

# t a i m i .

uutiset 4/2004



METLA

S U O N E N J O E N T U T K I M U S A S E M A

## Tässä numerossa mm:

- OIKEA PUULAJI OIKEAAN PAIKKAAN
- ULKOLAISTEN PUULAJIEN UUSI SUKUPOLVI ISTUTETTU
- METSÄNUUDISTAMISTA ARKANGELISSA
- UUSIA TAUTEJA PUILLA
- TAIMIPÄIVÄ RUOTSISSA JA METSÄNUUDISTAMISTA UKRAINASSA
- KIRJA- JA JULKAISUESITTELYJÄ



## Yhteistyössä mukana:

**FIN TAIMI Oy**  
Savilahdentie 6  
70210 Kuopio

**Forelia Oy**  
PL 412  
40101 Jyväskylä

**Ab Mellanå Plant Oy**  
Mellanåvägen 33  
64320 Dagsmark

**Pohjan Taimi Oy**  
Kaarreniementie 16  
88610 Vuokatti

**Ab Sydplant**  
Leksvall Plantskola  
Plantskolevägen 38  
10600 Ekenäs

**Taimi-Tapio Oy**  
Näsinlinnankatu 48 D  
PL 97  
33101 Tampere

**UPM Metsä**  
Joroisten taimitarha  
Kotkatlahdentie 121  
79600 Joroinen

Taimitarhojen tietopalvelu toimittaa Taimiuutiset-lehteä, järjestää alan kursseja sekä tuottaa taimioppaita.

**Kansikuva** Ulkolaisten havupuiden istutusta Punkaharjulla. Keskellä tien vasemmalla puolen 1996 istutettua serbiankuusta. Kuva Teijo Nikkanen.

## SISÄLLYS

OIKEA PUULAJI OIKEAAN PAIKKAAN _____	3
UUSI SUKUPOLVI VIERAITA PUULAJEJA TUTKIMUSMETSIIIN _____	6
TULOKSIA ARKANGELIN ALUEEN METSÄNUUDISTAMISMENETELMIEN KEHITTÄMISPROJEKTISTA _____	11
TAMMEN ÄKKIKUOLEMA, UUSI UHKA METSÄTALOUDESSA _____	16
TAIMIPÄIVÄT RUOTSISSA:VAIPAT MINITAIMILLE JA "RASKAUSTESTI" MÄNNYLLE _____	19
MUISTOJA KARPAATEILTA _____	21
JULKAISUSATOA _____	23
METSÄPUUT JA ILMASTONMUUTOS – TUTKIMUSTULOKSIEN KATTAVA ESITTELY KUOPIOSSA _____	26
ILMASTON MUUTOS HUOMIOITU KUUSENJALOSTUKSESSA _____	27
KIRJAESITTELYT _____	28
METLAN MYRÄTIEDOTE – MYRÄKANNAT VAHVASSA KASVUSSA _____	29
PUUPELTOCITY _____	32

**Toimittaja Marja Poteri**  
Suonenjoen tutkimusasema  
Marja.Poteri@metla.fi

**Julkaisija**  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema

**Tilaukset**  
Tilaushinta vuodeksi 2005 on 35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy neljä kertaa. Tilaukset toimittajalta.

ISSN 1455-7738  
Dark Oy,Vantaa 2004

# OIKEA PUULAJI OIKEAAN PAIKKAAN

Marja-Liisa Sutinen ja Raimo Sutinen, Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema ja Geologian tutkimuskeskus, Rovaniemen yksikkö

Onnistuneen metsänuudistamisen eräänä lähtökohtana pidetään kohteelle sopivan puulajin valintaa. Uudistamiskohteet on perinteisesti luokiteltu maasamme 1900-luvun alussa kehitetyn A.K. Cajanderin metsätyypiteorian (Ueber Waldtypen, 1909 ja Metsätyypiteoria, 1926) perusteella. Uudistamiskokemukset ovat kuitenkin osoittaneet, että oikean puulajin valinta ei aina välttämättä onnistu kasvillisuuden luokittelun pohjalta.

Sähköisillä vesi- ja ravinnetaloutta kuvaavilla mittaustekniikoilla voidaan kartoittaa laajoja alueita, jolloin on myös pystytty paremmin selvittämään ongelma-alueidentifiointia olevia tekijöitä. Eräs avainkysymys Keski-Lapissa on, miten tunnistaa männylle soveltuvat kasvupaikat paksusammalkuusikkokuvioiden sisältä. Näitä kysymyksiä selvitetään Muhoksen tutkimusasemalla yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen kanssa.

## Keski-Lapin HMT-kuusikoiden uudistaminen ja metsätyypiteoria

Keski-Lapin ehkä tunnetuimmat metsänuudistamiskohteet, Vaalolehto (n. 1000 ha) ja Hanhilehto (n. 500 ha), ovat maaston korkeuden (235 m mpy) ja lämpösumman (700 d.d.) suhteen samankaltaisia ja niitä molempia verhoaa alle 4 m paksu moreenipeite (kuva). Ennen uudistamistoimenpiteitä molemmat olivat ns. yli-ikäisiä paksusammalkuusikoita ja edustivat Cajanderin metsätyypiteorian mukaista HM (*Hylocomium-Myrtillus*)-tyyppiä. Molemmat lehdot avohakattiin

1950-luvulla ja uudistettiin männylle. Hanhilehdon keskiosassa männikkö kasvaa erinomaisesti (40 v. iässä  $6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$ ), sen sijaan Vaalolehto kokonaisuudessaan ja Hanhilehdon reunaosat kasvavat luontaista hieskoivu-kuusi sekametsää. Nämä tapaukset osoittavat, että Keski-Lapissa HMT ei aina kuvaa kasvupaikan 'hyvyyttä' männyn kannalta.

Vaikkakin varsinaiset lehdot rajoittuvat karbonaattiesiintymiin, Keski-Lapissa paikannimien loppuosa 'lehto' viittaa paikallisessa nimistössä metsiköiden rehevyyteen. Kyseisten 'lehtojen' ravinteisuus kuvastuu paitsi aluskasvillisuuden lajistossa, (Hanhilehdossa esim. kultapiisku, *Solidago virgaurea*; maitohorsma, *Epilobium angustifolium* ja kevätpiippo *Luzula pilosa*), myös karuja mäntykankaita (happamat granitoidimoreenit; usein CIT tai CT) korkeampana moreenien sähkönjohtavuutena (ravinnepotentiaali) ja moreenin hienoaineksen korkeampana Ca- ja Mg-pitoisuutena. Moreenien ravinneikkaus Vaalolehdossa on peräisin alla olevasta kloriittiamfiboli-liuskeesta, Hanhilehdossa keskiosan muodostavasta gabrosta, ja sitä rengasmaisesti ympäröivästä mustaliuske-dolomiittikallioperästä.

HMT-kuusikot ovat keskittyneet ravinteikkaille moreeneille Keski-Lapin vihreäkivivyöhykkeessä. Puulajina kuusi (myös hieskoivu) on sopeutunut tuoreille kasvupaikoille, mätät korvet mukaan lukien, mutta kasvaa myös kuivilla (usein kalkkiperäisillä) moreeneilla. Mänty sen sijaan kasvaa ja uudistuu luontaisesti kuivilla, happamilla ja hiekkailla mailla koko esiintymisalueellaan (38–70°N ja 10–150°E).

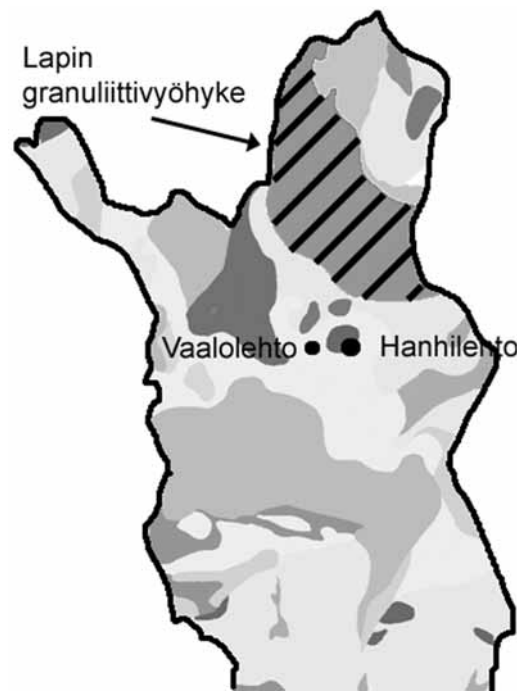
Avainkysymys Keski-Lapissa onkin, miten tunnistaa ne moreenikasvupaikat HMT-kuusikkokuvioiden sisältä, jotka soveltuvat männylle. Cajanderin metsätyypiteorian mukaisesti HMT kuuluu tuoreiden kangasmetsien luokkaan, jolle on tyypillistä pintakasvillisuuden mesofiilisyyttä. Kuitenkin kerrossammal, *Hylocomium splendens*, voi kasvaa myös mäntyvaltaisilla kasvupaikoilla, koska juuriyhteyden puutteesta johtuen se on käytännössä riippumaton maan ravinne- ja vesitaloudesta. Myöskään *Vaccinium myrtillus* (mustikka; MT- eli *Myrtillus*-tyypin laji), *V. vitis-idaea* (puolukka; VT- eli *Vaccinium*-tyypin laji) eikä *Empetrum nigrum*-kaan (variksenmarja; EVT- eli *Empetrum-Vaccinium*-tyypin laji) ole selvästi suhteessa maan vesipitoisuuteen Pohjois-Suomessa. Vaikkakin yo. tyyppilajit luokiteltiin kuvaavasti kangasmetsien 'hyvyyttä' ravinteisuuden suhteen, ne eivät kuvasta maaperän vesipitoisuutta, joka ylittäessään 25 % tilavuudesta on männyn kasvua ja levinneisyyttä rajoittava tekijä. Kasvipeitteessä toki on lajeja, jotka kuvaavat paremmin maaperän vesipitoisuutta. Parhaita kuivien maiden (vesipitoisuus <25 % tilavuudesta) indikaattoreita ovat *Cladonia*-jäkälien, varsinkin poronjäkälien, suuri peittävyys sekä erityisesti *Stereocaulon*-tinajäkälälajien esiintyminen aluskasvillisuudessa. Sianpuolukka, *Arctostaphylos uva-ursi*, esiintyy vain erittäin kuivalla (vesipitoisuus <15 %) kangasmaalla. Kasvavaa maaperän vesipitoisuutta kuvastavat runsastuvat metsälauha, *Deschampsia flexuosa* ja juolukka, *Vaccinium uliginosum*. Nahkajäkälät *Peltigera aptosa* ja

*Nephroma arcticum* menestyvät parhaiten keskimääräisen maankosteuden (vesipitoisuus 25 %) alueella. Selvästi kosteasta kasvupaikasta (vesipitoisuus >25 %) kertovat karhunsammalen (*Polytrichum commune*) yleistyminen sekä vaivaiskoivun, *Betula nana*, metsäkortteen, *Equisetum sylvestris* ja riidenliekon, *Lycopodium annotinum*, tulo lajistoon mukaan. Pallosara, *Carex globularis*, ja useimmat muut sarat, rahkasammaleet, *Sphagnum* spp., suokukka, *Andromeda polifolia* ja karpalo, *Vaccinium oxycoccos*, ovat märimpien (vesipitoisuus >30 %) metsämaiden lajeja. Vaalo- ja Hanhilehtojen kokemus kuitenkin osoittaa, että Lapissa Cajanderin metsätyypiteoria ei ole paras vaihtoehto arvioida moreenien vesitaloutta ja sitä kautta männyn valintaa uudistamisen yhteydessä. Kasvupaikkaluokittelua voidaan parantaa suorilla vesi- ja ravinnetaloutta kuvaavilla tunnuksilla/ mittauksilla.

### Kasvupaikkaluokittelu maaperän fysikaalisten ominaisuuksien perusteella

Männyn elossaolon ja kasvun kannalta oleellinen tekijä on kasvupaikan vesitalous. Mänty ei luontaisesti kasva eikä viljellen useinkaan menesty moreenissa, jonka vesipitoisuus on suurempi kuin 27 % tilavuudesta. Moreenien vesipitoisuus voidaan kartoittaa maastossa tehtävillä dielektrisyysmittauksilla (TDR ja RSAD-tutkimus; kuviotaso). Dielektrisyys on sähkömagneettinen suure, joka kuvaa vapaan veden määrää maaperässä. Alueellisesti maan vesipitoisuus voidaan kartoittaa lentokoneesta tehtävin gammamittauksin. Tämä perustuu siihen, että luonnon gammasäteilyn vaimeneminen riippuu maaperän vesipitoisuudesta.

Lapissa kesäsadanta ylittää haihdunnan noin 50 mm:llä. Maaperän vesipitoisuuden sekä pohjavesien



Maaperän vesitaloutta mittaamalla on voitu selittää, miksi Hanhilehdon keskiosissa männikkö kasvaa hyvin, kun taas Vaalolehto ja Hanhilehdon reunaosat kasvavat luontaista hieskoivu-kuusi sekametsää. Yli-ikäiset Vaalolehdon ja Hanhilehdon paksusammalkuusikot uudistettiin männylle päätehakkuun jälkeen 1950-luvulla.

muodostumisen kannalta oleellisin tekijä on kuitenkin lumen sulaminen, sillä Lapissa talvisadannan osuus on yli 40 % kokonaissadannasta. Moreenien raekoostumus sekä rakenne ja sitä kautta niiden hydraulinen johtavuus ja vedenpidätys vaihtelevat voimakkaasti (alueellisesti; spatiaalisesti). Siten sadannan ja erityisesti lumen sulamisen vaikutus kasvukauden aikaiseen vesipitoisuuteen määräytyy moreenien fysikaalisten ominaisuuksien perusteella. Kaikissa tapauksissa vesipitoisuuden kasvukauden aikaiset vaihtelut seuraavat ilmastollisia tekijöitä, mutta vesipitoisuuksien tasoerot ovat säännönmukaisia ja toistuvat samankaltaisina vuodesta toiseen. Monivuotisten seurantojen perusteella on arvioitu, että männyn kasvupaikoilla (hiekkamoreenit) vesipitoisuus voi keskimäärin vaihdella 12%:sta 13.5%:iin, kun se tyypillisillä Keski-Lapin silttimoreeneilla, esim. Vaalolehdossa, vaihtelee välillä 29–41 %. Tämä tarkoittaa sitä, että moreenien vesipitoisuuden spatiaalinen vaihtelu (rakenne) pysyy ajallisesti muuttumattomana. Männyn uudistamisen kannalta ehkä merkittävin tekijä lumen sulamisesta johtuva hieno-

jakoisten moreenien kyllästymisen (yli 44 % tilavuudesta), joka esim. Vaalolehdossa ja Hanhilehdon ulommissa osissa saattaa kestää jopa 8 viikkoa. Sen sijaan luontaisesti mäntyä kasvavilla kankailla ja onnistuneilla männyn uudistusaloilla, kuten Hanhilehdon keskiosissa, kyllästymistä ei tapahdu ja kasvukauden aikainen vesipitoisuus sadantahuippuineen pysyy alle 27 % tilavuudesta.

Keski-Lapin HMT-kuusikkojen uudistamisessa on useimmiten sovellettu mekaanista maanmuokkausta ja männyn viljelyä. Vaalolehdossa sovellettiin aluksi kulotusta ja kylvää (1950-luvulla), mutta myöhemmin useaan otteeseen (1964–1977) myös mekaanista maanmuokkausta ja männyn istutusta. Hanhilehto kulotettiin ja kylvettiin männylle 1953. Voimakkaimpana muokkausmenetelmänä aurauksen väkiinnutti asemansa 1960-luvulla ja sen toivottiin parantavan maan lämpöoloja sekä vesi- ja ravinnetaloutta. Nykyisen tietämyksen mukaan auratuilla HMT-aloilla moreenien vesipitoisuuden vaihtelu ei poikkea uudistusalojen viereisten hakkaamattomien kuusikoiden vesipitoisuudesta. Kuitenkin männyn

varhaiskehitys 7-ikävuoteen asti on hyvä ja on riippumaton moreenien vesitaloudesta. Lähestyttäessä vakiintumisikä (Lapissa noin 20 vuotta), taimikuolleisuus lisääntyy voimakkaasti kosteissa ja märissä kasvupaikoissa. Tällöin taimien elossaolo erittäin merkittävästi riippuu moreenien vesipitoisuudesta. Lopputuloksena on, että onnistuneet taimikot ja kasvatusmetsät ovat moreeneilla, joiden vesipitoisuus vastaa uudistuskypsiä männiköiden vesipitoisuutta (alle 27% tilavuudesta). Siten männyn valinta puulajiksi edellyttääkin Keski-Lapissa ensisijaisesti moreenien vesitalouden kuviokohtaista kartoitusta, vasta toissijaisena tulevat metsätyyppi ja muokkausmenetelmän /uudistamismenetelmän valinta. Tämä on syytä toteuttaa suunnitteluvaiheessa jo senkin takia, että hienoainesmoreenien kantavuus on korjuuta ja kuljetusta ajatellen vähäinen verrattuna hiekkamoreeneihin.

Keski-Lapissa kuusikkojen moreenit ovat kallioperästä (vihreäkivivyöhykkeen liuskeet) johtuen ravinteikkaita, ja Cajanderin metsätyyppiteorian mukainen kasvupaikan 'hyvyys' kuuselle onkin luontevaa tuoreiden kangasmetsien luokassa. Cajanderin itsensä ja J. Valmarin tekemissä tutkimuksissa osoitettiin, että metsätyyppi ja

maan elektrolyyttipitoisuuden välillä vallitsee selvä 'korrelaatio'. Näytteestä liuoksena määritettävän elektrolyyttipitoisuuden sijasta maaperän ravinteisuus voidaan nykyään kuvata säkönjohtavuutena ( $E_c$ , yksikkö mS/m), ja se voidaan mitata suoraan maasta joko induktiivisesti (EM-38) tai galvaanisesti (johtavuustalikko). Keski-Lapissa kuusikkojen moreenien  $E_c$  on merkittävästi korkeampi (0.5–3.0 mS/m) kuin männikköjen moreenien (0,15–2.0 mS/m). Merkittävä piirre Lapissa on, että kuusi ei kasva kuivilla ja niukkaravinteisilla ( $E_c < 0.5$  mS/m) moreeneilla, erityisesti happaman Lapin Granuliittikaaren alueella, jossa on pääsääntöisesti CIT (jäkälä; *Cladina*-tyypin) kankaita (kuva).

