä tarvitaan luultavimmin 4–6 ja vähintään kuusi taimikuljetuserää per koneellista istutusta tekevä yritys.

Toukokuun alun ja juhannuksen välillä taimia on tuotava jakeluterminaaliin vähintään kaksi kertaa, jolloin varastointiaika terminaalissa on enintään kolme viikkoa. Juhannukselta heinäkuun puoliväliin tarvitaan yksi kuljetuserä kasvussa olevia ei-lyhytpäivä (LP) -käsiteltyjä taimia. Heinäkuun loppupuolisko ja elokuu istutetaan LP-käsiteltyjä



Koneellistuminen ruokkii itse itseään – mitä enemmän koneilla tehdään, sitä tehokkaammin työ voidaan organisoida (kuva Marja Poteri).

taimia. Näitä LP-käsittelyjä tarvitaan tällä välillä vähintään kahdella eri ajoituksella. Syyskuussa voidaan istuttaa joko lyhytpäiväkäsiteltyjä tai normaaleja lepotilaisia taimia. Näin toimien ja ottaen huomioon istutuskoneiden tuottavuuden, kuljetuserän koko on 30 000–50 000 tainta eli jakeluauton kuorma.

... mutta tuotanto-kustannukset ratkaisevat!

Tutkimuksen mukaan taimikuljetusten jakaminen viiteen osaan nostaa kuljetuskustannuksia yhden kuljetuserän optimitilanteesta noin 20 prosenttia. Hyvin suunniteltujen,

useampaankin suunnittelujaksoon jaettujen taimikuljetusten kustannukset ovat kuitenkin selvästi alle 10 prosenttia tuotanto- ja jakeluketjun kokonaiskustannuksista.

Taimituotannon kustannustehokkuus ratkaistaan pitkälti tuotannon skaalaeduilla ja laadulla. Eikä tilanne muutu miksiäkään, vaikka liikennepolttoaineiden hinnat moninkertaistuisivat. Vaikka kaikki Suomen taimet tuotettaisiin vain muutamalla suurtaimiharhalla, hyvin suunnitellut kuljetuskustannukset jäisivät alle 10 prosentin tuotanto- ja jakeluketjun kokonaiskustannuksista. Logistiikka tuo merkittävää kilpailuetua etenkin asiakastyytyvyyden ja taimien laadun hallinnan kautta.

Tuotantokustannusten tärkeyden huomioon ottaen olisi hyvä pohtia, kuinka suurissa tai pienissä erissä eri ajankohtina istutettavia taimia kannattaa tuottaa. Tai olisiko mahdollista toimia niin, että tuotantoyksiköt keskittyisivät kasvattamaan vain tiettyyn ajankohtaan soveltuvia taimieriä? Tällöin välttyttäisiin turhan pienten tuotantoerien aiheuttamilta lisäkustannuksilta. Nykyisillä koneellistamisasteilla näiden asioiden pohtiminen on teoreettista, mutta jos metsäyhtiöiden ennustukset istutuksen 30–50 prosentin koneellistamisasteesta 2010-luvulla toteutuvat, on asioilla jo käytännön merkitystäkin.

Myyrien aiheuttamat taimituhot

Otso Huitu ja Heikki Henttonen

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. Voimakkaimmat kannanvaihtelut 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.

Suomessa esiintyy puolenkymmentä myyrälajia, jotka aiheuttavat säännöllisesti tuhoja metsäpuiden taimikoissa. Näistä kaksi yleisintä ja samalla pahinta tuholaista ovat peltomyyrä ja metsämyyrä. Vesimyyräkin voi aiheuttaa pahoja tuhoja puun taimille, mutta tuhoja esiintyy yleensä vain hyvin paikallisesti ja selvästi enemmän puutarhoissa kuin metsäpuiden taimikoissa.

Peltomyyrä

Peltomyyrää tavataan joka puolella Suomea hyvinkin erilaisissa elinympäristöissä. Niitä esiintyy runsaiten kosteahkoilla paketti- ja heinäpelloilla sekä niityillä, mutta myös heinittyneillä hakkuuaukoilla. Peltomyyrä aiheuttaa myyristämme va-

kavimmat vahingot metsätaloudelle. Huipputiheyksien aikana peltomyyrät voivat aiheuttaa täydellistä tuhoa tuhansilla uudistusalahehtaareilla. Taimituhota esiintyy pääasiassa talvella, niin havu- kuin lehtipuilla.

