

15. 01. 01

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 788, 2000

# Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000

Marja Poteri (toim.)

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA





METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 788, 2000

# Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000

Marja Poteri (toim.)

Poteri, Marja (toim.). 2000. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000.  
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 788. 90 sivua.  
ISBN 951-40-1755-2 ISSN 0358-4238

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen tutkimusasema  
Hyväksynyt: Kari Mielikäinen 16.11.2000  
Tilaukset: Metla, Vantaan tutkimuskeskus, kirjasto, PL 18, 01301  
Vantaa, puh. (09) 857 051, faksi (09) 8570 5582  
Kansikuva: Erkki Oksanen  
Taitto: Tarja Jalonen  
Painopaikka: Suonenjoen kirjapaino

# Sisältö

Kirjoittajat .....	4
Lukijalle <i>Heikki Smolander</i> .....	5
Katsaus taimitarhojen kasvinsuojeluun <i>Sakari Lilja</i> .....	7
Metsänviljelyaineiston kaupan uusi direktiivi taimikaupan kannalta <i>Hannu Kukkonen</i> .....	16
Käytännön metsänviljelyn ongelmat, toiveet ja odotukset <i>Aarne Hankala</i> .....	20
Taimen käyttäjän tavoitteita, odotuksia ja ongelmia <i>Kari Kuru</i> .....	26
Koivun paakkutaimien kasvatus kesäistutukseen <i>Jaana Luoranen ja Risto Rikala</i> .....	29
Kuusen paakkutaimien pakkaskestävyys Metlan Suonenjoen tutkimustaimitarhalla talvella 1998 <i>Aija Ryyppö, Elina Vapaavuori ja Tapani Repo</i> .....	35
Motivaatio ja sen vaikutus työn laatuun <i>Kaija Kanninen ja Leo Tervo</i> .....	43
Kylvöajankohta ja kuusen taimien pituuskehitys ja karaistuminen <i>Kyösti Konttinen, Risto Rikala ja Jaana Luoranen</i> .....	56
Lyhytpäiväkäsittelyn ajoitus ja kesto yksivuotisilla kuusen taimilla <i>Kyösti Konttinen ja Risto Rikala</i> .....	61
Talviaikaiset pakkasvauriot heikentävät kuusen paakkutaimien istutuksen jälkeistä menestymistä <i>Kyösti Konttinen ja Risto Rikala</i> .....	69
Vapo-paakkutaimien harvennus ja täydennys <i>Leo Tervo ja Kari Kautto</i> .....	79

# Kirjoittajat

## Jaana Luoranen

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Jaana.Luoranen@metla.fi

## Aarne Hankala

Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskus  
Ylivieskan toimisto  
Kauppakatu 11, 84100 Ylivieska  
Aarne.Hankala@metsakeskus.fi

## Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Marja.Poteri@metla.fi

## Kaija Kanninen

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan tutkimuskeskus  
PL 18, 01301 Vantaa  
Kaija.Kanninen@metla.fi

## Tapani Repo

Joensuun yliopisto  
Metsätieteellinen tiedekunta  
PL 111, 80101 Joensuu  
Tapani.Repo@metsa.joensuu.fi

## Kari Kautto

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Kari.Kautto@metla.fi

## Risto Rikala

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Risto.Rikala@metla.fi

## Kyösti Konttinen

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Kyosti.Konttinen@metla.fi

## Aija Ryyppö

Joensuun yliopisto  
Metsätieteellinen tiedekunta  
PL 111, 80101 Joensuu  
Aija.Ryyppo@metsa.joensuu.fi

## Hannu Kukkonen

Maa- ja metsätalousministeriö  
PL 232  
00171 Helsinki  
Hannu.Kukkonen@mmm.fi

## Heikki Smolander

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Heikki.Smolander@metla.fi

## Kari Kuru

UPM-Kymmene Metsä  
Etelä-Suomen hankinta-alue  
45700 Kuusankoski  
Kari.Kuru@upm-kymmene.com

## Leo Tervo

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Leo.Tervo@metla.fi

## Sakari Lilja

Metsäntutkimuslaitos  
Vantaan tutkimuskeskus  
PL 18, 01301 Vantaa  
Sakari.Lilja@metla.fi