Keski-Lapissa kuusen viljely/uudistaminen on ollut vähäistä, eikä varttuneita kasvatusmetsikköjä männyn tapaan ole. Kuitenkin entisiin HMT-kuusikoihin tehdyille männynuudistusaloille kuusi on uudistunut luontaisesti, esimerkkinä Vaalolehto ja Hanhilehdon ulomat osat. Avohakattujen HMT-kuusikoiden maanmuokkaus muuttaa moreenien ravinnetaloutta ja saattaa siten metsätyyppiin 'hyvyyden' vaikeasti hahmotettavaksi. Jos tarkastellaan sekamalliestimaatein hakkaamattomien kuusikoiden ravinnetasetta ( $E_c = 0.96$  mS/m) aura-

uksella muokattujen uudistusalojen ravinnetaseeseen (välialue  $E_c = 0.70$  mS/m; palle  $E_c = 0.57$  mS/m ja paljastettu mineraalimaa  $E_c = 0.34$  mS/m), huomataan, että alkuperäinen ravinnepotentiaali merkittävästi alenee ja siten vaikuttaa aluskasvillisuuteen. Merkittävää on, että kuusi ei juurikaan ole luontaisesti uudistunut eikä viljellen menestynyt muokkauksella paljastetussa mineraalimaassa. Siten kuusen uudistamisen yhteydessä onkin syytä varmistaa maan ravinnepotentiaali johtavuuskartoituksin.

*FT Marja-Liisa Sutinen toimii professorina Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusasemalla vastuualueenaan metsän uudistumisen ekologia.*

Marja-Liisa Sutinen  
Metsäntutkimuslaitos  
Muhoksen tutkimusasema  
Kirkkosaarentie 7  
91500 MUHOS  
marja-liisa.sutinen@metla.fi

Raimo Sutinen  
Geologian tutkimuslaitos  
Rovaniemen yksikkö/ Maankäyttö ja ympäristö  
PL 77  
96101 Rovaniemi  
raimo.sutinen@gtk.fi

# UUSI SUKUPOLVI VIERAITA PUULAJEJA TUTKIMUSMETSIIIN

*Teijo Nikkanen, Kyösti Konttinen, Antti Lukkarinen, Esko Oksa ja Risto Savolainen,*  
Metsäntutkimuslaitos, Punkaharjun ja Suonenjoen tutkimusasemat sekä Vantaan tutkimuskeskus

## Puulajikokeilla pitkät perinteet

Vierasperäisten puulajien viljelymahdollisuuksia selvitelevä tutkimustyö on kuulunut Metsäntutkimuslaitoksen tehtäviin laitoksen toiminnan alkuajoista lähtien. Laitoksen ensimmäisen johtajan, professori Olli Heikinheimon johdolla perustettiin pääasiassa 1920- ja 1930-luvuilla noin 300 hehtaaria ulkomaisten puulajien koeviljelmiä. Eniten näitä puulajiviljelmiä perustettiin Solbölen, Ruotsinkylän ja Punkaharjun tutkimusalueisiin. Viljelmiin istutettujen havu- ja lehtipuiden lukumäärä nousee 110:een, kun lajien lisäksi myös alalajit ja muunnokset on laskettu mukaan.

Vieraiden puulajien koeviljelyn tarkoituksena on ollut selvittää, löytyisikö muilta maailmankolkilta puulajeja, jotka tarjoaisivat taloudellisia etuja luontaisiin puuhimme verrattuna. Tällaisia etuja voivat olla esimerkiksi parempi puuntuotos, puun tekniset ominaisuudet, tietyt metsänhoitotekniset edut, kuten suurempi kestävyys tuhoja tai vaikkapa ilmaston muutoksia vastaan, tai se että puut tuottavat arvokkaita sivutuotteita (Sarvas 2002). Yhtenä syynä vieraiden puulajien koeviljelyyn Suomessa on ollut myös metsätaloudellisesti tärkeiden puulajien vähyys.

Heikinheimon perustamien puulajiviljelmien kehitystä on seurattu yli 70 vuoden ajan. Tuloksia viljelmien menestymisestä on julkaistu kolmeen otteeseen (Heikinheimo 1956, Lähde ym. 1984 ja Silander ym. 2000). Viimeistä julkaisua varten kaikki, yhteensä 605 havu-

puiden koeviljelystä inventoitiin. Tämän mittauksen jälkeen monet huonokuntoiset, kiertoaikansa päähän tulleet viljelmät on jo päätetty uudistaa. Suurinta osaa viljelmistä kuitenkin kasvatetaan edelleen ja niiden kehitystä tullaan jatkossakin seuraamaan.

## Jatkuvuudesta huolehditaan

Vieraiden puulajien kasvatuksen jatkuvuuden turvaamiseksi on perustettava myös uusia viljelmiä. Vanhat viljelmät ovat tuottaneet tietoa eri puulajien menestymisestä ja käyttömahdollisuuksista ja toimineet varsin monipuolisesti tutkimuksen aineistona. Näiden hyötyjen lisäksi ne ovat palvelleet dendrologisina opetus- ja havaintokohteina, ja etenkin tässä tarkoituksessa ovat nuoret, suhteellisen pienikokoiset puut parempia kuin vanhat, korkealle karsiutuneet puut. Esimerkiksi maisemanhoitoa ja viherrakentamista ajatellen on nuorten puiden esittely arboretumeissa ja puulajiviljelmissä tärkeää.

Metsäntutkimuslaitos katsoo, että sen tehtäviin kuuluu huolehtia vieraiden puulajien kasvatuksen jatkuvuudesta Suomessa. Tämä on kirjattu ”Ulkomaisten puulajien ja erikoispuiden viljelmien kehittämissuunnitelmaan” (Savolainen ja Silander 1993). Siinä tavoitteeksi on asetettu se, että pääosa Heikinheimon koesarjassa mukana olleista puulajeista istutetaan ainakin Solbölen, Ruotsinkylän ja Punkaharjun tutkimusalueisiin. Suunnitelman mukaan parhaiten menestyneillä lajeilla perustetaan

vähintään 0,3 ha:n kokoisia metsiköviljelmiä ja heikommin menestyneillä lajeilla pieniä puuryhmiä. Suunnitelmaa on alettu toteuttaa heti vuodesta 1993 lähtien.

## Taimet Suonenjoen taimitarhalta

Uutta sukupolvea olevien vieraiden puulajien taimet on kasvatettu pääosin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen taimitarhalla. Pieniä taimieriä on kasvatettu myös Ruotsinkylän kenttäasemalla ja Punkaharjun tutkimusasemalla. Kivalon tutkimusalueeseen on hankittu taimia myös Forelian Rovaniemen taimitarhalla. Puulajiviljelmiin taimet on istutettu 2–5 vuoden ikäisinä paakutaimina.

Lisäyslähteenä on käytetty yleensä Metsäntutkimuslaitoksen vanhoja puulajiviljelmiä. Suoraan alkupeerialueelta on hankittu vain osa lehtikuusten ja amerikkalaisten mäntyjen siemenistä. Yleensä viljelmissä on käytetty vain yhtä aikaisemmin Suomessa hyvin menestyntä alkuperää. Poikkeuksena on mustakuusi, josta on mukana kolme alkuperää.

Puulajiviljelmiä on perustettu Metsäntutkimuslaitoksen 10 eri tutkimusalueeseen ja Pieksämäelle Nikkarilan opetusestään (taulukko 1) Viljelmät ovat kooltaan hyvin erilaisia. Arkoja ja Suomessa huonosti menestyviksi tunnettuja lajeja on istutettu vain muutamia kymmeniä taimia, mutta kestäviksi tiedettyillä lajeilla on Pohjois-Suomeen perustettu useita 5 000–6 000 taimen viljelmiä. Lajien ja viljelmien lukumäärällä mitattuna eniten

viljelmiä on perustettu Solbölen, Ruotsinkylän ja Punkaharjun tutkimusalueisiin.

## 58 taksonia 7 havupuusuvusta

Vuoden 2004 loppuun mennessä uuden sukupolven puulajiviljelmiä oli perustettu yhteensä noin 400 kpl, pinta-alaltaan 90 ha. Niissä oli kaikkiaan 58 havupuutaksonia (lajien lisäksi mukaan on laskettu muunnokset, alalajit ja risteyvät). Taimien istutusmäärät suvuittain ja vuosittain on esitetty taulukossa 2.

Pihtoja on istutettu kaikkiaan 14 lajia; eniten lännenpihtaa (*Abies lasiocarpa*) 18 850, siperianpihtaa (*A. sibirica*) 9 150 ja palsami-  
pihtaa (*A. balsamea*) 4 400 tainta. Lännenpihtaa on istutettu pääasi-

assa Pohjois-Suomeen, Kivalon ja Paljakan tutkimusalueisiin. Muita viljelmiin istutettuja pihtalajeja ovat, istutettujen taimien määrän mukaisessa järjestyksessä, japaninpihta (*A. veitchii*), harmaapihta (*A. concolor*), ohotanpihta (*A. nephrolepis*), sahalininpihta (*A. sachalinensis*), koreanpihta (*A. koraiensis*), virginianpihta (*A. fraserii*), ussurinpihta (*A. holophylla*), purppurapihta (*A. amabilis*), honsunpihta (*A. mariesii*), nikonpihta (*A. homolepis*) ja aitopihta (*A. procera*).

Kuusia on istutettu 15 lajia, joista runsaslukuisimmin mustakuusta (*Picea mariana*) 20 180, valkokuusta (*P. glauca*) 6 830 ja serbiankuusta (*P. omorika*) 5 220 kappaletta. Mustakuusen taimista on 40% istutettu Kivalon tutkimusalueeseen. Muita viljeltyjä kuusilajeja ovat engelmänninkuusi (*P. engelmannii*), ajaninkuusi (*P. jetzoensis*), okakuusi (*P. pungens*), koreankuusi (*P. koraiensis*), glehninkuusi (*P. glehnii*), sitkankuusi (*P. sitchensis*), punakuusi (*P. rubens*), turkestaninkuusi (*P. schrenkiana*), kiinankuusi (*P. asperata*) ja kaksi muuta Kiinasta kotoisin olevaa kuusilajia, *P. wilsonii* ja *P. likianensis* sekä risteymä *P. glauca x lutzii x sitchensis*.

Männystä on istutettu 14 lajia, eniten sembramäntyä (*Pinus cembra*) 7 460, kontortamäntyä (*P. contorta*) 4 400 ja makedonianmäntyä (*P. peuce*) 3 450 tainta. Näiden lisäksi on istutettu banksinmäntyä (*P. banksiana*), strobsumäntyä (*P. strobus*), punamäntyä (*P. resinosa*), keltamäntyä (*P. ponderosa*), vuori-

mäntyä (*P. mugo*), valkomäntyä (*P. monticola*), pensassembraa (*P. pumila*), mustamäntyä (*P. nigra*), harmaarunkomäntyä (*P. heldreichii*) sekä kahta amerikkalaista mäntylajia *P. strombiformis* ja *P. albicaulis*.

Lehtikuusta on istutettu 8 eri taksonia. Runsaimmin kanadanlehtikuusta (*Larix laricina*) 9 020, olganlehtikuusta (*L. gmelinii* var. *olgensis*) 4 662 ja euroopanlehtikuusta (*L. decidua*) 2 700. Lisäksi on istutettu dahurianlehtikuusta (*L. gmelinii* var. *gmelinii*), siperianlehtikuusta (*L. sibirica*), prinssinlehtikuusta (*L. gmelinii* var. *principisrupprehtii*), japaninlehtikuusta (*L. kaempferi*) ja japanin- ja siperianlehtikuusen risteymä *L. kaempferi x sibirica*.

Tuijia viljelmiin on istutettu kolme lajia: kanadantuijaa (*Thuja occidentalis*), koreantuijaa (*T. koraiensis*) ja jättituijaa (*T. plicata*). Hemlokkeja on viljelty myös kolme lajia: lännenhemlokkia (*Tsuga heterophylla*), vuorihemlokkia (*T. mertensiana*) ja kanadanhemlokkia (*T. canadensis*). Näiden lisäksi on viljelmiin istutettu douglaskuusta (*Pseudotsuga menziesii*).

Lisäksi on istutettu lehtipuita, pääasiassa kotimaisia jaloja lehtipuita sekä tervaleppää ja pihlajaa yhteensä noin 31 000 kpl. Eniten on istutettu metsälehmusta (*Tilia cordata*) 8 000 kpl. Pieniä määriä ulkomaisia lehtipuulajeja mm. saarnien, tuomien, pihlajien ja poppelien suvuista on myös viljelty.

**Taulukko 1.** Tutkimusalueisiin ja opetusmetsiin istutettujen taimien ja puulajien määrät.

Tutkimusalue/ opetusmetsä	Taimia, kpl	Puulajeja, kpl
Kivalo	31 350	8
Punkaharju	29 200	45
Solböle	27 380	45
Ruotsinkylä	23 520	52
Vilppula	8 180	24
Pieksämäki	6 930	31
Paljakka	5 000	1
Vesijako	3 700	4
Lapinjärvi	3 290	4
Kannus	2 900	2
Suonenjoki	1 300	2
	142 750	

**Taulukko 2.** Ulkomaisten havupuiden taimien viljelymäärät suvuittain ja vuosittain.

Puusuku tai laji	Viljelyvuosi									Yht.
	1994– 1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003– 2004	
	Taimien määrä, kpl									
Pihdat	1030	1480	10820	15180	5740	4160	6060	870	1180	46520
Kuuset	3530	5550	18130	7780	8800	3000	400	250	500	47940
Douglaskuusi			2100				1400	1000		4500
Männyt	710	2030	2700	8170	3250	600	210	230	1760	19660
Lehtikuuset	80		3080	14950	2100			50	900	21160
Tuijat		70	250				150	320	640	1430
Hemlokit			60			200	480		800	1540
	5350	9130	37140	46080	19890	7960	8700	2720	5780	142750

## Ensimmäinen inventointi

Uusien puulajiviljelmien inventointi aloitettiin kesällä 2003 (Lukkarinen 2004). Inventointi tehtiin viljelmässä, jotka ovat kasvaneet maastossa vähintään viisi kasvukautta. Myös uudet lehtipuuviljelmät inventoitiin, mutta niiden tuloksia ei vielä ole käsitelty.

Viljelmiin perustettiin pysyvät ympyräkoalat, yhdestä kolmeen koalaa viljelmää kohti. Koalalta luettiin taimien lukumäärä ja taimista mitattiin niiden viiden vuoden pituuskasvu. Mikäli taimet olivat tätä vanhempia, mitattiin myös niiden kokonaispituus. Koalalla arvioitiin taimikon yleiskunto ja sitä kohdanneet tuhot sekä määriteltiin taimien kunto puukohtaisesti. Pienialaisista puuryhmistä mitattiin kaikki taimet.

Kaikkiaan inventoitiin 237 (165 havu- ja 72 lehtipuu)-viljelmää yhteenlasketulta pinta-alaltaan 55 ha.

## Lehtikuuset kasvaneet parhaiten

Lehtikuusten pituuskasvu oli muiden sukujen puihin verrattuna ylivoimaista. Euroopanlehtikuusi Solbölässä ja olganlehtikuusi Lapinjärvellä saavuttivat 5-vuotiaana parhaimmillaan yli 260 cm:n keskipituuden. Myös muiden lehtikuusilajien kasvu oli hyvä. Kuolleisuutta viljelmissä oli yleensä vähän. Kuitenkin Ruotsinkylän ja Punkaharjun viljelmillä taimitiheys jäi tuhojen takia paikoin vain 400 taimeen hehtaarilla.

Pihdat ovat monin paikoin kärsineet halla- ja pakkastuhoista ja altistuneet siten myös muille tuhoille. Monet pihtalajit ovat kuitenkin kasvaneet melko hyvin, parhaiten palsamipihta. Palsamipihtan viiden vuoden pituus oli Punkaharjun ja Vilppulan viljelmillä yli 160 cm. Eniten tuhoja oli harmaapihdalla ja koreanpihdalla. Myös japaninpihtan ja sahalininpihtan menestymisen oli heikko Solbölän viljelmää



Kuva Kyösti Konttinen

**Kuva 1.** Taimet kasvatettiin Suonenjoen taimitarhalla muovihuoneissa, joissa oli mahdollisuus lyhytpäiväkäsitelyyn.



Kuva Teijo Nikkanen

**Kuva 2.** Esko Oksa ja Antti Lukkarinen mittaavat ohotanpihtaviljelmää Punkaharjulla.

lukuun ottamatta. Viljelmien tiheys vaihteli suuresti ja oli usein selvästi alle perustamistiheyden, joka oli 2000–3000 tainta/ha.

Kuusista valkokuusi ja mustakuusi ylsivät yli 140 cm keskipituuteen. Huonoimmin oli menestynyt ajaninkuusi, joka kärsi hallasta. Yleensä kuusen taimet olivat melko hyvin elossa. Joillakin lajeilla oli kuitenkin viljelmää, joissa taimitiheys oli laskenut alle 1500 kpl/ha.

Männystä parhaiten olivat kasvaneet banksinmänty ja kontortamänty. Paras viljelmä löytyi Punkaharjulta, missä banksinmännyn keskipituus viiden vuoden iässä oli 185 cm. Hyvästä kasvusta huolimatta

banksinmänty on kärsinyt pakkastuhoista myös Punkaharjulla. Lisäksi varsinkin Ruotsinkylässä hirvieläinten aiheuttamat tuhot ovat olleet voimakkaita ja sen vuoksi taimitiheys jäi vain 900 taimeen hehtaarilla.

Douglaskuusen menestyminen taimivaiheessa ei ole ollut erityisen hyvä. Nikkarilan viljelmässä oli keskipituus viiden kasvukauden jälkeen 97 cm. Ruotsinkylän viljelmällä taimia oli kuollut maaperän märkyyteen ja hirvituhoihin, ja viljelmän tiheys oli laskenut noin 3000 taimesta 1750 taimeen hehtaarilla.





Kuva Teijo Nikkanen

**Kuva 3.** Sahalinpihdan taimia sähköpaimenaidalla suojattuna Solbölässä.



Kuva Antti Lukkarinen

**Kuva 4.** Hirven syöjä ja pakkasvaurioista kärsinyt japaninpihda taimi Ruotsinkylässä.

## Halla ja hirvi pahimmat tuhonaiheuttajat

Uusien puulajiviljelmien inventoinnissa tehtiin tarkkoja havaintoja viljelmistä kohdanneista tuhoista. Yleisimpiä olivat pakkasen ja hirvieläinten aiheuttamat tuhot. Sekä halla että hirvi ovat kohteensa suhteen valikoivia, kuitenkin niin että hallaisillakin paikoilla tuhot kohdistuvat vain hallanarkoihin lajeihin, kun taas hirvi saattaa syödä melkein mitä tahansa mitä sen eteen sattuu. Muiden nisäkkäiden, kuten jäniksen ja myyrien aiheuttamat tuhot eivät olleet merkittäviä.