Koivun taimia maistellaan peltonmetsityskohteilla jonkin verran myös keskellä kesää. Peltomyyrät kaluavat taimien kuorta tai katkovat sivuoksia ja latvoja lumipeitteen sisällä. Peltomyyrän kaluamasta taimesta on lumien sulettua mahdollista erottaa parin millimetrin levyisten etuhampaiden jättämiä uurteita. Tuhonaiheuttajan tunnistusta helpottavat kalutun taimen tyvelle jääneet rusehtavat, muutaman millin pituiset ulostepapanat sekä kalutut taimen pätkät.

Peltomyyrätuhojen tehokkain torjuntakeino on heinäkasvillisuuden kurissa pitäminen, sillä heinätorjunta vähentää myyriltä sekä ravintoa että suojaa pedoilta. Myös taimisuoijat ehkäisevät peltomyyrätuhoja tehokkaasti. Mikäli mahdollista, metsänuudistamistoimet kannattaa ajoittaa vuosille, jolloin peltomyyrien kannat eivät ole suurimmillaan.

Metsämyyrä

Metsämyyrän levinneisyys kattaa koko Suomen Ylä-Lappia ja ulko-saaristoa lukuun ottamatta. Lajia tavataan lähes kaikenlaisissa metsissä, myös hakkuuaukoilla. Metsämyyrät viihtyvät mainiosti heinämailla silloin, kun niiden suurikokoisempi kilpailija, peltomyyrä, on harvalukuinen. Metsämyyrille maistuvat havupuun taimien latvasilmut, joita se joko syö kokonaan tai kovertaa ne ontoksi. Molemmissa tapauksissa taimessa esiintyy seuraavana kesänä monilatvaisuutta tai latvanvaihtoa, mikä voi aikanaan alentaa tukkipuun laatua. Metsämyyrät ka-



Kuva 1. Myyrien tuhoja 1,5–2 metrisissä männyissä maaliskuussa. (valokuva Metla/Erkki Oksanen)

luavat latvuksessa usein myös kuorta. Metsämyyrätuhot ajoittuvat talvisaikaan ja ne kohdistuvat tyypillisesti taimien lumihangen yläpuolisiin osiin. Tuhoja voi esiintyä vartuneemmissakin puissa; syönnöksiä on tavattu jopa 5–6 m:n korkuisissa puissa. Ei ole kuitenkaan tavatonta, että metsämyyrä viettäisi aikaansa myös hangen alla pienten taimien latvusten kimpussa. Paras torjuntakeino metsämyyrän aiheuttamia taimituhoja vastaan on hirvienkin torjuntaan käytettävä ruiskutettava karkote. Taimien toipumista latvanvaihdosta voi nopeuttaa katkomalla pois ylimääräiset latva-asemasta kilpailevat oksat.

Metsämyyrät kantavat ja levittävät myyräkuumetta aiheuttavaa Puumala-virusta. Virus tarttuu ihmiseen hengitysteitse myyrien eritteiden saastuttaman pölyn mukana. Tartunta saadaan usein ihmisasutuksen yhteydessä olevista kuivista ja pölyävistä tiloista, kuten puuliite-ristä, minne metsämyyrät hakeutuvat etenkin syksyisin ja runsaimmin silloin kun kanta on vahva. Tartuntaa voi ehkäistä välttämällä työskentelyä pölyävissä tiloissa sekä pyrkimällä hävittämään myyriä sitä mukaa, kun niitä ihmisasutuksiin syksyisin hakeutuu. Tehokkaaksi torjuntakeinoksi kotioiloissa ovat osoittautuneet tavalliset hiirenloukut.

Myyrien kannanvaihtelut ja tuhot

Pelto- ja metsämyyrien kannat vaihtelevat valtaosassa Suomea kolmen neljän vuoden säännöllisissä jaksoissa eli sykleissä. Pohjavuoden alhaisien tiheyksien ja huippuvuoden korkeiden tiheyksien ero saattaa olla monisatakertainen, eli kyseessä on hyvin raju lajien yksilömäärän heilahtelu. Nykyisin ollaan yleisesti sitä mieltä, että myyräkantojen romahdus huipputiheyksistä johtuu saalistuksen, tautien sekä talviravinnon loppumisen yhteisvaikutuksesta. Myyräkannan oltua riittävän

pitkään alhossa myös petokannat pienenevät ravinnonpuutteen johdosta. Petojen rivien harveneminen yhdessä myyrien tehokkaan lisääntymisen kanssa puolestaan mahdollistaa uuden nousun alkamisen.