## Elina Vapaavuori

Metsäntutkimuslaitos  
Suonenjoen tutkimusasema  
Juntintie 40, 77600 Suonenjoki  
Elina.Vapaavuori@metla.fi

# Lukijalle

Työn tuottavuus puunkorjuussa on kasvanut viljelymetsätalouden aikakautena todella nopeasti: vuodesta 1965 se on kasvanut noin 16 kertaiseksi ja vuodesta 1980 yli nelinkertaiseksi. Vastaavaa tuottavuuskehitystä ei ole tapahtunut taimituotanto- ja istutusketjussa. Kustannusten nousu on vähentänyt metsänomistajien kiinnostusta asianmukaisten viljelytöiden suorittamiseen. Kiinnostuksen laimenemista ovat lisänneet istuttamisen onnistumiseen liittyvät riskit, joita ei vielä kukaan hallita taimituotanto- ja istutusketjussa. Riskien heikkoon hallintaan on puolestaan vaikuttanut se, että taimitarha- ja viljelytutkimus eivät ole olleet riittävän kiinteässä yhteydessä. Sama pätee myös taimituotannon ja metsänviljelyn käytäntöön.

Painetta uudentyypiseen otteeseen koko ketjua koskevassa tutkimuksessa on lisännyt myös ruotsalaisten taimituottajien yllättävän nopea tunkeutuminen Suomen markkinoille. Ruotsalaiset taimitarhat ovat kooltaan suomalaisia suurempia ja myös pitemmälle rationalisoituja. Ruotsalaiset yhtiöt ovat suomalaisia huomattavasti suurempia tuottajia, joten heillä on ollut sekä mahdollisuus että motiivi rekrytoida syvempää prosessiosaimista kuin suomalaisilla taimituottajilla on tällä hetkellä. Nämä tekijät ovat luoneet markkinoilla sellaisen mielikuvan, että ruotsalaisilla tuottajilla olisi kilpailuetua sekä hinnassa että laadussa. Taimikaupan säännöksistä johtuen ruotsalaisilla on joka tapauksessa enemmän vapausasteita kuin kotimaisilla tuottajilla.

Sekä taimikaupan vapautumisesta johtuva kilpailu että kustannuksista ja riskeistä johtuva viljelymotivaation lasku indikoivat sitä, että koko taimituotanto- istutusketjun tuottavuus ja laatu on saatava samanaikaisesti selkeään nousuun. Tämä edellyttää aiempaa tavoitteellisempaa ja myös mittavampaa panostusta alan tutkimus- ja kehitystyöhön, sillä puunhankintaketjun tuottavuuden nousu on saatu aikaan mittavalla tutkimus- ja kehitystyöllä.

Metla on profiloimassa Suonenjoen tutkimusasemaa entistä selkeämmin viljelymetsätalouden tutkimus- ja kehittämisyksiköksi. Osana tätä prosessia siirrettiin Metlan tekemä torjunta-aineiden tarkastus Suonenjoen vastuulle tehtävää ansiokkaasti Vantaalla hoitaneen Sakari Liljan jäätyä eläkkeelle. Mahdollisuuksia ottaa vastuuta puuntuotannon koko logistisen ketjun alkupään tutkimuksesta paransi ratkaisevasti asemalle saatu Metlan ja Joensuun yliopiston yhteinen metsänviljelytekniikan professorin virka.

Aseman tutkimustoiminnan tavoitteena on luoda tietopohja taimituotanto - istutus - taimikonhoitoketjun kehittämiseksi niin, että istutusten onnistumisen paraneminen ja kustannustason tuntuva lasku ovat mahdollisia samanaikaisesti. On selvää, että käytännön tuloksiin päästään vain alan toimijoiden yhteistyöllä. Yhtä selvää on, että tulevaisuudessa yhä suurempi osa kehittämisestä tehdään alalla toimivissa yrityksissä.