Hirvieläinten runsauden takia viljelmät on Solbölässä ja Ruotsinkylässä ollut pakko aidata. Silti tuhoja esiintyi myös aidatuilla alueilla. Hirvieläinten takia puulajiviljelmien perustaminen on nyt huomattavasti vaikeampaa kuin se oli Heikinheimon aikaan 1900-luvun alkupuolella.

Sienituhoja esiintyi eniten lehtikuusi- ja mäntyviljelmillä, joista löydettiin mm. versosurmatuhoja. Aluskasvillisuuden aiheuttamat eristeiset tuhot olivat viljelmillä myös melko yleisiä. Taimivaiheen

alkuvuosien hyönteistuhoja ei yli viisivuotiaissa taimikoissa enää voitu jäljittää. Tukkimiehentäin aiheuttamia tuhoja tiedettiin kuitenkin taimikoiden perustamisvaiheessa esiintyneen.

## Tutkimusalueissa on eroja

Solbölässä (Tammisaarella) osa viljelmistä on perustettu vanhaan puulajipuistoon, mutta varsinainen puulajiviljelmäalue on toimipaikan läheisyydessä sijaitseva noin 8 hehtaarin laajuinen teiden rajaama, nyttemmin hyvin aidattu loiva mäen rinne. Hirvet ja peurat sekä erittäin rehevä aluskasvillisuus ovat aiheuttaneet pahimmat tuhot. Hirvituhoja on kuitenkin ollut paljon vähemmän kuin Ruotsinkylässä. Solbölässä viljely on onnistunut kaiken kaikkiaan erittäin hyvin.

Ruotsinkylässä (Tuusulassa) viljelmät on perustettu pääasiassa koeaseman läheisyyteen ns. kotipalstalle. Lisäksi Katilan palstalle on perustettu joitakin melko suuria havu- ja lehtipuuviljelmää. Kaikki puuryhmiä suuremmat viljelmät on suojattu hirviäidalla, mutta runsaan hirvikannan takia ai-

dat ovat monin paikoin kaatuneet. Etenkin lehtikuusille ja pihdoille hirvet ovat aiheuttaneet pahoja tuhoja. Ruotsinkylässä verhopuustoa on käytetty hyväksi, jotta arat lajit eivät kärsisi hallasta tai liiallisesta auringon paahteesta. Istutuksessa 1998 oli erittäin sateinen ja märkyyden takia taimikuolleisuus oli tuolloin suuri.

Punkaharjulla valtaosa uusista viljelmistä sijaitsee Laukansaaressa Puulajireitin varrella. Lehtikuusiviljelmät sijaitsevat Kiteen Puhoksella. Viljelmille on tehty nuoruusvaiheessa mekaanista heinäntorjuntaa ja ensimmäinen perkaus tehtiin syksyllä 2003 taimien ollessa 5-vuoden ikäisiä. Punkaharjun viljelmillä tuhoja on ollut melko vähän. Pakkasvaurioista ovat kärsineet oikeastaan vain okakuusi ja ajaninkuusi. Hirvituhoja ja kuivuus ovat kiusanneet lehtikuusia Kiteellä ja osa viljelmistä vaatii täydennystä.

Lapinjärvillä havupuuviljelmät sijaitsevat Latokartanon palstalla ja lehtipuuviljelmät toimipaikan lähellä olevalla pellolla. Siperianpihtiviljelmät ovat kärsineet halvatuhoista useana vuonna. Lehti-



**Kuva 5.** Valkokuusiviljelmä Kivalossa.

kuusista osa on istutettu melko harvaan asentoon kuusen luonnontaimien sekaan, tuloksena hyvää sekametsää.

Vesijaolla (Padasjoella) viljelmät on perustettu metsämaalle noin 3 km:n päähän toimipaikasta. Sinne on istutettu vain musta-, valko- ja serbiankuusta.

Vilppulan viljelmät on perustettu toimipaikan pihapiiriin ns. Pertin puistoon sekä Pollarin ja Jämsänkosken palstoille. ”Pertin puiston” ensimmäiset viljelmät on perustettu vuonna 1998, joten puiston varsinainen mittaus tulee ajankohtaiseksi vasta vuonna 2005.

Kannukseen on viljelty vain mustakuusta Kaunisveden ja Mustikkakankaan palstoille.

Kivalossa (Rovaniemen maalaiskunnassa, 300 m mpy) viljelmien koko oli selvästi suurempi kuin Etelä-Suomessa. Viljelmien pinta-ala oli usein yli hehtaarin. Pohjoisesta sijainnista huolimatta olosuhteet puulajiviljelmille olivat Kivalossa erinomaiset. Korkealla sijaitseviin rinteisiin ei halla ole ensimmäisenä osunut. Lisäksi kasvupaikat olivat melko reheviä, mutta aluskasvillisuutta ei silti ollut haitaksi. Kivalossa taimet oli istutettu eteläisiä alueita harvempaan (1500 tainta/ha). Parhaiten oli kasvanut kontortamänty, jonka keskipituus viiden vuoden iässä oli 120 cm.

Nikkarilan (Pieksämäelle) opetusmetsään perustettiin vuosina 1997

ja 1998 noin 4 hehtaarin laajuisen puulajipuisto, johon on koottu havu- ja lehtipuita yhteensä 39 lajia. Alue sijaitsee melko karulla kasvupaikalla, mistä jotkut kuusi- ja pihtalajit ovat kärsineet. Lisäksi alueella on esiintynyt pakkasvaurioita. Yleisvaikutelma on kuitenkin hyvä ja lähes kaikki ruudut ovat kehityskelpoisia.

### Viljelmien perustaminen loppusuoralla

Vuoden 1993 suunnitelman mukainen uusien puulajiviljelmien perustaminen on loppusuoralla. Taimia tutkimusmetsiin on istutettu noin 175 000, jos myös koti- ja ulkomaiset lehtipuut otetaan huomioon. Suunnitteilla on enää vain muutaman tuhannen, pääasiassa lehtikuusen taimen istuttaminen parin lähivuoden aikana. Tämän lisäksi täydennysviljelyn tarvetta varmaan vielä ilmenee. Sen tarpeellisuutta on kuitenkin tarkoin harkittava. Edellyttäähän se yleensä uusien taimierien kasvattamista alusta asti. Monissa tapauksissa huonosti onnistuneiden viljelmien uudelleen rajaaminen ja siirtoistutukset viljelmän sisällä voisi olla ratkaisu täysitiheän taimikon aikaansaamiseen. Toinen vaihtoehto voisi olla sekametsikön kehittäminen, joko luontaisten kotimaisten puiden tai jonkun vierasperäisen puulajin kanssa.

Kaiken kaikkiaan vieraiden puulajien kasvatuksessa on tärkeämpää suunnata resursseja lupaaviin lajeihin kuin yrittää väkisin saada huonosti sopeutuneita selviytymään.

### Kirjallisuus

- Heikinheimo, O. 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 45(3). 129 s.
- Lukkarinen, A. 2004. Ulkomaisten havupuuviljelmien menestymisen taimivaiheessa. *Opinnäytetyö*. Mikkelin ammattikorkeakoulu. 85 s. + 18 s. liitteitä.
- Lähde, E., Werren, M., Etholén, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten havupuulajien varttuneistaviljelmistä Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 125. 38 s.
- Sarvas, R. 2002. Havupuut. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti. Näköispainos vuonna 1964 ilmestyneestä WSOY:n kustantamasta 1. painoksesta. 531 s.
- Savolainen, R. & Silander, V. 1993. Ulkomaisten puulajien ja erikoispuiden viljelmien kehittämissuunnitelma. *Metsäntutkimuslaitos*, Vantaa. 28.6.1993. 8 s. + liitteet.
- Silander, V., Lehtonen, J. & Nikkanen, T. 2000. Ulkomaisten havupuulajien menestyminen Etelä-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 787. 127 s.

Teijo.Nikkanen@metla.fi  
Antti.Lukkarinen@metla.fi  
Esko.Oksa@metla.fi  
Metsäntutkimuslaitos  
Punkaharjun tutkimusasema  
Finlandiantie 18  
58450 Punkaharju 2

Kyosti.Konttinen@metla.fi  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 154  
77600 Suonenjoki

Risto.Savolainen@metla.fi  
Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan tutkimuskeskus  
PL 18  
01301 Vantaa

# TULOKSIA ARKANGELIN ALUEEN METSÄNUUDISTAMIS- MENETELMIEN KEHITTÄMISPROJEKTISTA

*Boris Motshalov*, Pohjoinen metsätalouden tutkimuslaitos, metsänviljelylaboratorio

## Taustaa

Luoteis-Venäjällä on toiminut suomalais-venäläinen metsänuudistamisen ohjelma, jonka tavoitteena on kehittää taimien kasvatusmenetelmiä ja tehostaa metsänviljelyä ottaen samalla huomioon kestävän metsätalouden kehittämisen ja luonnon monimuotoisuuden suojelun. Ohjelmaan ovat kuuluneet hankkeet ”Kestävä metsänkäyttö Arkangelin piirin Kargopolin alueella” ja ”Metsänuudistaminen ja nuorien metsien hoito Murmanskin ja Arkangelin alueella”.

Vuodesta 1999 lähtien ohjelman puitteissa on järjestetty taimituotannon koulutuskursseja. Lisäksi hankkeissa on kehitetty taimituotannon ja metsänviljelyn menetelmiä sekä tuettu tuotantopuolta neuvonnalla. Selvityksissä on seurattu erilaisilla taimityypeillä tehtyjen istutusten menestymistä erilaisilla kasvupaikkatyypeillä ja lisäksi on perustettu tutkimus- ja seuranta-koaloja, joista saatuja tuloksia on myös jo analysoitu.

Ohjelmaa on toteutettu Suomen maa- ja metsätalouden ministeriön sekä Arkangelin alueen metsähallinnon (myöhemmin luonnonvarainhallinnon) tuella. Projektien toimintamuotojen kehittämiseen ovat panostaneet sekä suomalaiset koordinaattorit Markku Turtiainen, Pasi Poikonen, Tuomo Kotimäki ja Juha Järvenpää että venäläiset osanottajat, kuten Dmitri Trubin, Oleg Kallin ja Boris Motshalov. Näytealojen perustamiseen ja tutkimuksiin ovat osallistuneet hallinnon viranomaiset, Velskin ja Kargopolin metsäpiirin työntekijät sekä SevNIILH:n tutkijat. Tutkimuksia on tehty myös

Venäjän luonnonvarainministeriön, Arkangelin alueen luonnonvarainhallinnon ja Velskin metsäpiirin tilauksesta.

## I. Taimituotanto

Selvityksiä on tehty Velskin metsäpiirin taimitarhalla, jonne Suomesta oli hankittu paakku-taimien tuotantoon tarvittavaa kalustoa. Tarhalla on selvitetty tarkemmin kasvatusolosuhteita, paikallisen kasvuturpeen ja venäläisten lannoitteiden käyttökelpoisuutta sekä erilaisten kennostojen soveltuvuutta paakku-taimien tuotantoon suomalaista teknologiaa käyttäen.

### *Taimitarhan kasvatuskalusto ja kasvuturpeet*

Tarhalla on työhalli ja kaksi muovihuonetta 12×60 m kumpikin. Huoneiden vieressä on karaisukenttä. Taimet kasvatetaan Panth-kennostoissa, joissa on suorakaiteiset kennot. Muovihuoneissa on automaattinen tuuletus ja puukiskoilla pitkittäin liikkuva kiinteärakenteinen kaksivartinen kasteluramppi.

Kalustoa hankittaessa ostettiin myös pieni erä suomalaista Finnpeat-turvetta, jota on lisätty paikalliseen turpeeseen ja lisänä käytetty venäläisvalmisteisia lannoitteita. Tällaiset kasvualustat eroavat melkoisesti suomalaisesta turpeesta. Suomessa jyrityn pintaturpeen jalostamiseen kasvuturpeeksi tarvitaan erikoiskalustoa. Arkangelin alueella useimmissa metsäpiireissä taimituotannossa käytetään maatumutta turvetta tai turvemurskaa.

## Muovihuoneen kasvatusolot

### *Valomäärä*

Valomäärä on kesä-elokuussa ollut keskimäärin 57–66 % avoimen paikan valomäärästä. Valoisuutta heikentää päiväaikaan vaihteleva pilvisuus (40–47 %) ja täysi pilvisuus (noin 18–36 %). Parhaiten valaistuksi tulee muovihuoneen keskiosa. Koska muovipeite läpäisee hyvin spektrin punaiset säteet ja melko hyvin siniset säteet, taimet pystyvät huoneessa yhteyttämään voimakkaasti koko pohjoisen valopäivän mittaan. Näinollen fysiologisesti tehokasta säteilyä taimet saavat riittävästi Arkangelin leveydelläkin (Motshalov ym. 1976).

### *Lämpötila*

Siemenet kylvetään useimmiten toukokuun lopussa, jolloin ei enää esiinny voimakkaita yöhalloja. Kahtena seurantavuotena toukokuun 15. ja heinäkuun 31. päivän väliset keskilämpötilat taimista mitattuna vaihtelivat 20,2–23,8 °C:seen. Toukokuun puolivälin yölämpötilat olivat alle +10 °C ja laskivat välillä –0,5...–3 °C:een. Kylmä pidentää itämisaikaa, alentaa itävyyttä ja hidastaa kasvua (Rikala 2000, Zhigunov 2000).

Touko-elokuussa kymmenpäivisin jaksoin mitatut maksimilämpötilat vaihtelivat 12,4–37,5 °C:een ja kohosivat ajoittain yli 42 °C:een. Vireimpänä kasvuaikana (kesä–heinäkuu) huoneissa lämpötila nousi monina päivinä 32–35 °C:een. Tuolloin yhteyttäminen hidastuu, ja yli 40 asteen paahteessa taimien kehitys hidastuu (Sinnikov ym. 1986, Ryyppö ym. 1990, Motshalov 2000). Lämpötilojen ääriarvot (yli 30–40 °C) joinakin päivinä johtuivat tuuletussäätimen hitaudesta.

**Taulukko 1.** Kasvuturpeiden kemialliset ominaisuudet vuosien 1999 ja 2001 kokeita perustettaessa.

Kasvu- turve	Tuhka- pitoisuus,%	Maaveden pH		Vaihtuvia aineita, mg 100 g:ssa turvetta				Typpi, mg/kg *
		H <sub>2</sub> O	KCl	0,2 HCl		Vesiuute		
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1999								
Suomalainen	5,0	4,6	3,7	193	145	191	104	1232
paikallinen	25,5	6,0	5,8	225	172	56	127	1288
paikallinen	27,5	6,1	5,6	106	103	36	64	1008
2001								
Suomalainen		4,5	3,55	215	217	196	152	1428
paikallinen		4,7	3,6	149	129	67	84	806

\* emäsiukoinen typpi Cornfieldin mukaan

### Kastelu

Kasteluohjelmaa ja kastelun tasaisuutta (20 pisteessä) selvitettyä todettiin, että kastelutulos riippui paljon rampin liikkumisnopeudesta ja suuttimien läpäisykyvystä. Eri nopeuksilla taimet saivat vettä 0,4–5,2 litraa/ m<sup>2</sup> ja erotukset olivat samalla rampin liikkumisnopeudella suurimmillaan 2,6–3,2-kertaisia. Koska suuttimien paikka putkessa on muuttumaton, toiset kennostot saivat kesän mittaan liikaa ja toiset liian vähän vettä. Turpeen kosteuserot jopa samassa kennostossa olivat kesä–heinäkuussa 2–90 % ja elokuun lopussa jo 200–300 %. Kastelun epätasaisuuden vuoksi maaveden ravinnepitoisuus vaihtelee voimakkaasti, mikä puolestaan lisää taimien suurta pituusvaihtelua.

### Kennostojen paino ja turpeen kosteus

Kastelun tarve määritettiin punnitsemalla kennostot, joiden optimipaino laskettiin prosenteissa täydestä vesipitoisuudesta. Laboratoriotutkimuksissa todettiin, että kasvualustan kosteus riippuu huoneen kasteluohjeesta ja että kennostojen paino on yhteydessä turpeen kosteuteen. Panth-kennostojen (paikallinen maatunut turve) optimipainon rajoiksi saatiin 5,5–7,0 kg, mutta nämä arvot pätevät vain fysikaalisilta ominaisuuksiltaan tietynlaista turvetta käytettäessä.

**Taulukko 2.** Yksivuotiaiden männyn taimien kasvutunnuksia eri turvelaaduilla kasvatettaessa.

Vuosi	Turve	Kasvatus- lannoitus	Pituus, cm	Läpimitta, mm	Tilavuus, cm <sup>3</sup>
1999	suomalainen	suomalainen	7,9 ±0,20	1,73 ±0,04	0,24
	paikallinen	suomalainen	5,7 ±0,14	1,41 ±0,03	0,11
	paikallinen	suomalainen	6,5 ±0,16	1,55 ±0,03	0,16
2001	suomalainen	suomalainen	8,1 ±0,17	1,79 ±0,03	0,26
	paikallinen	suomalainen	7,8 ±0,18	1,89 ±0,04	0,28
2003	paikallinen	ven.yhdistelmä-	8,9 ±0,23	1,98 ±0,04	0,35
	paikallinen	suomalainen	8,5 ±0,12	1,6 ±0,04	0,22
	paikallinen	ven.yhdistelmä-	9,4 ±0,06	1,5 ±0,02	0,21

### Kasvuturpeiden fysikaaliset ominaisuudet

Syvemmistä kerroksista nostettu (paikallinen) turve on pintaturvetta (suomalaista) tiiviimpää (0,107 ja 0,06 g/cm<sup>3</sup>), sillä on pienempi vedenpidätyskyky (894 ja 1607 %) ja ulkokosteus. Toisaalta mittauksin todettiin, että kasvukauden lopussa turpeen ilmavuus (93,0 ja 96,4 %) ja ilmatäyteinen huokostilavuus (56,1 ja 58,1 %) eroavat vain vähän.

### Kasvualustojen kemialliset ominaisuudet

Maaveden kemialliseen koostumukseen vaikuttavat sekä lannoitteet että lannoitustapa (taulukko 1). Perus- ja kasvatuslannoitukseen käytetyt suomalaiset lannoitteet ovat yhdistelmälannoitteita, joissa on paljon hyvin liukenevia hivenaineita. Käytössä olevat venäläiset yksitehoaineiset ja yhdistelmälannoitteet eivät sisällä hivenaineita, liukenevat huonosti (paitsi typpi-lannoitteet) ja ovat isorakeisia.