Sekä taimituhojen että myyräkuumetapausten esiintyminen on luonnollisesti vahvasti kytköksissä myyrien runsauteen. Metsänhoitokäytännössä on kuitenkin monta vaihtetta, jotka voivat vaikuttaa taimikon myyrätuhoriskiin myyrien määrästä riippumatta. Näitä ovat esimerkiksi puulaji, taimien alkupe- rä, ravinnetankkaus, maanmuokkaus sekä aluskasvillisuuden torjunta. Yksi tehokkaimmista myyrätuhoriskin pienentäjistä on tehokas heinätorjunta. Heinän myötä myyriltä häviävät elossasäilymiselle olennaiset tekijät, ravinto ja suoja pedoilta.

Myyrien kannanvaihtelut ovat olleet poikkeuksellisen voimakkaita ja laaja-alaisia kuluneen vuosikymmenen aikana. Ennen eri tahtia vaihdelleissa Itä- ja Länsi-Suomessa kannanvaihtelut ovat viimeisten syklien aikaan olleet samanaikaisia ja alati voimistuvia. Jo syksyllä 2005 saavutettu myyrähuippu johti 5–9 miljoonan metsäpuun taimen tappioihin eteläisessä Suomessa talven 2005/06 aikana. Talven 2008/09 jälkeen taimikot olivat vielä lohduttomammassa kunnossa, sillä syksyn 2008 myyrätiheydet olivat monin paikoin korkeammat kuin koskaan Metlan kolmikymmenvuotisen seurannan aikana.

Varsinkin Suomen sisäisissä maakunnissa (Pohjois- ja Etelä-Savo, Keski-Suomi, Pirkanmaa ja Päijät-Häme) paljastui keväällä 2009 lumien sulettua pahoja myyrätuhoja. Metsäkeskuksiin tehdyn kyselyn mukaan myyrien täydellisesti tuhoamaksi joutui n. 20 000 hehtaaria taimikkoa, minkä lisäksi havaittiin moninkertainen määrä lievemmin tuhottuja taimikoita. Täydellisen tuhon ala kattaa noin 36 miljoonaa metsäpuun tainta; näiden korvaamiseen mennee ainakin 20 miljoonaa euroa.

Metlan myyrätutkimuksia

Metlan yksi viranomaistehtävä on myyräkantojen seuranta. Seuranta toteutetaan jokakeväsillä ja –syksyisillä myyrien seurantapyynteilä ympäri Suomen. Tällä hetkellä seurantapaikkoja on 22. Tämän lisäksi saamme täydentävää tietoa yliopistojen ja muiden sektoritutkimuslaitosten tutkimusprojektien toteuttamista myyräpyynteistä sekä petolintuharrastajilta. Seuranta-aineiston yhteenvetona Metla julkaisee joka kevät ja syksy tiedotteen valtakunnan myyrätilanteesta sekä siitä, miten kantojen ennustetaan lähitulevaisuudessa kehittyvän. Tieto on metsäammattilaisten ja metsänomistajien käytettävissä taimikoiden myyrätuhoriskin määrittämisen työkaluna.

Metlassa tehdään jatkuvasti maasto- ja laboratoriokokeita, joiden avulla selvitetään muun muassa taimien ja taimikoiden altistumista myyrätuhoille sekä taimien toipumista myyrätuhoista. Tutkimme ja kehitämme myös erilaisia keinoja myyrätuhojen torjumiseksi. Viime vuosina olemme mm. osoittaneet, että laikkumätästys maanmuokkausmenetelmänä vähentää myyrätuhojen määrää noin kolmanneksella muokkaamattomaan maahan istutuihin taimiin verrattuna. Olemme selvittäneet myös, että luontais-

ti uudistuneet luonnontaimet kelpaavat myyrille vain ani harvoin talviravinnoksi. Myöhään istutuskaudella istutetut kuusen taimet puolestaan kärsivät istutusta seuraavana talvena noin nelikertaisen tuhoriskin luonnontaimiin verrattuna. Aikaisin kesällä istutetut puolestaan tuhotaan noin kaksinkertaiselle todennäköisyydellä luonnontaimiin verrattuna.