Tähän Taimitarhatutkimuksen vuosikirjaan 2000 on koottu viidensien Kekkilä OYJ:n ja Metlan Suonenjoen tutkimusaseman järjestämien taimitarhapäivien esitelmät ja muutamia artikkeleita, jotka eivät olleet esillä päivillä. Kiitän kirjoittajia talkoo-hengestä ja Kekkilä OYJ:tä sujuvasta yhteistyöstä tutkimustiedon välittämisessä käytännön toimijoille.

*Suonenjoella Ruotsalaisuuden päivänä 2000*

*Heikki Smolander*

# Katsaus taimitarhojen kasvinsuojeluun

Sakari Lilja

Erilaisia taimia vioittavia kasvitauteja ja tuhoeläimiä tunnettiin maassamme jo vuosikymmeniä ennen varsinaisen metsänviljely- ja taimitarhatoiminnan alkamista. Kotimaisten tutkimusten ja havaintojen lisäksi tietoa saatiin myös ulkomailta, lähinnä Keski-Euroopasta ja Pohjoismaista. Kasvintuhoojien merkitys korostui nopeasti metsänviljelyn yleistyessä 1950-luvun alussa ja taimituotantomäärien kasvaessa. Tautien ja tuholaisien lisäksi rikkakasveista ja niiden hävittämisestä tuli osa taimitarhan kasvinsuojelua.

Perustaa meillä taimien sienitautituntemukselle loivat eräät kansainvälisestikin tunnetut sienitutkijat, joista mainittakoon ennen muuta P.A. Karsten (1834-1917) ja J.I. Liro (1872-1943). Karsten kuvasi runsaasti uusia sienilajeja, niiden joukossa mm. männyntaimilla vaarallisena taudinaiheuttajana tunnetun männyntalvihomeen eli lumikaristeen aiheuttajan, *Phacidium infestans* Karst. -sienen. Liron pääasiallinen kiinnostus kohdistui ruostesieniin, joiden joukossa on myös monia puiden taudinaiheuttajia. Hän on kirjoittanut alan klassisen oppikirjan: "Tärkeimmät tuhosisenet - metsänhoitajia, maanviljelijöitä, puutarhureja sekä kasvitiedettä opiskelevia varten" (1924). Kirjassa esitellään monipuolisesti tautien aiheuttajia, sekä opastetaan käytännön kasvinsuojeluun.

Varhaisimmat havainnot puun taimien taudeista metsänhoidollisessa merkityksessä tehtiin metsien uudistusaloilta. Niistä on esittänyt tietoja mm. Elfving (1905), Kangas (1931a,b; 1937) sekä myöhemmin myös Juutinen (1962) ja Yli-Vakkuri (1969). Kujala (1950) on kerännyt ja määrittänyt laajan aineiston havuilla eläviä pikkusieniä, joista monet aiheuttavat taimilla tauteja.

Maamme taimitarhoilla ei ole systemaattisesti inventoitu tauteja tai selvitetty muiden kasvintuhoojien esiintymistä ja merkitystä. Sen sijaan eräitä yleislouhteisia katsauksia ja erillisiä tutkimuksia sienitautien ja eräiden tuhoeläinten biologiasta ja merkityksestä taimitarhan olosuhteissa on julkaistu.

Sienitautien ja rikkakasvien torjuntakokeita taimitarhalla on tehty osana torjunta-aineiden ennakkotarkastusta. Tukkimiehen tain torjunta-aineita on testattu osin taimitarhalla, mutta pääasiassa kuitenkin istutusaloilla metsässä.

Lähinnä käytännön kasvinsuojelun avuksi taimitarhoille on vuosien kuluessa valmistunut mm. seuraavia oppaita:

- Puiden taimien suojeleminen taimitarhassa. 1962. Toimittaneet E. Kangas, U. Rummukainen ja J. Simolinna. Kasvinsuojeluseuran julkaisu No 21.
- Metsänsuojeluohjeita. 1965. Toim. U. Rummukainen. KSS:n julkaisu No 31.
- Taimitarhan sienitauteja. 1983. T. Kurkela ja S. Lilja. Julkaisija Kml Tapio.
- Metsänsuojeluopas. 1983. Toim. U. Rummukainen. KSS:n julkaisu No 70.
- Metsänterveysopas. 1988. Toim. L. Jukka. Kustantaja Samerka Oy.
- Taimituho-opas. 1999. Toim. M. Poteri. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737.