Kokeellisesti on todistettu, että vaihtuvien ravinteiden dynamiikka niin isoilla rakeilla lannoitetussa paikallisessa kuin suomalaisessaakin turpeessa on samansuuntainen kasvukauden aikana. Toisaalta taimien eri kasvuvaiheissa maaveden ravinnepitoisuudet vaihtelevat eri kennostoissa, mikä johtuu lannoitteiden ominaisuuksista. Isot rakeet eivät liukene yhtä tasaisesti paakkuun eivätkä siis kennostoihinkaan. Mittaustemme mukaan vaihtuvan fosforin ja kaliumin pitoisuudet vaihtelivat saman kennoston paakuissa jopa 60–120 % paikallisessa turpeessa ja 20–70 % suomalaisessa turpeessa.

### Taimien kasvu ja kehitys

#### Kasvualustan ja lannoituksen vaikutus kasvuun

Kokeissa käytettiin paikallista mesotrofista turvetta, joka perus- ja kasvatuslannoitettiin venäläisillä

**Taulukko 3.** Yksivuotiaiden männyn taimien kasvu eri kennostotyypeissä.

Kennosto	Kennon-tilavuus, cm <sup>3</sup>	Pituus (H), cm	Läpimitta (D), mm	Tilavuus, cm <sup>3</sup>	Pää- ja sivujuuret määrä, kpl	pituus, cm
Panth	110	7,9 ±0,20	1,73 ±0,04	0,24	186	296,8
Plantek	85	7,6 ±0,17	1,79 ±0,03	0,24	135	251,8
Ecopot	103	9,6 ±0,16	1,95 ±0,05	0,37	230	335,7

**Taulukko 4.** Yksivuotiaan männyn taimen juuriston kehitys eri turvelaaduilla.

Turve	Pääjuuri + I. haarat		Sivujuuret				100 taimen massa, g
	Kpl	Pituus, cm	Määrä kpl	%	Pituus cm	%	
Suomalainen	193	477	175	90,7	357	78,4	60,1
Paikallinen	236	350	222	94,1	242	69,1	60,2
Paikallinen	302	449	280	92,7	329	73,3	69,4
Paikallinen	238	374	220	92,4	284	75,9	57,5

valmisteilla. Verrokkina oli suomalainen turve ja suomalaiset kasvatustalannoitteet (Kekkilä Superex- 5 ja -9). Tuloksena oli, että yksitehoaineisia lannoitteita käytettäessä (vuonna 1999) taimet jäivät pieniksi, eli taimet eivät pystyneet hyödyntämään eri kasvuvaiheissaan kokeessa olleiden kasvatustalannoitteiden ravinnesuhteita. Yhdistelmälannoitteiden osalta selvitettiin annostusta ja lannoitusajankohtia (vuosina 2001–2003), joilla saatiin aikaan lähes samankokoisia taimia kuin suomalaisella turpeella kasvatetut (taulukko 2).

#### *Kennoston vaikutus taimien kasvuun*

Taimien kasvua verrattiin Panth-, Plantek- ja Ecopot-kennostoissa. Kooltaan ja massaltaan suurimmat taimet saatiin Ecopoteissa (taulukko 3). Pantheissa ja Plantekeissa kasvatettujen taimien kokoerot olivat 4% ja epäluotettavia. Ecopot-taimien koko ja runkojen tilavuus olivat luotettavasti 13–30% suuremmat kuin Pantheissa. Neulasten, runkojen ja pää- ja sivujuurten massat olivat Panth- ja Plantek-taimilla lähes samanlaisia. Ecopot-taimilla taas runkojen suhteellinen massa sekä pää- ja sivujuurten määrä ja pituus olivat isompia.

#### *Taimien juuriston kehitys*

Juurten määrä ja pituus vaihtelivat huomattavasti paitsi yhden kennoston taimien välillä myös eri kennostojen taimien välillä. Mittausten perusteella paikallisella turpeella juurten määrä tainta kohden oli isompi, mutta juurten yhteinen pituus hieman pienempi kuin suomalaisella turpeella (taulukko 4). Kokeet osoittivat, että liian voimakas perustalannoitus, ja siis liian väkevä maavesi, hidasti taimien juuriston kehitystä.

## 2. Metsänviljely

Istuskokeissa, jotka käsittivät 6 koealaa Arkangelin alueella Kargopolin metsäpiirissä, testattiin eri taimilajeja tietyissä kasvuolosuhteissa ja selvitettiin viljelyn ja luontaisen uudistumisen onnistumista.

Koealoilla selvitettiin:

Metsänuudistamistapa

- luontainen uudistuminen
- keinollinen uudistaminen
- istutus lehtipuuvaltaisiin taimikkoihin

Kasvupaikkaolot

- viljely ojitusmaille
- viljely tilapäisesti veden vaivaamalle alalle

Viljelytapa

- kylvä (mänty)
- istutus (mänty, kuusi)

Maanmuokkauksen tapa

- palleauraus (PLP-135)
- pengerauraus (PLD-1,0)

Puulajit

- mänty
- kuusi

Taimilajit

- paakkumänty
- koulmaton paljasjuurimänty ja -kuusi
- koulittu paljasjuurimänty ja -kuusi

Taimien kasvatustavat

- muovihuoneissa ja pelloilla kasvatetut taimet
- suomalaisella pintaturpeella ja paikallisella turpeella kasvatetut paakkutaimet
- koulittuina eri kokoisiksi kasvatetut paljasjuuritaimet

Verrokkiala

- metsäpiirin vuonna 1996 perustama istutusala

## Koealojen kuvaus

Koealat 1–4 perustettiin samalle 10 ha:n hakkuuaukealle. Ala oli hattu 1989 rehevään männikköön (horsmatyyppi), missä aukeilla paikoilla kasvoi kastikkaa. Ennen vuonna 1999 tehtyä maanmuokkausta alalla oli kasvanut n. 500 koi-vua kasvustoina, 300 mäntyä ja aina 300 kuusta yksittäisinä puina hehtaaria kohden. Pensakerrokseen kuului pihlajaa, leppää, pajua, metsäruusua ja vadelmaa 0,5–2 m korkeisena kasvustona. Ruohoista ja heinistä kasvoi horsmaa, kastikkaa ja lauhaa tasaisesti sekä puolukkaa, peltokortetta, leinikkiä, lillukkaa, tähtimöä ja lisäksi seinäsammalta.

Maaperä oli tiiviillä karbonaattimoreenilla lepäävä hietasavimoreeni, jolle oli tunnusomaista keskimääräinen ja heikko happamuus yläkerroksissa sekä neutraali ja emäsvoittoinen happamuus alemmissä kerroksissa, mikä viit-

**Taulukko 5.** Ruohokerroksen massa vuoden 2000 istutusaloilla.

Näytteenottoaika	Heinittymisaste	Vallitseva laji	Ruohon massa, g/m <sup>2</sup>	
			09.2000	08.2002
Palle	voimakas	horsma, niittylajit	356	668
Palle	heikko	niittylajit	97	268
Keskimäärin palteilla			267	447
Vakojen välissä	voimakas	kastikka, niittylajit	451	
Vakojen välissä	voimakas	horsma, niittylajit	399	
Keskimäärin muokkausjälkien välissä	425			
Kohouma (PLD-1)	voimakas			469
Kohouma (PLD-1)	heikko			142
Keskimäärin kohoumilla				343

taa pohjakerroksen karbonaattipitoisuuteen. Vaihtuvia ravinteita oli niukasti aina 25 cm:n syvyisissä mineraalimaakerroksissa.

Koealoilta 1–2 kaikki puukasvit raivattiin ennen maanmuokkausta, koealalta 6 raivattiin vain istutusikätyvät. Maa muokattiin aloilla 1–3 elokuuta 1999. Velskin taimitarhalla tuotetut paakkutaimet istutettiin pottiputkella ja paljasjuuritaimet lapion avulla keväällä 2000. Istutuksia on hoidettu osittaisesti.

Paakkutaimet istutettiin suomalaisen tiheysosuituksen mukaan 2500 kpl/ha, venäläisen tiheysohjeen mukaisesti istutettiin koulimattomia paljasjuurisia mäntyjä 4000 kpl/ha ja kuusia 3500 kpl/ha sekä koulittuja paljasjuurisia mäntyjä 2500 kpl/ha ja kuusia 2800 kpl/ha. Kukin koejäsen toistettiin kolmesti ja kussakin oli vähintään 250 tainta.

*Koeala 1.* Istutus vuonna 2000 kiila-aurattuun (PLP-135) maahan, palteisiin. Vakoväli 5,5–6,0 m. Istutettiin 1-vuotiaita paakkumäntyjä, 2–3-vuotiaita koulimattomia paljasjuurimäntyjä ja -kuusia sekä 3–5-vuotiaita koulittuja paljasjuurimäntyjä ja -kuusia.

*Koeala 2.* Istutus vuonna 2000 lautasaurattuun (PLD-1) maahan. Muokkauksohjeiden väli 3,0–3,5 m. Istutusmateriaali sama kuin koealalla 1.

*Koeala 3.* Istutus lehtipuuvaltaiseen taimikkoon raivattuihin käytäviin. Maa 5 m:n levyis-

sä käytävissä kiila-aurattiin. Verhopuustoa jätettiin 5 m:n levyisiksi kaistoiksi. Palteisiin istutettiin 1-vuotiaita paakkumäntyjä ja koulittuja paljasjuurimäntyjä ja -kuusia.

*Koeala 4.* Luontainen uudistaminen. Kasvuolot samanlaisia kuin koealoilla 1–3 ennen raivausta. Hakkuusta kuluneen 11 vuoden aikana alalle oli kasvanut lähinnä koivua (83%). Muita puulajeja ovat leppä (10%), mänty (5%) ja kuusi (2%). Yli 1,5 m:n pituisen taimikon tiheys oli 6750 runkoa/ha. Alle puolitoistametristä mäntyä ja kuusta oli 50 ja 350 runkoa/ha. Samalla mänty oli ahdistunut ja kuusen kasvu on ollut hidasta. Maan pinta oli voimakkaasti heinittynyt (1,0) kasvaen nurmilauhaa, kastikkaa ja useita ruoholajeja.

*Koeala 5.* Metsäpiirin vuoden 1996 tekemät koulittujen kuusentaimien istutukset. Kasvupaikkaoloiltaan hyvin lähellä koealoja 1–4. Istutus tehty istutuskoneella (MLU-1) raivaustraktorin valmistamalle muokkausjanelle. Keväällä 1997 tehtiin täydennysistutus männöllä. Samana vuotena niistä juurtui 90,7%, kolmen vuoden jälkeen eloon jäi 85,7%. Syksyllä 2000 koealalla laskettiin olevan 1380 kuusta, 2200 mäntyä hehtaaria kohden, eli kuusta jäi eloon 55%. Kuusen pituuskasvu kahtena viimeisenä vuotena oli 7,2 ja 8,6 cm, mäntyn vastaavasti 14,7 ja 23,8 cm.

Heinittyminen muokatuilla paikoilla oli heikompaa kuin koealojen 1–3 palteilla.

*Koeala 6.* Koeistutus vuonna 2001 edellisenä vuotena kiila-auratulle 2,25 ha:n mittaiselle tilapäisesti veden vaivaamalle hakkuuaukealle (hakkuut vuonna 1994). Keskellä alaa on heikko kumpare. Maaperä on ohutta savihietapodsolia karbonaattipitoisen pohjasaven ja mullassekaisen savihietaglein päällä. Alalle istutettiin 1-vuotiaita paakkumäntyjä, 2–3-vuotiaita koulimattomia paljasjuurimäntyjä ja -kuusia sekä 5–6-vuotiaita koulittuja paljasjuurimäntyjä ja -kuusia. Koejäsenet toistettiin kahdesti.

### Istutusten heinittymien

Kaikille koeistutuksille oli tunnusomaista voimakas heinittyminen (taulukko 5). Sitä paitsi ruohon massa kasvoi vuosi vuodelta palteilla ja kohoumilla. Jo ensimmäisenä vuotena ruoho ylitti monilla istutuspaikoilla haittavaikutuksen rajan, eli alkoi häiritä taimikon kehitystä. Havaintojemme mukaisesti kolmivuotiaassa taimikossa voimakas heinittyminen pienensi pituus- ja läpimittakasvua 24–57% verrattuna vähemmän tai keskimäärin heinittyneisiin aloihin. Muokkaamattomiin riviväleihin istutettujen taimien koko oli 22–64% pienempi.

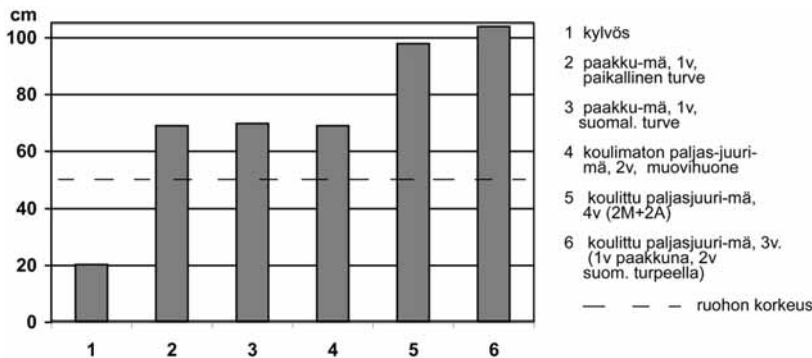
**Taulukko 6.** Vuosina 2000 ja 2001 perustettujen koeviljelysten juurtuminen (%).

Taimilaji	Koeala 1		Koeala 2		Koeala 3		Koeala 6	
	1. vuosi	2. vuosi	1. vuosi	2. vuosi	1. vuosi	2. vuosi	1. vuosi	2. vuosi
Paakku-mä	99,3	93,3	99,6	99,6	99,8	97,6	99,0	97,0
Koulimaton paljasjuuri-mä	95,9	91,9	98,8	92,7	–	–	88,5	88,0
Koulittu paljasjuuri-mä	98,1	95,9	89,8	86,7	97,9	95,9	99,0	96,1
Koulimaton paljasjuuri-ku	78,8	73,2	71,4	63	–	–	80,0	79,3
Koulittu paljasjuuri-ku	98,1	94,6	–	–	94,4	85,6	97,1	97,1
Keskimäärin istutuksilla	94,3	87,9	89,5	86,7	97,8	94,7		
Männyn kylvös	44,6	17,4						

**Taulukko 8.** Kolmivuotiaiden istutustaimien kasvu (vuoden 2001 istutus).

Taimilaji	Pituus, cm	Juurenniskan läpim., mm	D <sup>2</sup> H, cm <sup>3</sup>	Vuosikasvu, cm	
				2002	2003
Paakku-mä, 1-v, suom. turve, Panth	45,3 ±1,03	7,4 ±0,17	24,8	16,8	17,0
Paakku-mä, 1-v, paik. turve, Panth	42,3 ±0,84	6,8 ±0,16	19,6	15,8	15,7
Paakku-mä, 1-v paik. turve, Ecopot	41,6 ±0,81	6,9 ±0,17	19,8	13,0	15,9
Koulimaton paljasjuuri-mä, 2-v, kp*	40,5 ±0,92	7,4 ±0,20	22,2	11,5	18,0
Koulittu paljasjuuri-mä, 5-v (2mh*+3), R1*	82,5 ±2,12	19,0 ±0,47	297,8	13,3	23,3
Koulittu paljasjuuri-mä, 5-v (2mh+3), R2*	76,2 ±2,2	18,8 ±0,5	269,3	13,3	23,0
Koulimaton paljasjuuri-ku, 3-v	22,3 ±0,59	4,0 ±0,1	3,6	4,6	7,4
Koulittu paljasjuuri-ku, 6-v (3kp+3)	43,4 ±0,85	10,1 ±0,19	44,3	6,0	6,3

\* kp = kylvöpenkki, mh = muovihuone, R1 = isokokoisina koulittujen taimien ryhmä, R2 = lajittelemattomina koulittujen taimien ryhmä



**Kuva 1.** Erialaisten männyntaimien pituus (cm) 4 vuoden kuluttua viljelystä.

### Taimien juurtuminen

Kaikki istutetut taimilajit juurtuivat hyvin ja ovat säilyneet elossa nykypäiviin saakka (taulukko 6). Toisena vuotena taimien tuhoutumista aiheutti ennen muuta voimakas heinittyminen.

### Taimien kehitys

Jo istutusvuonna kaikkien taimilajien pituuskasvu oli hyvä. Pituuskasvun vaihtelu oli suurinta toisena

ja kolmantena vuotena paakkutaimilla ja koulimattomilla paljasjuuritaimilla. Toisena vuotena paakkutaimien pituuskasvu oli 13–46% suurempi kuin koulimattomilla paljasjuuritaimilla, jotka kolmantena vuotena kasvoivat 6–13% nopeammin.

Kolmantena ja neljäntenä vuotena paakku- ja paljasjuuritaimien kasvu tasaantui ja ne vapautuivat heinien ahdistuksesta. Parhaiten kasvoivat paakkuina koulitut paljasjuuritaimet. Kylvötaimet ovat yhä pieniä ja kaipaavat hoitoa (kuva 1 ja taulukko 8).

### Yhteenveto

Taimitarhalla suoritetut tutkimukset vahvistivat jälleen sen, että siementen itäminen sekä taimien kasvu ja kehitys määräytyvät kasvu- ja kehitysvaiheiden mukaan. Näitä tekijöitä, kuten lämpötilaa, kosteutta ja kasvuturpeen ravinteisuutta voidaan muovihuoneissa säädellä kasvatusmenetelmillä ja kasvihuonetekniikoilla. Käytettävät muovihuoneet turvaavat pohjoisillakin leveyksillä taimien keskeiset biologiset kehitystarpeet. Paikallisten turpeen ja lannoitteiden sovittaminen kasvatusteknologiaan avaa suotuisat näköalat paakkutaimituotannon laajentamiselle Pohjois-Venäjällä. Paakkutaimituotannon kehittämiseksi on parannettava kastelun taseisuutta, ilmastoinnin säätölaitteistoa ja lannoitusjärjestelmää.

Koeviljelysten seuranta osoitti, että testattuja teknologioita noudattaen tuotetut, kunnolla nostetut ja kuljetetut paakku- ja paljasjuuritaimet juurtuivat hyvin ja kasvoivat vireästi jo toisena ja kolmante-

na vuotena istutuksen jälkeen. Niin paikallisella kuin suomalaisella turpeella kasvatettujen paakkutaimien samoin kuin koulimattomien paljasjuuritaimienkin kasvu oli lähes samaa luokkaa kolmantena-viidentenä vuotena.