Monet metsänomistajat ovat elätelleet vuosien varrella toiveita pölyjen hyödyntämisestä myyrätuhojen torjujina. Valitettava tosiasia on, että Suomen pölyjen luontaiset esiintymistiheydet ovat niin harvat, että lajeista ei ole yleispäteväksi myyrätuhojen torjijaksi. Pienessä mittakaavassa ainoastaan varpuspölyllä saattaa olla teoreettinen mahdollisuus talvisen myyräkannan tuntuvaan harventamiseen, sillä se on lajeistamme ainoa, joka tekee huomattavia saalisvarastoja ennen lumien tuloa. Varpuspöly saattaa saalistaa muutaman sataa myyrää parissa loppusyksyn viikossa. Tutkimme varpuspölyän vaikutusmahdollisuuksia myyrätuhojen vähentämisessä laajalla maastokokeella, johon kuului melkein sata taimikkoa Pohjois-Savossa. Tuloksemme osoittivat ykskantaan sen, että varpuspölyän läsnäololla taimikon vieressä, saalisvarastoista päätellen, ei ollut minkäänlaista

taimituhoja vähentävää vaikutusta. Tuloksemme ei kuitenkaan sulje pois sitä mahdollisuutta, etteikö pienellä, rajatulla taimikolla saalistavasta varpuspölystä voisi joissain tapauksissa olla hyötyä. Uskallamme siis suositella metsänomistajille varpuspölyän pönttöjen ripustamista jatkossakin.

Myyrien karkotusaineita ilmestyy markkinoille tämän tästä. Lupaavista mainoslauseista huolimatta tuotteen toimivuudesta on vain harvoin kokeellisen tutkimuksen keinoin osoitettua näyttöä. Koivutisle on yksi viimeaikaisista aineista, jonka on väitetty karkottavan myös myyriä. Väitteen tueksi on olemassa alustavia tuloksia maatalousympäristöstä, muttei metsätalouden puolelta. Metlassa selvitetiin koivutisleen teho myyrien ja toisaalta tukkimiehentäin torjunnassa. Koeasetelmassamme jouduimme osassa käsittelyistä sekoittamaan koivutisleen vaseliiniin, sillä tisle itsessään on vesiliukoista eikä siten kestä taimien pinnalla säätilan armoilla. Tulostemme mukaan vaseliini oli pelkkää koivutislettä huomattavasti parempi tuholaiistorjuja. Pelkkä koivutisle menetti nopeasti tehonsa auringon ja sateen vaikutuksen alla, eikä sitä voi näin ollen suositella sellaisenaan myyrän tai tukkimiehentäin torjuntaan.

Pohjoismainen metsätaimitarharetkeily järjestetään Ruotsissa syksyllä 2010

Seuraa tiedotteita Nordgen Metsän kotisivulta: www.nordgen.org/index.php/skand/content/view/full/1191 ja Metlan taimitietopalvelun Ajankohtaista-sivulta: <http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm>

Metsätalouden käyttöön hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita vuonna 2010

Torjunta-aineluokituksen kirjaintunnusten selitykset:

Xn = haitallinen
Xi = ärsyttävä
N = ympäristölle vaarallinen
T = myrkyllinen

RIKKAKASVIT, MUUT KUIN GLYFOSAATTIVALMISTEET				
Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Fenix Maatilan Akloni- feeni	<i>aklonifeeni</i>	600 g/l	N	Lepotilassa olevien havupuiden taimien koulinta-alat metsätaimtarhoilla
CurEra Rikka- kasvit pois	<i>etikahappo</i>	62 g/l	-	Rikkakasvien torjuntaan ennen kylvöä/istutusta metsäpuuistutuksilla ja taimitarhoilla
Ecocin, koncentrat	<i>etikahappo</i>	250 g/l	-	Rikkakasvien torjuntaan ennen kylvöä/istutusta metsäpuuistutuksilla ja taimitarhoilla
Reglone	<i>dikvatti</i>	200 g/l	T, N	Kylvöpenkit ennakkotorjuntana
Gallery	<i>isoksabeeni</i>	500 g/l	Xi	Havupuiden taimien koulinta-alat metsätaimtarhoilla
Mogeton WP	<i>kinoklamiini</i>	250 g/kg	Xn, N	Maksasammalen torjunta havupuiden paakutaimilta
Select	<i>kletodiimi</i>	240 g/l	Xn, N	Kylänurmikan ja muiden I-vuotisten heinämäisten rikkakasvien torjuntaan puuvartisten kasvien taimitarhoilta
Agil 100 EC Maatilan Propafop	<i>propakvitsafoppi</i>	100 g/l	Xn, N	Koivun istutusalat, tehoaa vain heinämäisiin rikkakasveihin
Focus Ultra Erikoiskasviaine 200912	<i>sykloksidiimi</i>	100 g/l	Xn	Heinämäiset rikat viljelyaloilla ja tarhalla
Aramo	<i>tepraloksidiimi</i>	50 g/l	Xn, N	Heinämäiset rikat taimitarhoilla

Taimitarhojen käyttökohteita lähellä on koristepuiden ja -pensaiden kasvatusta. Siellä on rikkojen torjuntaan hyväksytty mm. Targa Super 5 EC, joka tehoaa moniin heinämäisiin lajeihin, mutta ei muihin; lisäksi Basta.

RIKKAKASVIT, GLYFOSAATTIVALMISTEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Agromax 360 CHE 3607 Gilbert 360 Glyfokem Bio 360 Glyfomax Bio Glyfonova Bio Rambo 360 S Roundup Bio Roundup Ultra Touchdown Premium	glyfosaatti	360 g/l	-	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittämiseen
Rambo 360	glyfosaatti	360 g/l	N	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittämiseen
Clinic 360 SL Glyfokem 360 Glyphogan 480 SL Pellon Glyfoneste 101 Ranger Rodeo Roundup	glyfosaatti	360 g/l	Xi, N	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittämiseen
Ei Rikkoja Puutarhassa Max Envision Gilbert 450 Glyfokem Bio 450	glyfosaatti	450 g/l	-	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittämiseen
Ecoplug	glyfosaatti	680 g/kg	Xi, N	Kantojen (huom. ei puiden) taskutukseen juuri- ja kantovesojen torjumiseksi

KARKOTTEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Mota-karkote*	eteeriset öljyt	12 g/l	Xi	Hirvieläintuhojen ja myyrien torjunta havu- ja lehtipuilla
Klerat-myyrän-syötti*	brodifakumi	10 mg/g	Xn	Pelto-, kenttä- ja lapinmyyrä talvikäyttö lumi-reikiin; vesimyyrä syksyllä maakäytäviin

*poistunut rekisteristä 31.12.2009

TUHOHYÖNTEISET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Decis 25 EC*	<i>deltametriini</i>	25 g/l	Xn, N	Tukkimiehentäi (Hylobius), monien tuhohyönteisten torjunta pelto- ja puutarhaviljelyksiltä
Dimilin-neste	<i>diflubentsuroni</i>	480 g/l	N	Perhos- ja pistiäistoukkien torjunta metsässä
Roxion R-dimetoaatti BASF** Perfekthion 400 Tuholaisaine 101** Danadim Progress	<i>dimetoaatti</i>	400 g/l	Xn, N	Monien tuhohyönteisten torjunta; mm. perhos- ja pistiäistoukat, kirvat, kasviluteet, eräät punkit pelto- ja puutarhaviljelyksillä
Merit Forest WG	<i>imidaklopridi</i>	700 g/kg	Xn	Tukkimiehentäin torjunta, myös kasvussa olevat taimet; käyttö sisätiloissa
Karate Zeon -tekniikka	<i>lambda-syhalotriini</i>	100 g/l	Xn, N	Tukkimiehentäin torjunta, myös kasvussa olevat taimet. Laajennettu käyttöalue (Off label –hyväksyntä***): Metsässä varastoidun kuorellisen puutavaran suojaus puutavaraa vioittavia hyönteisiä vastaan
Maatilan Syhalotriini	<i>lambda-syhalotriini</i>	100 g/l	Xn, N	Tukkimiehentäin torjunta havupuun taimista ennen istutusta
Monisärmiövirus****	<i>viruspolyhedroja</i>	0,102 x 10 ¹² kpl/l litra vettä	-	Ruskomäntypistiäisen torjunta
Nissorun*****	<i>heksytiatsoksi</i>	100 g/kg	N	Off label – hyväksyntä***: Punkkien torjuntaan puuntaimista metsätaimitarhoilla
Exemptor	<i>tiaklopridi</i>	100,19 g/l	Xn, N	Monien tuhohyönteisten torjunta; mm. kirvat, lehtiä syövät kovakuoriaiset, perhostoukat