Hoidetuillakin istutusaloilla voimakas heinittyminen saattaa tukahduttaa pienikokoiset taimet. Siksi viljeltyjä hakkuuaukeita ei voida jättää hoitamatta. Koulittujen mentyjen istutukset osoittautuivat koekelussa elinvoimaisimmiksi, nopeimmin kasvaviksi ja vähiten heinittymisestä kärsiviksi. Jo kolmantena vuotena istutuksen jälkeen taimet selvisivät ruohikon aiheuttamista varjostus- ja peittämissaihoista.

Velskin taimitarha ja Kargopolin metsäpiiriin perustetut metsänuudistamisen koealat ovat jo palvelleet metsäalan asiantuntijoiden koulutuskohteina, joilla on pidetty 8 seminaaria. Niin tarhalla kuin perustetuilla koealoilla olisi syytä jatkaa taimikon kasvun ja kehityksen selvityksiä ja paakkutaimien tuotantoteknologian kehittämistyötä, mikä voi tuottaa arvokasta tietoa sekä venäläisille että suomalaisille metsänuudistamisen tutkijoille ja käytännön taimituottajille.

## Kirjallisuutta

- Zhigunov, A.G. 2000. Paakkutaimien tuotannosta (venäjänkielinen artikkeli). Pietarin metsätalouden tutkimuslaitos. 204 s.
- Motshalov, B.A. & Sinnikov, A.S. 1976. Muovihuoneiden mikroilmasto-olosuhteet kuusen ja männyn taimikasvatuksessa (venäjänkielinen artikkeli). Arkangelin metsän- ja metsäkemian tutkimuslaitos. s. 104–126.
- Motshalov, B.A. 2000. Taimituotanto ja lisääntynyt metsäntuotto Venäjän Luoteisosissa (venäjänkielinen artikkeli). Julkaisussa: Mälkönen, E., Babich, N.A., Krutov, V.I. & Markova, I.A. (toim.). Metsänuudistaminen Euroopan pohjoisosissa. Suomalais-venäläinen seminaari, Vuokatti 28.9.–2.10.1998 (venäjänkielinen julkaisu). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 772: 147–154.
- Rikala, R. 2000. Taimituotanto metsänviljelyä varten Suomessa (venäjänkielinen artikkeli). Julkaisussa: Mälkönen, E., Babich, N.A., Krutov, V.I. & Markova, I.A. (toim.). Metsänuudistaminen Euroopan pohjoisosissa. Suomalais-venäläinen seminaari, Vuokatti 28.9.–2.10.1998 (venäjänkielinen julkaisu). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 772: 133–146.

- Sinnikov, A.S., Motshalov, B.A. & Dratshkov, V.N. 1990. Kuusen taimien tuotanto muovihuoneissa (venäjänkielinen artikkeli). 126 s.
- Ryypö A., Rikala R. & Vapaavuori E. 1990. Effect of root temperature on photosynthesis and growth of conifer seedlings. *Physiologia Plantarum* 79(2, part 2):A611.

*Maataloustieteiden lisensiaatti Boris Motshalov toimii metsänviljelylaboratorion päällikkönä Pohjoisen metsätalouden tutkimuslaitoksessa Arkangelissa.*

Pohjoinen metsätalouden tutkimuslaitos  
SevNIILH  
Nikitovinkatu 13  
163062 Arkangeli  
Venäjä  
forestry@arh.ru  
faksi: 8182 – 61 25 78

# TAMMEN ÄKKIKUOLEMA, UUSI UHKA METSÄTALOUESSA

Arja Lilja, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus

Maassa elävät *Phytophthora*-mikrobit aiheuttavat maailman laajuisesti vakavia kasvitautoja. Nämä munasieniin kuuluvat mikrobit muistuttavat elinkierroltaan enemmän leviä kuin varsinaisia sieniä. Viimeaikainen geneettinen tutkimus onkin todennut, että

ne ovat geneettisesti lähempänä leviä kuin sieniä, joiksi niitä vielä historiallisista syistä nimitetään.

### *Phytophthora ramorum*

Tämän vuosisadan alussa Saksassa ja Hollannissa alppirusulla (*Rhodo-*

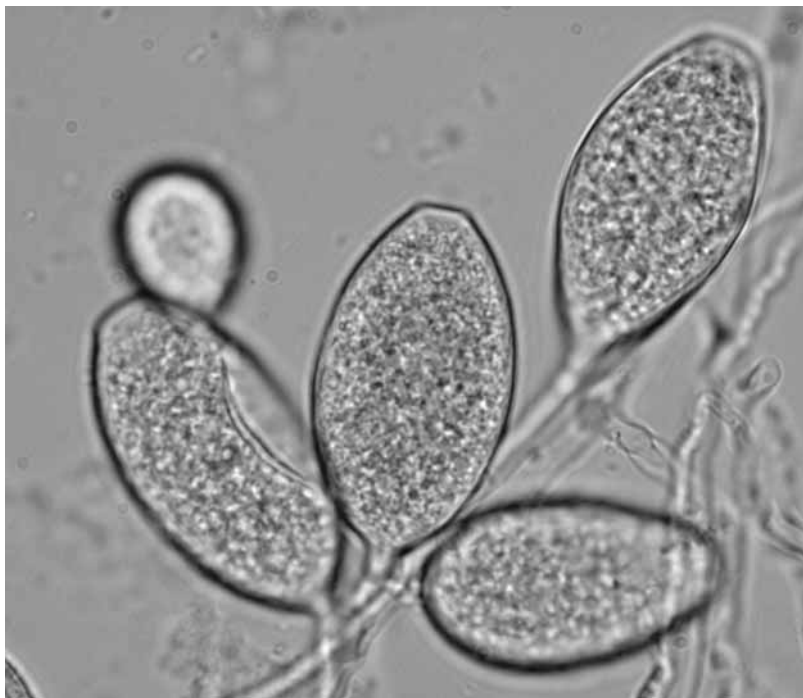
*dendron*) ja heidellä (*Viburnum*) versolaikkuja ja lakastumista aiheuttava *Phytophthora* kuvattiin uutena lajina (kuva 1a ja b). Kuvattu laji, *P. ramorum*, on osoittautunut vaaralliseksi kasvintuhoojaksi, joka laajoilla alueilla Amerikassa on tappanut useita eri tammilajeja (mm.





Kuva Arja Lilja

**Kuva 1 a ja b.** *P. ramorum*in aiheuttamia tummia laikkuja alppiruusun (*Rhododendron*) lehdistä (a) ja alppiruusun verson kärjen rusketumista (b).



Kuva Arja Lilja

**Kuva 2.** *P. ramorum*in itiöpesäkkeitä mikroskoopilla kuvattuna.

*Quercus agrifolia*, *Q. chrysolepis*, *Q. kelloggii*, *Q. parvula* var. *shrevei*) ja parkkitammia (*Lithocarpus densiflorus*). Tammien oireita ovat rungossa esiintyvät tummat kuoliolaikut, joista saattaa vuotaa tummaa punertavaa nestettä. Oireiden nopean pahenemisen takia tauti on nimetty tammen äkkikuolemaksi (Sudden Oak Death, SOD).

### Tammen äkkikuolema SOD Amerikassa

Kuolevia tammia ja parkkitammia löytyi 1995 ensimmäisenä San Fransiskon alueelta Kalifornian rannikolta, mutta myöhemmin tauti on levinnyt muutamassa vuodessa länsirannikkoa pohjoiseen Oregoniin saakka. Oregonin koillisosasta löytyi yhdeksän 0,2–4,5 ha aluetta, joissa parkkitammia oli kuollut tai oli kuolemassa. *P. ramorum* saatiin eristettyä paitsi niistä myös aluskasvillisuudessa esiintyneistä lehti-

laikuista, joita oli Amerikassa luontaisesti kasvavissa rhododendroneissa (*R. macrophyllum*) ja eräässä pensasmustikkalajissa (*Vaccinium ovatum*). Nykyisin taudinaiheuttajaa on löytynyt Kanadan länsirannikolta asti, missä se on eristetty taimitarhakasveista Brittiläisessä Kolumbiassa.

### *P. ramorum* Euroopassa

Euroopassa *P. ramorum*ia on pidetty pääosin koriste- ja pensaskasvien ongelmana, joilla se aiheuttaa aluksi laikkuja lehtiin. Myöhemmin tauti leviää myös oksiin ja varsiin tummina kuoliolaikkuna ja vähitellen tappaa isäntänsä. Viimeaikoina taudinaiheuttajaa on kuitenkin löytynyt myös useammalta tammilajilta sekä Hollannista (*Q. rubra*) että Isosta Britanniaasta (*Q. falcata*, *Q. ilex*). Molemmista maista puut on löydetty alueelta, jossa kasvoi runsaasti rhododendroneja, joiden kautta patogeeni on todennäköisesti levinnyt tammiin.

### *P. ramorum* kannat Amerikassa ja Euroopassa

Patogeenin morfologian (kuva 2) ja soluista eristetyn DNA:n ITS-alueen samankaltaisuus eurooppalaisten ja amerikkalaisten *P. ramorum* kantojen välillä osoittaa, että ne ovat samaa lajia. *P. ramorum* on heterothallinen laji, jolla on kaksi paritustyyppiä, A1 ja A2. Munaitiöitä eli suvullisia lisääntymisyksiköitä syntyy vain, kun A1- ja A2-tyypit kohtaavat. Suurin osa Euroopasta eristetyistä kannoista on ollut A1-tyyppiä, kun taas amerikkalaiset kannat ovat olleet pääosin tyyppiä A2. Belgiassa on kuitenkin eristetty koristetaimia tuottavalta taimitarhalla heidän laikuista *P. ramorum*, joka paritustesteissä tuotti munaitiöitä useamman heterothallisen lajin A1-tyypin kanssa ja oli siten todennäköisesti A2-paritustyyppiä. Oregonissa on puoles-

taan esiintynyt A1-paritustyyppiä edustavia isolaatteja.

Useimmat yritykset pariuuttaa eurooppalaista A1- ja amerikkalaista A2-tyyppiä agar-maljalla ovat epäonnistuneet. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että geneettiset rekombinaatiot olisivat *P. ramorum*-le mahdottomia. Kun rhododendronin oksiin tartutettiin keinotekoisesti molemmat paritustyyppit, kasviin syntyi paritumisen tuloksena munapesäkkeitä. Suvullinen lisääntyminen lisää aina riskiä, että syntyy entistä patogeenisempia kantoja, kuten on tapahtunut esim. samansukuisen perunaruton (*Phytophthora infestans*) aiheuttajalle sekä Suomessa että muualla maailmassa.

## Isäntäkasvit

*P. ramorum*in torjunnan tekee hankalaksi se, että sitä esiintyy luonnossa lukuisilla puulajeilla ja puuvartisilla pensailta ja kanervakasveilla. Se on tappanut hyvin erilaisiakin kasveja heimoista vaahterakasvit (Aceraceae), kuusamakasvit (Caprifoliaceae), kanervakasvit (Ericaceae), pyökki-kasvit (Fagaceae), hevoskastanjakasvit (Hippocastanaceae), laakerikasvit (Lauraceae), mäntykasvit (Pinaceae), esikkokasvit (Primulaceae), paatsamakasvit (Rhamnaceae), ruusukasvit (Rosaceae) ja marjakuusikasvit (Taxaceae).

Euroopassa mikrobi on usein eristetty ensimmäiseksi heideltä tai rhododendronilta. Näiden lisäksi isäntäkasveja ovat olleet mm. kalmia (*Camellia japonica*), kalmia (*Kalmia latifolia*), vaiverot (*Pieris formosa* var. *forrestii*, *P. japonica*), leukotti (*Leucothoe* sp.), syreeni (*Syringa vulgaris*) ja marjakuusi (*Taxus baccata*). Uusimmat tutkimukset ovat löytäneet patogee-

nin myös puna- (*Q. rubra*), etelän puna- (*Q. falcata*), rauta- (*Q. ilex*), ja turkintammelta (*Q. cerris*) sekä pyökiltä (*Fagus* sp.), jalokastanjalta (*Castanea sativa*) ja Balkanin hevoskastanjalta (*Aesculus hippocastanum*).

Amerikassa *P. ramorum* on tapannut jo mainittujen tammilajien ja parkkitammien lisäksi mm. punapuita (*Sequia sempervirens*), Douglaskuusia (*Pseudotsuga menziesii*), Oregonin vaahteroita (*Acer macrophyllum*), kesävihreitä hevoskastanjoita (*Aesculus californica*), laakeripuita (*Umbellularia californica*), orapaatsamoita (*Rhamnus californica*, *R. purshiana*), kuusamia (*Lonicera hispidia*) ja mansikkapuita (*Arbutus menziesii*). Lisäksi sitä on eristetty mm. amerikkalaiselta metsätähdeltä (*Trientalis latifolia*) ja pensasruusulta (*Rosa gymnocarpa*).

## Leviäminen ja sen estäminen

Kansainvälisen kaupan lisääntymisessä riskit kasvitautien leviämisestä maasta toiseen lisääntyvät. Vaikka *P. ramorum* -mikrobin alkuperää ei tunneta, oletetaan, että se on päässyt koristekasvikasvikaupan mukana useamman kerran sekä Amerikkaan että Eurooppaan. Siitä on todisteena se, että A1- ja A2-paritustyyppijä on löytynyt molemmilta mantereilta.

## *P. ramorum* on karanteenilaji

Suomessa *P. ramorum* on löytynyt Kasvintarkastuskeskuksen (KTTK) toimesta paitsi tuotavista taimieristä, myös kotimaisilta taimituottajilta. Taudinaiheuttaja on karanteenilaji, jonka löytymisestä seuraa kasvien tuhoaminen ja mahdollisten isäntäkasvien pitkäaikainen viljelykielto alueella, josta tautia on löytynyt.

Britanniassa, missä tautiesiintymiä on ollut kaikkein eniten, on viime aikoina havaittu, että ankarat torjuntatoimet ovat alkaneet tehota ja hidastaa taudin leviämistä. Työ ei kuitenkaan näytä loppuvan kesken, sillä äskettäin on Yhdysvaltojen Cornwallista löydetty uusi laji, *Phytophthora* ”taksoni C”, joka aiheuttaa tautia mm. metsätammessa, pyökissä ja alppiruusuissa. Eli jalopuita uhkaavien tautien tutkimus on vielä aivan alkuvaiheessa.

Aiheesta enemmän mm. Yhdistyneiden kansakuntien Forestry Commissionin ja Euroopan kasvin-suojelujärjestön EPPO:n (European and Mediterranean Plant Protection Organisation) kotisivuilta:

[www.forestry.gov.uk/](http://www.forestry.gov.uk/)

[www.eppo.org/QUARANTINE/Alert\\_List/fungi/oak\\_death.htm](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/fungi/oak_death.htm)

[www.aphis.usda.gov/ppq/ispm/sod/](http://www.aphis.usda.gov/ppq/ispm/sod/)

[www.defra.gov.uk/planth/pramorurum.htm](http://www.defra.gov.uk/planth/pramorurum.htm)

Arja Lilja  
Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan tutkimuskeskus  
PL 18  
01301 VANTAA  
arja.lilja@metla.fi

# TAIMIPÄIVÄT RUOTSISSA: VAIPAT MINITAIMILLE JA ”RASKAUSTESTI” MÄNNYLLE

*Pekka Helenius, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema*

**B**orlängessä Keski-Ruotsissa 27.–28. marraskuuta 2004 Skogforsk:n toimesta järjestettyjen taimipäivien pääteemana oli taimien koon merkitys taimituotannossa ja metsänuudistamisessa. Etenkin minitaimilla tehtyjen kokeiden tuloksia esiteltiin runsaasti. Lisäksi kuultiin mielenkiintoisia esitelmiä mm. tukkimiehentäin torjunnasta, esiteltiin uusi, nopea menetelmä taimien pakkaskestävyyden testaukseen ja vierailtiin läheisellä Sör Amsbergin taimitarhalla.

## Minitaimi pärjää pohjoisessa...

*Anders Lindström, Högskolan Dalarna; Lars-Göran Sundblad, Skogforsk*

Minitaimilla tarkoitetaan 8–12 viikon ikäisinä ja noin 4 cm:n pituisina, usein paakunmuodostajan kanssa istutettavia paakutaimia. Minitaimien kasvua ja elossaoloa erilaisilla kasvupaikoilla ja erilaisissa muokkausjäljissä on seurattu Ruotsissa jo kolmen kasvukauden ajan. Parhaimmillaan minitaimia oli kolmen kasvukauden jälkeen elossa enemmän (82 %) kuin ”normaalitaimia” (75 %) eli yksivuotiaina istutettuja vertailutaimia. Minitaimilla on havaittu kahden ensimmäisen kasvukauden aikana vähemmän tukkimiehentäituhuhoja kuin tavanomaisilla taimilla. Ongelmana minitaimilla on normaalitaimia suurempi kuivumisriski varastoinnin aikana ja istutuksen jälkeen, sekä verson ja juuriston hidas karaistuminen syksyllä. Kuivumis- ja kaatumisvaaran takia minitaimet on istutettava riittävän syvälle ki-

vennäismaahan. Kuivumisriskiä on saatu pienennettyä myös lisäämällä taimien kasvualustaan vettä pidätettäviä kiteitä, joita käytetään mm. lasten vaipoissa. Lyhyestä kasvatustajasta ja suuresta kasvatustiheydestä johtuen minitaimien tuotanto- ja kuljetuskustannukset ovat alhaisemmat kuin normaalitaimilla.

## Muttei etelässä...

*Göran Örlander, Växjö universitet*

Etelä-Ruotsissa tehdyssä kokeessa 10 viikon ikäiset minitaimet olivat menestyneet heikommin kuin 1,5-vuotiaat paakutaimet tai peltoon koulitut paakutaimet (Plugg+1). Mättääseen istutetuista taimista oli elossa kolmen kasvukauden jälkeen 75 %, 99 % ja 98 %. Göran Örlander pitikin torjunta-aineella käsitellyn kuusen ison paakutaimen istutusta mättääseen, jossa on kivennäismaata pinnalla, lähes pomminvarmana uudistamismenetelmänä Etelä-Ruotsissa. Minitaimilla havaittiin runsaasti tukkimiehentäituhuhoja, eli se ei ole immuuni tukkimiehentäituhuhoille kuten on ehkä ajateltu. Myöskään metsänomistajat eivät ole kiinnostuneet minitaimista, vaan haluavat isoja taimia. Tukkimiehentäistä aiheutuvan kuolleisuuden havaittiin pienenevän taimen tyviläpimitan kasvaessa, kuitenkin niin, että kuolleisuus väheni merkittävästi vasta tyviläpimitan ylittäessä 8 mm.