*poistuu rekisteristä 31.12.2010

**poistunut rekisteristä 31.3.2010

***valmisteen käyttö Off label -hyväksynnän saaneisiin kohteisiin on saliittu käyttäjän vastuulla.

****väliaikainen hyväksyntä 15.5.2010 – 31.7.2010

***** poistuu rekisteristä 31.12.2011

Taimitarhoilla voidaan edellisten lisäksi käyttää eräitä 'yleistorjunta-aineita', joiden käyttöohje on muotoiltu väljästi kasvilajeja luettelematta.

Vuoden 2010 kasvinsuojeluluettelo (pdf) on Eviran sivuilla osoitteessa: http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/torjunta-aineet/torjunta-aineluettelo/. Samalla sivulla ylläpidetään luetteloa kasvinsuojeluaineisiin liittyvistä päivityksistä.

Lisäksi 'Kasvinsuojelurekisteri' -linkistä saa kattavasti tietoja kaikista rekisteröidyistä valmisteista, mm. myyntipäällystekstit ja käyttöturvallisuustiedotteet.

SIENITAUDIT

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Amistar	<i>atsoksistrobiini</i>	250 g/l	N	Männynkaristeen torjunta metsätaimitarhoilla
Aliette 80 WG	<i>fosetyyli-alumiini</i>	800 g/l	Xi	Koivunlevälaikun torjunta paakkutaimilla
Rovral 75 WG*	<i>iprodioni</i>	750 g/l	Xn, N	Harmaahomeen torjunta
Akopro 490 EC Basso	<i>prokloratsi + propikonatsoli</i>	400 g/l 90 g/l	Xi, N	Männynversosurman ja männyntalvihomeen torjunta
Maatilan propikonatsoli 2 Tilt 250 EC	<i>propikonatsoli</i>	250 g/l	Xn, N	Havupuiden taimitarhojen männynversosurman ja talvituhosienien torjunta
Topsin M*	<i>tiofanaatti-metyyli</i>	700 g/l	Xn, N	Harmaahomeen torjunta
Tirama 50	<i>tiraami</i>	500 g/kg	Xn, N	Siementen peittäminen
Stratego 312.5 EC**	<i>trifloksistrobiini + propikonatsoli</i>	187,5 g/l 125 g/l	Xi, N	Koivunruosteen torjunta
Stratego EC 250	<i>trifloksistrobiini + propikonatsoli</i>	125 g/l 125 g/l	Xi, N	Koivunruosteen torjunta
Rotstop	<i>harmaaorvakkasienen itiöitä</i>	2x10 ⁶ -10 ⁷ kpl/g	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
Rotstop SC	<i>harmaaorvakkasienen itiöitä</i>	2x10 ⁶ -10 ⁷ kpl/g	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
PS-kantosuoja-2 Forestcover	<i>urea</i>	320 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
PS-kantosuoja-konsentraatti-2	<i>urea</i>	600 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
Urea-kantokate	<i>urea</i>	330 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
Urea kantokate P	<i>urea</i>	330 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa

* koetoimintalupa

**poistuu rekisteristä 31.12.2010

Metsätalouden käyttöön hyväksyttävien kasvinsuojeluaineiden biologisen tehokkuuden ja käyttökelpoisuuden tarkastuksia tehdään Metsäntutkimuslaitoksen Itä-Suomen alueyksikössä Suonenjoella.