Ruotsissa on jo pitkään testattu mekaanisia suojia tukkimiehentäin torjunnassa. Erilaisilla verson tyvelle ruiskutettavilla vahoilla (Bugwax) tai vahan ja hienon hiekan yhdistelmillä (Conniflex) on

maastokokeissa saavutettu tukkimiehentäin torjunnassa yhtä hyviä tai jopa hieman parempia tuloksia kuin permetriinillä. Mekaanisten suojien on arveltu antavan taimelle pitkäaikaisemman suojan kuin kemiallinen käsittely.

## Geeni kertoo männyn pakkaskestävyyden

*Eva Stättin, Högskolan Dalarna*

Männyn pakkaskestävyyden testaukseen on kehitetty uusi ja nopea menetelmä, joka perustuu niiden geenien tunnistamiseen, jotka ovat aktiivisia silloin, kun männyn taimi on edennyt karaistumisessa niin pitkälle, että se voidaan turvallisesti siirtää pakkasvarastoon. Käytännössä testaus tapahtuu siten, että taimen silmusta valmistettu, RNA:ta sisältävä PCR-näyte pipetoidaan raskaustestin näköiselle testiliuskalle. Liuskalle ilmestyy sininen raita, mikäli karaistumista indikoivia geeni on ollut toiminnassa näytteenottohetkellä. Liuskalla on myös kontrolliraita, jonka värjäytyminen kertoo, että testi on toiminut oikein. Testi on suunniteltu siten, että se voidaan tehdä taimitarhalla eikä sen käyttö nyky muodossa vaadi erikoiskoulutusta. Näytteen valmistus vaatii arviolta 3000 euroa maksavan PCR-laitteen (+ pipetin, kemikaalit ja muut tilpehöörit) ja tuloksen saanti kestää noin 15 minuuttia.



**Kuva 1.** Muovihuoneen kasteluramppeihin kiinnitettävillä laahuksilla taimista saadaan tanakoita. Sör Amsbergin taimitarha, Bergvik Skog AB.



**Kuva 2.** Sör Amsbergin taimitarhalla kuusen paakkutaimia lyhytpäiväkäsiteltiin myös ulkokasvatuskentillä.

### Tanakkuutta taimiin ja säästöä lämmityskuluihin

*Håkan Mowitz, Sör Amsberg plantskola*

Taimipäivien vierailukohteena oli Bergvik Skog yhtiöön kuuluva Sör Amsbergin taimitarha Borlängessä. Taimitarha tuottaa vuodessa noin 15 miljoonaa kuusen ja männyn paakkutainta Stora Ensolta ja Korsnäsilta ostettujen metsien (yhteensä noin 1,8 milj. ha) uudistamiseen. Tarhalla on käytössä tietokoneohjattu tuuletus- ja lämmitysautomaatiikka, jonka avulla esimer-

kiksi muovihuoneiden lämmityskuluissa oli saatu merkittäviä säästöjä. Varsinaisen kasvatuksen lisäksi myös muut tuotantovaiheet oli pitkälle automatisoitu aina turvepakkausten avaamisesta taimien pahvilaatikoihin pakkaamiseen asti.

Muovihuoneiden kasteluramppeihin oli kiinnitetty laahuksia, jotka taivuttivat taimien versoja rampin liikuessa (kuva 1). Laahuksen käyttö lisäsi taimien tyviläpimittaa yli 30 %, kun ramppeja ajettiin normaalin kastelun lisäksi neljä kertaa päivässä taimien yli. Laahuksen arveltiin estävän myös homesienten



**Kuva 3.** Tukkimiehentäin torjunta-aineen maastolevitykseen kehitetty akkukäyttöinen ruisku ja sen kehittäjä Erik Sandberg.

kasvua, koska neulasten pinnalle pidättynyt kasteluvesi pirskahti pois laahuksen taivuttaessa taimia. Taimia lyhytpäiväkäsiteltiin sekä muovihuoneissa että lukuisilla ulkokasvatuskentillä, joissa pimenysverho vedettiin vajereilla taimien päälle noin metrin korkeudelle maasta (kuva 2). Taimet varastoitettiin talven yli pakkasvarastossa.

Tarhalla esiteltiin myös BetaQ Forest -yhtiön kehittämä, tukkimiehentäin torjunta-aineen maastolevitykseen tarkoitettu ruisku (kuva 3). Torjunta-aine johdetaan repussa olevasta säiliöstä akkukäyttöisen kompressorin avulla ruiskun suuttimista taimen tyvelle. Yhtiöllä on myös paakkutaimien käsittelyyn taimitarhalla tarkoitettu laite. Lisätietoja laitteista ja valmistajasta löytyy osoitteesta <http://www.betaqforest.se>.

Pekka Helenius  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntantie 154  
77600 SUONENJOKI  
[Pekka.Helenius@metla.fi](mailto:Pekka.Helenius@metla.fi)

## MUISTOJA KARPAATEILTA

Nuutti Kiljunen ja Veli-Matti Saarinen, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema

Lokakuun alussa järjestettiin Lvovissa Länsi-Ukrainassa metsäteknologiakonferenssi Forest Engineering: New Techniques, Technologies and the Environment. Kirjoittajat osallistuivat tapahtumaan, jonka yhteydessä vietettiin Ukrainan metsäopetuksen 130-vuotisjuhlia. Tilaisuudet keräsivät kokoon runsaasti osanottajia pääasiassa Itä-Euroopasta ja Japanista. Tapahtuman sisältö liittyi pääasiassa puunkorjuuseen, mutta siihen sisältyi myös muita metsäteknologian ja metsätalouden osa-alueita. Järjestelyistä päävastuun kantoi Ukrainan metsätalouden ja puuteknologian valtionyliopisto.

Lvov on vanhojen rakennustensa ansiosta valittu UNESCO:n maailmanperintökohteeksi. Kaupungin nähtävyyksistä tunnetuin lienee oopperatalo. Karpaateilla on lisäksi pitkät perinteet turistikohdeena. Esimerkiksi Slavskeen on rakennettu turistireittejä ja hotelleja jo 1800-luvulla.

### Puunkorjuun tutkimus pääroolissa

Konferenssiesitelmät ja -posterit keskittyivät puunkorjuuseen, kaukokuljetukseen ja koneenrakennukseen. Metsänuudistamistutkimusta oli esillä hieman vähemmän. Kirjoittajat esittelivät suomalaista metsänuudistamista ja taimikonhoitoa: Kiljunen taimikonhoidon ajoitusta ja koneellistamista ja Saarinen koneellisen istutuksen työn tuottavuutta ja laatua.

Harvoista oman alamme tutkimuksista on mainittava japanilaisen Takeshi Yamadan maanmuokkaus-tutkimus. Yllättävä tutkimustulos oli se, että hinokin (*Chamaecyparis*

*obtusa*) taimien kuolleisuus oli ensimmäisen vuoden aikana huomattavasti suurempaa mättäessä kuin laikussa, jyrityssä maassa tai muokkaamattomassa maassa. Keskustelussa selvisi, että mäen harjanteella sijaitsevalla kohteella maalajina oli karkea sora. Ei siis ollut ihme, että kuivuus tappoi taimet.

Yksi erikoisimmista keksinnöistä ja esitelmäaiheista oli Turkissa metsätalouskäyttöön rakennettu kevytrakenteinen yksiraidejuna. Keksijänsä mukaan juna soveltuu hyvinkin jyrkissä rinteissä mm. puutavaran, taimien ja työvoiman kuljettamiseen. Muutamissa konferenssin osanottajissa laite herätti lähinnä hilpeyttä.

### Kokorunkomenetelmää ja paljasjuuritaimia käytännössä

Konferenssin osana ollut yksipäiväinen retkeily suuntautui Lvovin alueen eteläosassa Karpaattien vuorilla sijaitseviin Slavskeen ja

Skoleen. Lvovin alueella on metsää hieman alle 700 000 ha, jonka hoidosta vastaa valtiollinen metsätalousorganisaatio Lvivlis. Siihen kuuluu 16 valtiollista metsätalous-yritystä 124 osastoon jaettuna, kansallispuisto ja viisi metsästysorganisaatioita.

Alueellisesti metsätalouden merkitys on huomattava. Lvivlin mailla puuta on keskimäärin noin 260 m<sup>3</sup>/ha ja keskikasvu on 4,4 m<sup>3</sup>/ha. Puuston määrässä ja puulajeissa on suurta vaihtelua vuoriston havumetsien ja laaksojen lehtimetsien välillä. Lvivlis tekee kaikki metsätyöt taimituotannosta hakkuuseen oman organisaation voimin. Lisäksi se sahaa tai jalostaa muuten huomattavan osan hakkaamastaan puutavarasta. Ukrainan sahateollisuuteen on viime aikoina alettu tehdä ulkomaisia investointeja, ja esimerkiksi Slavsken alueella on italialaisomistuksessa oleva saha.

Karpaattien rinteillä puu korjataan pääasiassa runkomenetelmällä. Retkeilyn kohteena olleella työmaalla hakkuutyön tekivät metsurit, jotka myös hoitivat runkojen kiin-



Kuva Veli-Matti Saarinen

Kuva 1. Kirjoittaja Nuutti Kiljunen tutustuu ukrainalaiseen paljasjuuritaimien tuotantoon.

nityksen skylinen vajeriin. Maataloustraktorikäyttöisellä yarderilla niput siirrettiin juontouran varteen, jota pitkin ne kuljetettiin laahusjuontotraktorilla autotien varteen katkottaviksi. Varsinaiselle katkontapaikalle pölkkyjä siirrettiin vielä muutama metri hevosella. Valmis puutavara voitiin vierittää lastauskoroketta pitkin suoraan rekan kyytiin. Katkonta- ja lastauspaikka olisi ollut suomalaisen työläistarkastajan painajainen, sillä niin hurjan näköisesti katkontamiehet huiskivat sahoillaan ja hyppivät vierivien tukkien yli.

Parin hehtaarin savotta työllisti yhtäaikaan kahdeksan henkilöä. Hakkuussa työskenteli kaksi metsuria. Sekä skylinella että juontotraktorilla oli omat käyttäjänsä ja heillä yhteinen apumies, joka hoiti runkojen irrottamisen skylinen vajerilta ja kiinnittämisen juontotraktoriin. Tien varressa katkontaan ja lastaukseen osallistui kolmesta neljään miestä, jotka työskentelivät virkapukuisen naistyönjohtajan komennossa. Vierailukohde ei ollut olosuhteiltaan niin vaikea, ettei sitä olisi voinut ainakin katkontaan ja puutavaran kuormauksen osalta koneellistaa. Mahdollisesti konehakuukin olisi onnistunut. Koska ihmistyö on Ukrainassa halpaa ja investointeihin tarvittavaa rahaa puuttuu, koneellistaminen on vielä ollut vähäistä.

## Metsät uudistetaan istuttamalla

Metsien uudistaminen tehdään pääasiassa istuttamalla. Taimia istutetaan erittäin tiheään, tuolla alueella noin 6200 tainta hehtaarille. Slavskan alueen vuotuinen taimituotanto, joka koostuu pelkästään paljasjuuritaimista, on 1–2 miljoonaa tainta. Taimet tuotetaan metsätalousyrityksen omilla pienillä taimitarhoilla.

Kylvösiemenen laatuun on kiinnitetty huomiota ja alueelle on perustettu siemenviljelyksiä ja varattu



Kuva Veli-Matti Saarinen

**Kuva 2.** Kokorunkojuontoa köysiradan avulla Karpaattien rinteillä.

metsiköitä siemenkeräystä varten. Maanmuokkausta ei aluejohtajan mukaan pystytä vuoristossa tekemään, vaan istutus tapahtuu kuokalla muokkaamattomaan maahan. Vierailulla istutusalueella oli istutettu douglaskuusta ja kuusta vuoronperään riveittäin. Heinäntorjunnan helpottamiseksi taimet oli merkitty puukepein. Alavammilla uudistusaloilla tehdään hieman myös maanmuokkausta. Pääasialliset uudistettavat puulajit ovat kuusi, douglaskuusi, saksanpihta ja mänty. Lehtipuista tärkeimpiä ovat pyökki ja valkopyökki, mutta myös leppää hyödynnetään teollisesti.

## Taimet kasvatetaan neljävuotiaiksi

Paikallinen taimitarha oli pelkkä metsään raivattu aidattu alue johon taimien kasvatuspenkki oli muokattu. Kylvötiheys oli huikea, pikaisen arvion perusteella 10 cm matkalla kasvoi rivissä yli 20 tainta. Karistamon rummut lienevät jääneet välillä puhdistamatta, koska kuusipenkeissä kasvoi sekapuuna runsaasti nopeakasvuisempia mäntyjä ja douglaskuusia. Taimitarhan kuusten kasvussa oli huimia eroja. Suuressa osassa taimia toisen

ja kolmannen vuoden pituuskasvu oli noin 2 cm. Taimet oli tarkoitus kasvattaa neljävuotiaiksi. Pikaisesti arvioituna saattoi odottaa, että suomalaisen mittapuun mukaan vain noin kymmenesosa taimista kehittyi istutuskelpoisiksi.

## Matkailua ja metsätaloutta

Tällä hetkellä alueen merkitys talviurheilukeskuksena kasvaa voimakkaasti, ja hyvätasoisia majoitustiloja on viime aikoina rakennettu runsaasti. Matkailun ja metsätalouden yhteensovittaminen onkin yksi paikallisten tutkijoiden tärkeimpinä pitämiä tutkimusaiheita. Henkilökohtaisesti arvioituna teiden perusparannukset voisivat osaltaan edistää alueen matkailuelinkeinoa. Myös metsätaloudessa tienrakennuksen ja tieverkoston optimoinnin tutkimusta pidettiin erittäin keskeisenä.

nuutti.kiljunen@metla.fi  
veli-matti.saarinen@metla.fi  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 154  
77600 Suonenjoki

## JULKAISUSATOJA

### Syyslannoitus tarhalla (typpitankkaus) vaikuttaa kuusen paakkutaimien kasvuun istutuksen jälkeen

Rikala Risto, Heiskanen Juha & Lahti Markku. 2004. Autumn fertilization in the nursery affects growth of *Picea abies* container seedlings after transplanting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 409–414.

Paakkutaimet ovat riippuvaisia sisäisistä ravinnevarastoistaan istutuksen jälkeen kunnes juuret kasvavat ympäröivään maahan. Jos juurtuminen ei ole riittävän nopeaa ja pintakasvillisuuden kilpailu on kovaa, taimet voivat kärsiä veden ja ravinteiden puutteesta.

Normaalin taimitarhalannoituksen ohella taimien ravinnetilaa voidaan kuitenkin parantaa syyslannoituksella vaikuttamatta samalla taimien kasvuun. Tämän ravinnetankkauksen on monilla puolajeilta todettu parantavan istutustulosta. Meikäläisen kuusen osalta tutkimuksia ei aiemmin ole kuitenkaan tehty. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka kaksivuotiaiden kuusen paakkutaimien tyypitila vaikuttaa niiden istutuksen jälkeiseen kasvuun.

Kuusentaimia lannoitettiin kolmella eri lannoitustasolla elokuun aikana tarhalla (5, 15 ja 25 mg typpeä/taimi). Neulasten typpipitoisuus oli eri käsittelyissä ennen pakkasvarastointia keskimäärin 11,0, 13,1 ja 15,8 g/kg. Taimien keskipituus eri käsittelyissä oli sama (ka 26,0 cm). Seuraavana keväänä taimet istutettiin kahteen kokeeseen: 1) hiekalla täytettyihin ruukkuihin kasvihuoneessa, jossa taimia lan-

noitettiin joko puhtaalla vedellä (=niukkaravinteinen maa) tai ravinneliuoksella (22 mg typpeä/l) (=ravinteikas maa) ja 2) hiekkaiselle taimitarhakentälle v. 2000.

#### Päätulokset

- ◆ Kasvihuonekokeessa syyslannoitus lisäsi verson ja juurten kasvua istutuksen jälkeen sekä niukka- että runsasravinteisessa maassa
- ◆ Maan ravinnetaso (eli ravinteikas maa) lisäsi taimien kasvua kuitenkin enemmän. Erityisesti juurten kasvu lisääntyi ravinteikkaassa maassa
- ◆ Kenttäkokeessa verson kasvu lisääntyi ensimmäisenä kasvukautena syyslannoitustason mukaan
- ◆ Toisena ja kolmantena kasvukautena istutuksen jälkeen taimien rangan tilavuus oli edelleen korkein suurimmalla syyslannoitustasolla
- ◆ Tulokset viittaavat siihen, että parantamalla taimien ravinnetilaa tarhalla, voidaan istutettavien taimien verson, juurten sekä rangan läpimitan kasvua lisätä erityisesti niukkaravinteisilla kasvupaikoilla
- ◆ Kokeen taimien korkeimmat typpipitoisuudet edustavan tämän päivän keskimääräisiä pitoisuuksia taimitarhoilla. Tätä korkeammat lannoitustasot voivat vielä edelleen vahvistaa kasvureaktiota ja sen kestoa istutuksen jälkeen

Juha Heiskanen

### Turvepohjaiset seokset taimipaakussa vaikuttavat vähän taimien menestymiseen istutuksen jälkeen

Heiskanen Juha & Rikala Risto 2003. Effect of peat-based container media on establishment of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings. *Tree Planters' Notes* 50: 28–33.

Metsäpuiden taimet kärsivät Musein istutushokista, joka johtuu yleensä heikentyneestä vedensaatavuudesta. Paakkutaimet kärsivät vedenpuutteesta yleensä vähemmän kuin paljasjuuriset taimet, koska juuristo säilyy lähes häiriintymättä paakun sisällä.

Paakuissa yleisesti käytetty karkeajakoinen rahkaturve johtaa kuitenkin kuivissa oloissa heikosti vettä paakkuun. Vedensaatavuutta ympäröivästä maasta paakkuun voidaan jonkin verran parantaa seosaineella.

Käytännössä on kuitenkin vielä ollut tutkimatta, vaikuttavatko eri seosaineet paakkutaimien kasvuun. Tämä tutkimus selvitti, miten turpeen seosaineet vaikuttavat paakkutaimien menestymiseen istutuksen jälkeen.

Männyn ja kuusen (paakku PL-81F) sekä koivun taimia (PL-25) kasvatettiin neljässä eri kasvualustassa. Kasvualustoina käytettiin vaaleaa rahkaturvetta (Vapo E D1K2) sekä seosaineina karkeaa perliittiä (raekoko 0,5–6,0 mm) ja hienoa kvartsihiekkää (<0,2 mm). Seosaineet sekoitettiin turpeeseen käsin niin, että tilavuudesta niitä oli 25 % ja turvetta 75 %. Pelkän turpeen (100 %) lisäksi tehtiin kasvualusta, jossa molempia seosaineita oli 25 % ja turvetta 50 %.

Yksivuotiaat taimet istutettiin maastoon Keski-Suomessa kevääl-

lä 1997. Mänty ja kuusi istutettiin avohakatuille ja äestetyille VT- ja MT-tyyppin koealoille ja koivu MT:lle ja metsitettävälle pellolle. Taimien menestymistä seurattiin kaksi vuotta.

### Päätulokset

- ◆ Kasvu- ja kuolleisuuserot olivat suhteellisen vähäisiä eri kasvu- alustojen välillä verrattuna eroihin kasvupaikkojen ja taimilajien välillä.
- ◆ Männyn ja kuusen istutusvuoden kohonnuttu kuolleisuutta MT-alalla (10–20%) lisäsi todennäköisesti roudan hidas sulaminen.
- ◆ VT-alalla kuusen kuolleisuuden (10–12%) saattoi taas vaikuttaa kesäkuivuus (männyllä kuolleisuus 2–12%).
- ◆ Koivulla alhainen kuolleisuus (<2,5%) johtui ilmeisesti siitä, että se oli istutushetkellä lehdetön eikä vielä kasvussa eikä se siten kärsinyt roudasta tai kevät kylmyydestä.
- ◆ Käytännössä normaalikesinä käytetyillä seosaineilla 25% osuuksilla ei siis saavuteta merkittävää etua taimien istutuksen jälkeiselle kasvuun pelkkään kasvuturpeeseen nähden.
- ◆ Säätöoloiltaan erilaisina kesinä sekä eri seosaineilla ja paakku- tyypeillä vaikutus voi kuitenkin olla erilainen.

Juha Heiskanen

### Niukasti lannoitettu taimi satsaa juurimassaan, runsas lannoitus vähentää puuaineksen selluloosan määrää

**Kaakinen Seija, Jolkkonen Annika, Iivonen Sari & Vapaavuori Elina.** 2004. Growth, allocation and tissue chemistry of *Picea abies* seedlings affected by nutrient supply during the second growing season. *Tree Physiology* 24:707–719.

Tutkimuksen aineistona oli yksi- vuotiaat kuusentaimet, joita kasvatettiin vesiviljelyssä kasvukammiassa yhden kasvukauden ajan. Siemenet olivat peräisin Flakalidenin koealueelta Pohjois-Ruotsista, jonka ilmasto-olosuhteita kokeessa simuloitiin. Aiemman tutkimuksemme mukaan Flakalidenin optimilannoitettujen kuusien puuaineksen ligniinipitoisuus kasvoi lannoittamattomiin kontrollipuihin verrattuna. Tutkimuksessa haluttiin selvittää: 1) muuttuuko taimien puuaineksen soluseinäkoostumus ja onko muutos samanlainen kuin puilla, ja 2) vaikuttaako ravinteiden saatavuus taimien kasvuun ja biomassan jakaantumiseen, yhteyttämistehokkuuteen sekä ei-rakenteellisten hiilihydraattien (liukoiset sokerit ja tärkkelys) ja typen pitoisuuksiin.

Taimia kasvatettiin joko niukassa (0,25 mM N) tai runsaassa (2,50 mM N) ravinneliuoksessa. Liuokset sisälsivät pää- ja hivenravinteita Ingestadin kehittämän suhteen mukaan (100 N: 60 K: 18 P: 6 Ca: 6 Mg: 9S). Kokeessa seurattiin taimien pituus- ja paksuuskasvua. Lisäksi tutkittiin biomassan ja ei-rakenteellisten hiilihydraattien sekä typen jakautumista verson eri osiin (uudet ja vanhat neulaset, uusi ja vanha ranka, uudet ja vanhat juuret) kasvukauden eri aikoina. Rangan puuaineksen soluseinän kemiallisten komponenttien (selluloosa, hemiselluloosa, ligniini, uuteaineet) pitoisuus analysoitiin. Taimien yhteyttämistehokkuutta mitattiin kaasunvaihdon ja klorofyllifluoresenssin avulla.

### Päätulokset

- ◆ Ravinnekäsittely vaikutti kuusen taimien biomassan jakaantumiseen kasvukauden jälkimmäisellä puoliskolla. Niukan ravinnetason taimilla juurten osuus kasvoi verrattuna verson osuuteen, ts. niukan ravinnetason taimet lisäsivät ravinteiden ottoa kasvattamalla juurten osuutta.
- ◆ Juurten kasvu oli voimakkainta heinäkuun puolivälin jälkeen ja jatkui kokeen loppuun, loka- kuun alkuun, saakka.
- ◆ Ravinnekäsittely ei vaikuttanut taimien pituuskasvuun, mutta paksuuskasvu lisääntyi hieman. Tilastollisesti merkitsevästi tämä näkyi rungon biomassan kasvuna.
- ◆ Kokonaisbiomassa (juuret + verso) oli suurempi runsaalla kuin niukalla ravinnetasolla.
- ◆ Vanhojen neulasten yhteyttäminen oli hidasta keväällä ja alkukesällä molemmissa ravinnekäsittelyissä. Keskikesästä lähtien niukan ravinnetason uudet neulaset yhteyttivät n. 11% tehokkaammin kuin runsaan ravinnetason uudet neulaset.
- ◆ Niukan ravinnetason taimilla oli typpivarastoja ja ei-rakenteellisten hiilihydraattien varastoja vain noin 80% verrattuna runsaan ravinnetason taimiin. Suurimmat varastot olivat uusissa neulasissa, joissa sijaitsi 30% (niukka ravinnetaso) tai 47% (runsa ravinnetaso) typpivarastoista, ja 39% (niukka ravinnetaso) tai 51% (runsa ravinnetaso) ko. hiilihydraattivarastoista.
- ◆ Ravinteiden saatavuus vaikutti taimien puuaineksen selluloosapitoisuuteen. Runsaan ravinnetason taimien selluloosapitoisuus oli alhaisempi verrattuna niukan ravinnetason taimiin. Hemiselluloosa-, ligniini- tai uuteainepitoisuudessa ei ollut merkitseviä eroja ravinnekäsittelyiden kesken.

Seija Kaakinen



## Kuusen paakkutaimia istutetaan Kanadassa myös kesällä

Grossnickle, S. C. & Folk, R. S. 2003. Spring versus summer spruce stocktypes of Western Canada: nursery development and field performance. *Western Journal of Applied Forestry* 18(4): 267–275.

Kanadan länsiosissa, Brittiläisessä Kolumbiassa ja Albertassa, valko- (*Picea glauca*) ja engelmännin (*Picea engelmannii*) paakkutaimien kesäistutus on kasvattanut suositaan perinteisen kevätistutuksen kustannuksella. Arviot kesällä istutettavien kuusen paakkutaimien osuudesta koko taimimäärästä liikkuvat 45 ja 65 %:n välillä vuosina 1999 ja 2000. Kesäistutuksella viitataan ajankohtaan heinäkuun alusta elokuun puoliväliin ja kevätistutuksella ajankohtaan huhtikuun alusta kesäkuun alkuun.

### Kesätaimien kylvöä joulutammikuussa

Kesällä istutettavat taimet (kesätaimet) poikkeavat kuitenkin merkittävästi kasvatushistorialtaan keväällä istutettavista taimista (kevättaimet). Keväällä istutettavat taimet ovat yleensä yksivuotiaita. Taimet kasvatetaan taimitarhan muovihuoneessa maaliskuusta elokuun puoliväliin optimaalisissa olosuhteissa. Tämän jälkeen taimien pituuskasvu pysäytetään 5–10 päivän lyhytpäiväkäsitelystä (päivän pituus 8 tuntia) ja ne siirretään ulos kasvatuskentälle karaistumaan. Ennen talven pakkasvarastointia (–2 °C) taimien pakkaskestävyys testataan –18 °C:ssa. Kesällä istutettavat taimet ovat puolestaan yksi- tai kaksivuotiaita. Yksivuotiaina istutettavien taimien kasvatus aloitetaan keinovalon ja lämmityksen turvin taimitarhan kasvihuoneessa joulutammikuussa ja kaksivuotiaina istutettavien taimien kasvatus maaliskuusta huhtikuussa. Kaksivuotiaina is-

tutettavat taimet talvehtivat tarhan ulkokasvatuskentällä. Ennen istutusta heinä–elokuussa, sekä yksittä kaksivuotiaiden kesätaimien pituuskasvu pysäytetään lyhytpäiväkäsitelystä.

### Kevät- ja kesätaimet eroavat toisistaan rasisuskestävyydeltään

Erilaisesta kasvatushistoriasta johtuen kevät- ja kesätaimet ovat kasvuvaiheeltaan ja näin ollen myös rakenteellisilta ja fysiologisilta ominaisuuksiltaan erilaisia istutusheleillä.

Kevättaimien vuosisykli on istutushelellä edennyt vaiheeseen, jossa niiden lepotila purkautuu talven pakkasvarastoinnin (4–6 kk) jälkeen nopeasti ilman lämpötilan noustessa. Taimien kuivuuden- ja pakkaskestävyys ovat ennen silmujen puhkeamista vielä melko hyviä, mutta heikkenevät nopeasti kasvun käynnistyessä. Noin kuukauden kuluttua istutuksesta taimet ovat nopeimmassa kasvuvaiheessaan ja niiden rasisuskestävyys alhaisimmalla tasolla.

Kesätaimilla pituuskasvu on päättynyt ja silmunmuodostuminen käynnistynyt lyhytpäiväkäsitelystä johdosta taimitarhalla ennen istutusta, mutta niiden kuivuuden- ja pakkaskestävyys ovat vielä melko heikkoja. Vaikka rasisuskestävyys alkaakin parantua istutuksen jälkeen, ei kesätaimia suositella istutettavaksi kuiville tai hallanaroi- le seuduille.

### ...ja ravinnevarastoiltaan

Rasisuskestävyyden lisäksi kevät- ja kesätaimet eroavat toisistaan myös ravinnevarastoiltaan. Pituuskasvun päättymisen jälkeen taimet jatkavat ravinteiden ottoa kasvualustasta ja varastoivat niitä seuraavaa kasvukautta varten. Kevättaimilla tämä ravinteiden tankkaus tapahtuu istutusta edeltävänä syksynä

taimitarhalla suotuisissa olosuhteissa. Sitä vastoin yksivuotiailta kesätaimilta ravinnevarausmahdollisuus taimitarhalla puuttuu kokonaan, jolloin niiden ravinnepitoisuus on ensimmäisen kasvukauden jälkeen alhaisempi kuin kevättaimilla. Etenkin karuilla mailla tällä ravinne-erolla on todettu olevan vaikutusta taimien maastomenestymiseen.

### Neulasaiheiden lukumäärä määrää (osittain) pituuskasvun

Kesätaimet eivät aloita pituuskasvuaan uudelleen istutuskesänä. Sen sijaan keväällä istutetut taimet kasvavat pituutta normaalisti ja muodostavat silmun syksyllä päivän pituuden lyhentyessä ja ilmojen viilentyessä. Kasvukauden päätyessä kesätaimien silmuissa voi olla kaksi kertaa enemmän neulasaiheita kuin kevättaimien silmuissa. Tämä johtuu siitä että kesätaimilla silmun muodostuminen käynnistyy ja yleensä myös jatkuu jonkin aikaa suotuisissa olosuhteissa taimitarhalla ennen istutusta. Neulasaiheiden muodostumisen on arvioitu kestävän kokonaisuudessaan lähes 10 viikkoa. Tästä johtuen kesätaimien nosto- ja istutusajankohdalla on ratkaiseva merkitys silmuun muodostuvien neulasaiheiden määrään. Sitä vastoin kevättaimilla silmu muodostuu usein vaikeissa olosuhteissa uudistusalalla ja näin ollen myös neulasaiheita syntyy yleensä vähemmän. Suuremmasta neulasaiheiden määrästä johtuen kesätaimien pituuskasvu saattaa olla seuraavana kasvukautena jopa kaksi kertaa parempi kuin kevättaimien. Koska kevättaimet ovat kuitenkin istutettaessa yleensä pidempiä kuin kesätaimet, ei taimien pituudessa ole välttämättä eroa kahden toisen kasvukauden jälkeen.

Pekka Helenius

# METSÄPUUT JA ILMASTONMUUTOS – TUTKIMUSTULOKSIEN KATTAVA ESITTELY KUOPIOSSA

Marja Poteri, Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema

Ilmastomuutos on lähes joka-päiväinen uutisaihe, sillä siihen liittyviä tutkimustuloksia ja ennustemalleja satelee tasaiseen tahtiin. Muuttuvatko Pohjolan talvet lumettomiksi ja kesät sateisiksi, ja miten näissä olosuhteissa harjoitetaan maa- ja metsätaloutta? Ilmastomuutoksella on myös epäilijänsä, niin kuin kuuluukin olla. Supertietokoneilla ja yhä hienommilla mittalaitteilla laaditaan koko maapallon käsittäviä ennusteita, joiden arvioiminen on suuren ja hyvinkin erilaisia näkemyksiä jakavan tutkijajoukon tehtävää.

Marraskuussa Kuopiossa joukko maamme eturivin metsäpuiden tutkijoita esitteli tutkimustuloksia ennustetun ilmastomuutoksen vaikutuksista pohjoisella havumetsävyöhykkeellä. Kasvihuonekaasujen, kuten hiilidioksidin, otsonin, metaanin, dityppioksidin ja CHC-yhdisteiden määrä on noussut teollistumisen ja liikenteen kasvun seurauksena. Kasvihuonekaasut vaikuttavat suoraan kasveihin, joihin ne pääsevät lähinnä lehtien ja neulasten kautta.

Kasvihuonekaasujen lisääntymisen on todettu myös kohottavan maapallon lämpötilaa. Eri malleilla on laskettu, että maapallon lämpötila nousee tulevan sadan vuoden aikana 1,5–6 astetta, mikä on 2–10 kertaa voimakkaampi muutos kuin menneellä 1900-luvulla havaittu maapallon keskimääräinen lämpötilan kohoaminen. Lämpötilan kohoamisella on puolestaan seurausvaikutukset sademääriin ja niiden alueelliseen jakautumiseen. Prof. Lauri Kärenlammen mukaan erityisesti pohjoisilla alueilla tundra-ryhmän kuivissa ekosysteemeissä saatujen tutkimustulosten perus-

teella on mahdollista, että osalle kasvipeitteestä on lämpenemistä tärkeämpää sademäärän ja sen ajallisen jakauman muutos.

## Hiilidioksidi lisää kasvua

Hiilidioksidi on kasvien yhteyttämisesään käyttämä kaasu, jonka määrän nousulla pitäisi olla kasvua kiihdyttävä vaikutus. Prof. Seppo Kellomäen mukaan yhteyttämisen nopeutuu havu- ja lehtipuiden taimilla 20–200%, kun hiilidioksidipitoisuus kaksinkertaistetaan. Pitkällä aikavälillä selvitysten mukaan kasvu näyttäisi kuitenkin jäävän tätä pienemmäksi. Myös prof. Elina Oksanen totesi, että tutkimuksissa on havaittu puiden hidastavan yhteyttämistä kohonneessa hiilidioksidipitoisuudessa, sillä hiilidioksidi vaikuttaa myös lehden rakenteeseen ja toimintaan tavalla, jolla näyttäisi olevan yhteyttämistä 'jarruttavaa' vaikutusta.

Myös pelkkä lämpötilan kohoaminen lisää kasvua. Prof. Kellomäki mainitsi esimerkkinä metsänrajametsien männyt, joiden läpimitan kasvun on todettu riippuvan heinäkuun keskilämpötilasta. Kasvukauden pidentyminen saattaa lisätä puiden vuotuista kokonaisfotosynteesin määrää. Onko sillä vaikutusta kasvuun, ei tiedetä, koska samalla puiden kokonaishengitys myös kasvaa. Ilmaston lämpenemisen on myös ennustettu lisäävän Suomessa koivun levinneisyyttä, koska lehtipuuna sen on oletettu hyötävän pitenevästä kasvukaudesta enemmän kuin havupuut.

## Otsoni haittaa yhteyttämistä ja kasvua

Otsoni on toinen alailmakehän kaasu, jonka määrä on lisääntynyt voimakkaasti 1900-luvun loppupuolelta lähtien lähinnä liikenteen ja teollisuuden päästöistä johtuen. Otsoni haittaa yhteyttämistä ja vaurioittaa lehtien solukoita. Yhteyttämisen alentuminen heikentää puita helposti ja altistaa niitä muille seuraustuhoille.

Dos. Elina Vapaavuori esitteli kotimaista tutkimusta, jossa oli seurattu kolmen vuoden ajan, mitä vaikutuksia kasvukauden aikaisella kaksinkertaiseksi kohotetulla ilmakehän hiilidioksidi- ja otsonipitoisuudella on koivuun. Tutkimuksia, joissa olisi seurattu molempien kaasujen vaikutuksia yhdessä, kuten tässä työssä, on tehty erityisen vähän pohjoisilla alueilla.

Kokeen tulokset osoittivat, että rauduskoivun perinnöllisillä ominaisuuksilla on merkittävä osuus puiden sopeutumisessa, sillä kokeissa olleet kaksi kloonin reagoivat muuttuneeseen kaasukoostumuksen vastakkaisesti. Toisella kloonilla kasvu kolmen vuoden aikana lisääntyi kohotetussa hiilidioksidissa 40%, kun taas toisella kloonilla hiilidioksidilla ei havaittu kasvuvaihteluita. Tällä kloonilla sen sijaan kasvu laski otsonikäsittelyssä ja erityisesti juuriston kasvu aleni 38%, kun taas hiilidioksidista hyötynneen koivun kasvuun ei otsonilla ollut vaikutusta. Hiilidioksidi näytti kompensoivan otsonin haitallista vaikutusta, sillä käsittelyssä, jossa molemmat kaasut olivat yhdessä, koivut reagoivat kuin hiilidioksidikäsittelyyn. Myös Seija Kaakisen esityksessä tuotiin esille

tutkimuksia, joiden mukaan hiilidioksidi pystyy kompensoimaan otsonin puuaineen rakenteeseen kohdistamia haitallisia vaikutuksia. Havupuilla on saatu viitteitä korkean hiilidioksidipitoisuuden aiheuttamasta puuaineen selluloosapitoisuuden laskusta.