Eevamaria.Harala@metla.fi

Marja.Poteri@metla.fi

Metsäntutkimuslaitos

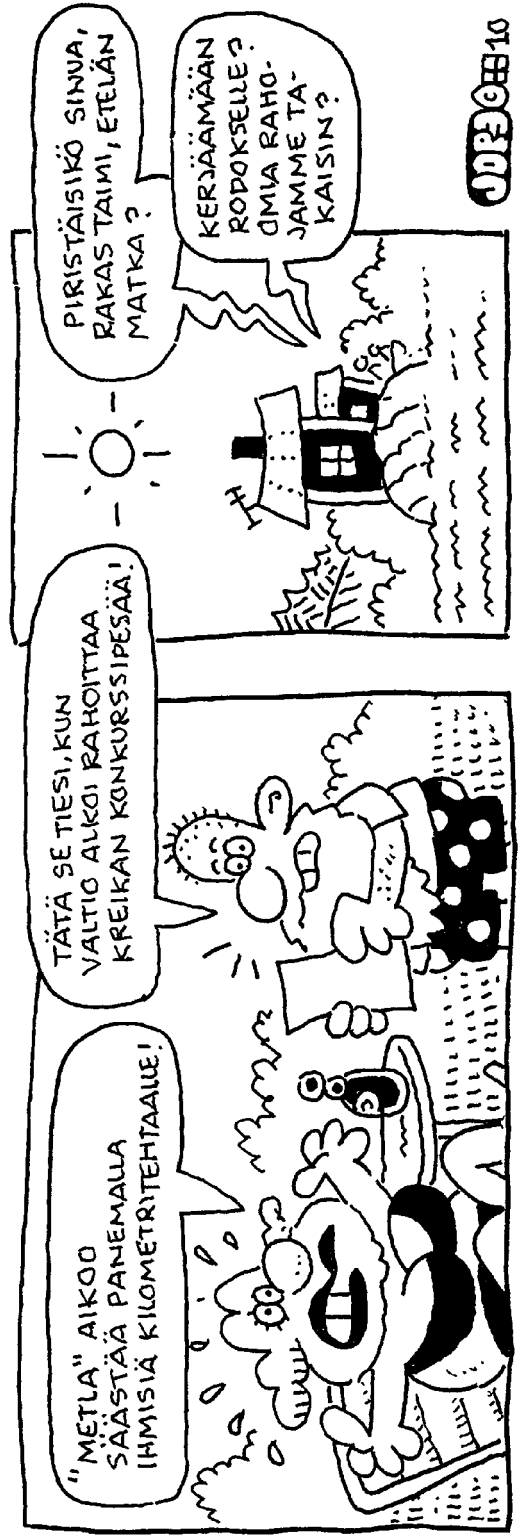
Itä-Suomen alueyksikkö, Suonenjoki

Juntintie 154

77600 Suonenjoki

PUUPUPELLO

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



Sisällys

Taimiuutiset 2/2010

KIRJOITTAJAT	2
VARASTAMINEN ON UUDISTUMISEN YDINOSAAMISTA	3
<i>Heikki Smolander</i>	
VAPAA- JA ENNALTAMÄÄRÄYTYNYT KASVU, JÄLKIVAIKUTUS JA KUUSEN TAIMIEN KASVURYTMI	5
<i>Risto Rikala</i>	
AVOMAALLA TALVIVARASTOITAVIEN TAIMIEN SUOJAUS	7
<i>Risto Rikala ja Kyösti Konttinen</i>	
KAUANKO TAIMET SÄILYVÄT PAKKASVARASTOSSA, ENTÄ VAIKUTTAAKO LANNOITUS?.....	12
<i>Risto Rikala</i>	
TURPEEN JA KOMPOSTIN SEOS KASVUALUSTANA: KOETULOKSIA KUUSEN PAAKKUTAIMIKASVATUKSESTA	15
<i>Juha Heiskanen</i>	
TAIMIEN TOIMITUSKETJUN KARTOITUS ETELÄ-SAVOSSA	17
<i>Timo Saksa</i>	
ISTUTUKSEN KONEELLISTAMINEN EDELLYTTÄÄ LOGISTIIKAN KEHITTÄMISTÄ.....	22
<i>Juho Rantala</i>	
MYYYRIEN AIHEUTTAMAT TAIMITUHOT	24
<i>Otso Huitu ja Heikki Henttonen</i>	
POHJOISMAINEN METSÄTAIMITARHARETKEILY	26
METSÄTALOUDEN KÄYTTÖÖN HYVÄKSYTTYJÄ KASVINSUOJELUAINEITA VUONNA 2010	27
<i>Eevamaria Harala ja Marja Poteri</i>	
PUUPELTOCITY.....	31