Ilmastomuutoksella olisi toteutuessaan vaikutuksia myös tuholaiskantoihin. Kohonnut hiilidioksidi ja lämpötila ovat pääsääntöisesti lisänneet lehtiin/neulasiin kohdistuvaa syöntiä prof. Pekka Niemelän mukaan. Lisäksi uusia eteläisiä tuloeläimiä saattaisi levitä Suomeen pidentyneen kasvukauden seurauksena. Toisaalta myös omien tuholaisien levinneisyysalueet voisivat muuttua, esimerkkinä mainittiin pilkkumäntypistiäinen, tai tuholaisien sukupolvimäärä kesän aikana

saattaisi nousta. Toisaalta kasvien on osoitettu kohonneessa hiilidioksidissa lisäävän puolustusaineiden tuotantoa, esim. koivulla muodostuu enemmän hartsinystyjä, joilla puolustautua jyrksijöitä vastaan

### **Joustaako puiden vuotuisen kasvurytmi?**

Prof. Heikki Hänninen korosti esityksessään boreaalisen havumetsävyöhykkeen puiden suurta sopeutumiskykyä vuodenaikojen lämpötilavaihteluihin, esim. Siperiassa puut saattavat kokea lähes sadan asteen vuotuisen lämpötilojen erotuksen. Huolestuneisuutta sen sijaan onkin herättänyt kysymys puiden vuosi-rytmistä ja sen mahdollisesta sopeutumuksesta muuttuviin olosuhteisiin.

Voivatko puut harhautua talven leudoista jaksoista ja lähteä kasvuun liian aikaisin? Hänninenkin korosti esityksessään puiden suurta perinnöllistä joustoa – vaikka jotkut puuyksilöt lähtevätkin herkemmin kasvuun liian aikaisin, on todennäköistä, että puujoukosta löytyy yksilöitä, jotka säästyvät tältä tuholta. Hännisen mukaan eräät ruohovartist kasvit näyttäisivätkin tutkimustulosten valossa olevan tässä suhteessa metsäpuita huomattavasti suuremmassa vaarassa.

Marja Poteri  
Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 154  
77600 SUONENJOKI  
Marja.Poteri@metla.fi

## **ILMASTON MUUTOS HUOMIOITU KUUSENJALOSTUKSESSA**

*Marja-Leena Napola, Metsäntutkimuslaitos, Haapastensyrjän jalostusasema*

Ilmaston lämpenemisestä aiheutuvien ongelmien vaikutusta kuusen metsänviljelymateriaalin kestävyteen on pohdittu jo pitkään. Haapastensyrjän metsänjalostuskeskuksessa aloitettiin 1980-luvun lopulla selvitykset, jotka koskivat mm. kuusen taimien ja taimikoiden kevähallan kestävyttä, tuhoalltiutta (erityisesti tuomiruoste) sekä vuotuista kasvurytmiä. Näiden tutkimusten tuloksia voidaan käyttää hyväksi tehtäessä pitkän aikavälin metsänjalostusohjelman (Metsänjalostus 2050) mukaisia valintoja nuorista uudistamiskokeista vuoden 2007 tienoilla. Näiden jalostusaineistojen huolellisen edelleentestauksen jälkeen voidaan vuodesta 2020 eteenpäin varttaa uusia siemenviljelyksiä tuottamaan siementä muuttuviin ilmasto-oloihin.

Tapion äskettäin perustaman kuusisiemenviljelyksen ja perusteilla olevan Forelia Oy:n siemen-

viljelyksen kloonivalinnoissa on otettu huomioon sopeutuneisuus ja kestävyys. Pluspuiden jälkeläiskokeissa on tehty pituusmittausten lisäksi havaintoja kevään kasvuunlähden ajankohdasta, mahdollisista hallavaurioista sekä erilaisista latvatuhoista. Testaustiedostojen tulosten perusteella valittiin runsaasti kukkivat, nopeakasvuisimmat ja hallankestävimmät puut uusiin siemenviljelyksiin. Näiden lisäksi siemenviljelyksiin otettiin mukaan muutamia latvialaisia ja liettualaisia pluspuuklooneja, jotka on valittu varttuneista eteläsuomalaisista metsänviljelyksistä ja testattu useassa jälkeläiskokeessa.

Kuusen ulkomaisia provenienseja on yleisesti ehdotettu käytettäväksi tulevaisuuden metsänviljelyssä. Kuitenkin testaamattomien ja liian eteläisten siemenalkuperien käytöllä on omat riskinsä, vaikka ne edustaisivatkin lämpösummittaan tuleviin Suomen ilmasto-oloi-

hin kelvollisia alkuperiä. Baltian maiden pluspuita voidaan varttaa siemenviljelyksiin Etelä-Suomeen, kuten on jo tehtykin. Tärkeätä olisi pikimmiten aloittaa balttilaisten ja pohjoispuolalaisten kuusiaineistojen testaus usean jalostusvyöhykkeen alueella. Myös maamme lukuisat nuorehkot ulkomaisia proveniensejä sisältävät koeviljelykset tarjoavat erinomaisen sopeutuneisuutta ja kestävyttä koskevan tutkimusaineiston, jota sitten myöhemmin voidaan hyödyntää esim. risteytysjalostuksessa ja vaikkapa edistyneen bioteknologian siivittämissä kasvullisissa lisäyksissä.

Marja-Leena Napola  
Metsäntutkimuslaitos  
Haapastensyrjän jalostusasema  
Karkkilantie 247  
12600 Läyliäinen  
Marja-Leena.Napola@metla.fi



## Puiden kasvuhäiriöitä käsittelevät tutkimustulokset julkaisuna

**Risto Rikala (toim.).** 2004. Puiden kasvuhäiriöt viljavilla kivennäismailla. 'Kaskialueen kuusikoiden kasvuhäiriöt' -hankkeen loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 934. 68 s.

Julkaisussa esitetyt tutkimukset käsittelevät pääasiassa kuusta, mutta myös koivun ja männyn kasvuhäiriöitä sivutaan. Kasvuhäiriöiden aiheuttajia ja häiriöoireita esitellään monipuolisesti aina solutasolta lähtien. Eri havainnoista on myös koottu niiden maantieteellinen levinneisyys, minkä perusteella voidaan pitää boorin puutosta vahvimpana oireiden aiheuttajana. Kasvuhäiriöisissä metsiköissä on kuitenkin myös tarkasteltu muiden mahdollisten oireiden aiheuttajien osuutta, kuten sienitauteja ja eläimiä. Boorin kasvuhäiriöitä korjaavaa vaikutusta on myös tarkasteltu puiden pakkaskestävyyden sekä mykorritsojen ja hienojuurien osalta.

Pohjois-Savossa on erityinen kuusen kasvuhäiriöiden keskitty-

mä, ja tällä alueella on myös tarkasteltu häiriön taloudellista merkitystä. Pahimmillaan ilmiö voi pudottaa metsän tuoton puoleen.

Boorilisäyksen on tiedetty aikaisempien tutkimustulosten perusteella korjaavan tilannetta, ja julkaisussa esitelläänkin boorilannoituksen vaikutuksia kasvuhäiriömetsiköissä. Tutkimusten mukaan boorilannoitus korjaa tilannetta jo lannoitusvuonna, jolloin neulasisä näkyvä boorinpuutos korjaantuu ja neulasten booripitoisuus kohoaa moninkertaiseksi. Puuston kasvun on todettu toipuvan lannoituksesta jo 2–4 vuoden kuluttua.

Julkaisusta saa puiden kasvuhäiriöistä monipuolista tietoa sekä käytännön toimintaohjeita kasvuhäiriöisen metsikön lannoitukseen ja jatkohoitoon.

Hinta: 15 €

## Metsänhoidon uusi vaihtoehto

**Pertti Harstela.** 2004. Kustannustehokas metsänhoito. 126 s. Gravita Ky.

Juuri ilmestyneessä kirjassaan professori Pertti Harstela esittelee viimeisimpään tutkimustietoon perustuen metsänhoidon käytännöt, joilla kustannukset ja metsikön tuotto voidaan optimoida ottaen samalla huomioon luonnonhoidon vaatimukset ja metsäomistajan tavoitteet. Kirja vastaa sellaisen metsänomistajan tarpeisiin, joka haluaa lisätä taloudellista hyötyä metsästään ja samalla hoitaa metsäluontoa. Metsäpalvelua tuottavat ammattilaiset saavat kirjasta viimeisintä tietoa, miten palvella asiakkaita ja samalla pärjätä kovenevassa kilpailussa.



Kirjassa käsitellään metsänhoidon toimintaympäristön muutoksia, työmenetelmien, logistiikan ja työn organisoimisen viimeisintä kehitystä sekä alan yritystoiminnan mahdollisuuksia. Metsänomistaja saa vihjeitä oman työpanoksen tehokkaampaan hyödyntämiseen, metsiköiden tuoton kohottamiseen ja metsäpalvelun hyödyntämiseen.

Metsäpolitiikkaa on arvosteltu siitä, että se on jäänyt aikaan, jolloin puun luultiin loppuvan Suomesta. Nyt kaivataan paremminkin kustannustehokasta toimintaa ja puun markkinoille tuloa. Kirja on yksi puheenvuoro näihin vaatimuksiin. Tekijä on halunnut kuitenkin muistuttaa siitä, että metsä on myös osa ekosysteemiä, josta ihminen on riippuvainen ja jota on käytettävä kestäväällä tavalla.

Kovakantinen kirja on runsaasti kuvitettu niin, että sitä voisi metsäharrastaja lukea mielikseen ja se soveltuisi paitsi käsi- ja oppikirjaksi myös lahjakirjaksi metsäammattilaisilla ja alan harrastajille.

Myynti: [www.gravita.net](http://www.gravita.net) ja kirja-kaupat. Hinta: 25 €

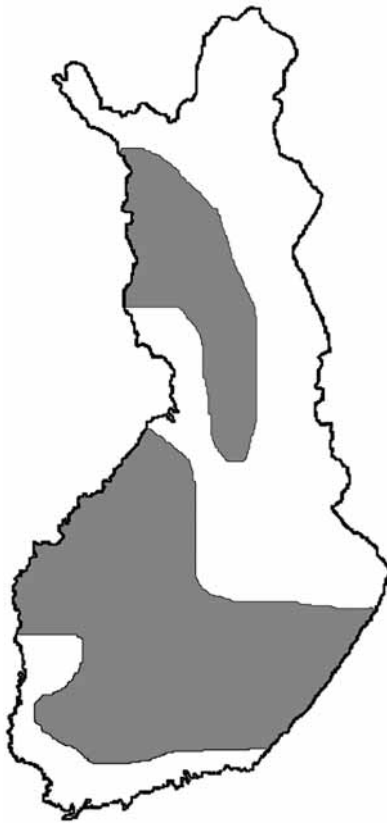
# METLAN MYYRÄTIEDOTE

## – MYYRÄKANNAT VAHVASSA KASVUSSA

**M**yyräkannat ovat tällä hetkellä runsaat laajoilla alueilla Etelä-Suomen sisämaassa, Pohjanmaalla ja Länsi-Lapissa. Metla ennustaa, että vuonna 2005 saavutetaan varsinainen myyräkantojen huippu laajoilla alueilla maan eteläpuoliskossa. Niillä alueilla, joilla jo nyt on myyriä hyvin runsaasti, kanta romahtanee talvella 2005/06.

Myyräkannat ovat tällä hetkellä runsaat tai vahvassa nousussa muun muassa Hämeessä, Etelä-Savossa, Keski-Suomessa, Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla ja Länsi-Lapissa. Metsämyyriä on näillä alueilla jo runsaasti, kun taas peltomyyrät ovat vasta runsastumassa. Luonteenomaista myyräkantojen kasvuvaiheessa on, että peltomyyrien runsastuminen tapahtuu hie-man metsämyyriä myöhemmin ja on aluksi laikuttaista.

Peltomyyriä on ylivoimaisesti pahin metsäpuiden taimien tuholainen, ja sen aiheuttamia taimituhoja ilmenee todennäköisesti jo tänä talvena, varsinkin Hämeessä ja Keski-Suomessa. Peltomyyriä kalua taimen maanpinnan ja lumirajan väliltä. Tuhoriski jatkuu koko ensi vuoden, ja se koskee varsinkin ensi kevään istutuksia rehevillä metsämailla ja pellonmetsityksissä. Neuvoja myyrätuhojen ehkäisemiseksi kannattaa kysyä paikalliselta metsänhoitoyhdistykseltä tai Metlan asiantuntijoilta.



Suurikokoisen vesimyyrän kannan vaihtelussa on oma rytmensä ja toisinaan suuria paikallisia eroja, ja niinpä esimerkiksi Lounais-Suomessa on havaittu vesimyyrien aiheuttamia taimikkotuhoja, jotka ovat hyvin paikallisia.

Metsämyyrien runsastuminen lisää myös myyräkuumeen esiintyvyyttä. Otaksuttavissa on, että vuoden 2005 loppusyksystä ja alkutal-

vesta myyräkuumetta esiintyy taas keskimääräistä enemmän. Ihminen saa myyräkuumetartunnan yleensä hengitysteitse, kun pölyhiukkaset la matkustava Puumala-virus lentää suoraan keuhkoihin. Pahimpia tartuntapaikkoja ovat pölyiset ulkorakennukset, kuten mökkien puuliiterit.

Myyräkannan nousu auttaa ensi keväänä myös pöllöjä, joiden pesintä viime keväänä epäonnistui täysin ravinnon puutteen takia.

### Lisätietoja:

*Heikki Henttonen*, metsäeläintieteen professori, Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, puh. 010 211 2430, 050 391 2430, sähköposti: heikki.henttonen@metla.fi

*Asko Kaikusalo*, metsätalousteknikko, Metsäntutkimuslaitos, Ojajoen toimipaikka, puh. 010 211 2822, 040 572 8260

## **Metsätaimien kasvatuskurssi**

*Aika: 1.–2.3.2005*

*Paikka: Jyväskylä, hotelli Priimus*

*Hinta: 280 euroa/hlö (sis. kurssimateriaali, ruokailu ja 1.–2.3 majoitus 2-hh)*

Alustava ohjelma

### **1.3.2005 tiistai**

9:15–9:45	Kahvi ja sämpylä
9:45–10:30	Tavoitetaimi
10:30–11:15	Taimen rakenne ja vuosisykliin liittyvät tapahtumat
11:15–11:25	Tauko
11:25–12:00	Kasvatuksen aikataulutus ja suunnittelu
12:00–12:45	Lounas
12:45–13:30	Siemenen rakenne, toiminta, itäminen ja perustermistö
13:30–13:40	Tauko
13:40–14:25	Kylvös ja sen hoito
14:25–15:00	Kahvi
15:00–15:45	Kylvösten harventaminen/täydentäminen; tuhot
15:45–15:55	Tauko
15:55–16:40	Kasvatuksen työkalut
16:40–16:50	Tauko
16:50–17:30	Kasvatuksen olosuhteiden säätö, taimien ulossiirto
18:30–	Päivällinen

### **2.3.2005 keskiviikko**

8:15–9:00	Pituuskasvun kontrollointi, juuriston hoito, tuhot
9:00–9:20	Kahvi
9:20–10:00	Karaisu: olosuhteiden säätö
10:00–10:10	Tauko
10:10–11:00	Lyhytpäivä (LP)-käsittely
11:00–11:45	Lounas
11:45–12:30	LP-käsittely jatkuu, hallantorjunta
12:30–12:40	Tauko
12:40–13:25	Tuhojen torjunta ja taimitarhahygienia
13:25–13:35	Tauko
13:35–14:20	Kasvatuksen seuranta ja dokumentointi; kooste kurssista
14:20–14:40	Lopetuskahvi

## Metsätaimitarhapäivät ja Pohjoismaisen siemen- ja taimineuvoston (NSFP) teemapäivä

Aika: 10.–11.2.2005

Paikka: Jyväskylä, Hotelli Priimus

Alustavassa ohjelmassa mm.

### 10.2. torstai

- Kasvihuonekasvatuksen uudet tuulet
- Logistiikka kasvihuonetuotannossa
- Kasvatusalustan kosteuden mittaus
- Taimitarhojen ravinneanalyysipalvelut ja tulosten tulkinta
- Lyhytpäiväkäsittelystä apua männyn karaisussa?
- Pakkastaimien välivarastointikestävyys
- Tuloksia metsätaimijätteen kompostointikokeista
- Tuloksia tukkimiehentäin torjunta-ainekokeista
- Ajankohtaista kasvinsuojelusta
- Uusien oppaiden esittelyt: Haavan taimikasvatus ja Kuusen kasvuhäiriöt

### 11.2. perjantai

- Suomen siemenhuolto ja tulevaisuuden suunnitelmat
- Katsaus Ruotsin siemenhuoltoon
- Siementen esikäsittelyt ja metsäkylvö – tuloksia ruotsalaiskokeista
- Metsikkö- ja sv-siemenen vertailua – tuloksia kotimaisista kokeista
- Idätyskokeen tulkinnan vaikutus siemenerän itävyystietoihin – tuloksia kotimaisista kokeista
- Siemenen muutokset ja aineenvaihdunta itämisen aikana – tuloksia kotimaisista kokeista



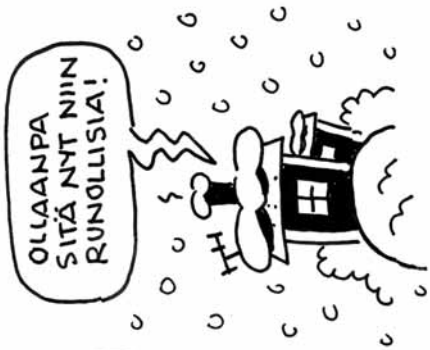
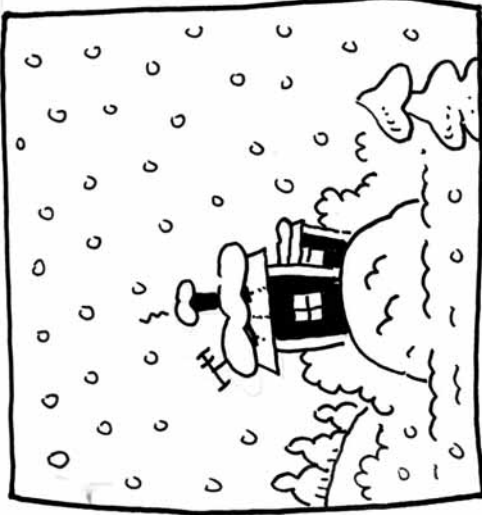
*Taimiuutiset-lehti toivottaa lukijoilleen  
hyvää uutta vuotta 2005!*

### Taimiuutiset-lehti vuonna 2005

Ilmestyy	Aineisto lehteen
maaliskuu vk 21.3.	18.2.
toukokuu vk 16.5.	22.4.
syyskuu vk 26.9.	26.8.
joulukuu vk 27.12.	25.11.

# PUUPUPELLO

PUPELLON KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NIILONÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



00000000