Edellä mainituissa Kasvinsuojeluseuran oppaissa on käsitelty myös rikkakasveja ja niiden torjuntaa. Lisäksi voidaan mainita seuraavat rikkakasveja käsittelevät julkaisut:

- Rikkakasvien kemiallinen torjunta. 1990. J. Mukula ja J. Salonen KSS:n julkaisu No 81.
- Rikkakasvikuvasto. 1991. M. Raatikainen. (toim. J. Sillanpää). KSS:n julkaisu No 82.

Lisäksi nykyisin tietoa on koottu nettisivuille, kuten:

- tuhojen aiheuttajista: • <http://www.metla.fi/sirex/>  
• <http://www.skogsskada.slu.se/>
- torjunta-aineista lähinaapureissa: • <http://www.kemi.se/>  
• <http://www.Landbrukstilsynet.no/>

## Yleisimmistä taimituhoista

### Männynmalvhome eli lumikariste

Karsten kuvasi lumikaristesienen jo vuonna 1886 teoksessa *Fragmenta mycologica*. Sienen ja taudin kehityskulkua ja torjuntamahdollisuuksia ovat tutkineet perusteellisesti mm. ruotsalaiset Lagerberg (1912) ja Björkman (1948). Laajoissa tutkimuksissaan 1940-luvulla Björkman selvitti pääpiirteissään taudinkulun ja aiheuttajasienen ympäristövaatimukset (lämpötila, kosteus, ravinteet, pH). Hänellä oli myös torjuntakokeita ja mäntyalkuperien kestävyysvertailuja.

E.A. Jamalaisen Suomessa 1950-luvulla taimitarhoilta kokoaman tiedon perusteella voitiin todeta, että suuressa osassa maata tauti vaaransi männynmetsien tuotannon taimitarhoilla (Jamalainen 1956). Tuhoja ei ollut joka vuosi, mutta pahimmillaan

ne joinakin vuosina hävittivät pääosan tarhojen mäntykasvustoista. Jamalainen teki meillä myös ensimmäiset lumikaristeen torjuntakokeet, joiden tuloksena otettiin käyttöön syksyiset kasvustojen käsittelyt PCNB –fungisidilla (Jamalainen 1961). Torjunnan avulla tauti pystyttiin pitämään kurissa seuraavien vuosikymmenien ajan. Myöhemmin sienen syksyllä tapahtuvaan itiötuotantoon vaikuttavia tekijöitä on tutkinut Kurkela (1993a,b).

## Männynkariste

Lirolla on männyn karistetaudista (*Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev.) yksityiskohtainen kuvaus. Torjunnasta hän toteaa, että “meikäläisissä oloissa ei nähtävästi ole syytä ryhtyä erityisiin toimenpiteisiin karistesientä vastaan. Mutta Keski-Euroopassa näyttää asia olevan toinen. Sikäläisissä taimitarhoissa ja istutuksissa torjutaan karistesieni kuparikalkkiseoksella”. Liron otaksuma taudin vaarattomuudesta meillä osoittautui myöhemmin liian optimistiseksi. Jo 1950-luvun alkupuolella tehdyissä tutkimuksissaan E.A. Jamalainen totesi, että männynkariste aiheutti suurta vahinkoa Leksvallin taimitarhassa Tammissaarella ja muissa Etelä-Suomen taimitarhoissa vuosina 1953 ja 1954 (Jamalainen 1956). Hän järjesti torjuntakokeita fungisideilla Leksvallin taimitarhalla. Niissä tauti pystyttiin estämään kuparikalkilla ja zinebillä. Heikkotehoisia männynkaristetta vastaan olivat mm. tiraami, PCNB ja rikkikalkki, joka myös aiheutti vioitusta neulasissa. Jamalaisen koetuloksiin perustuen männyn taimikasvatus sai huomattavaa lisävarmuutta. Zinebin ohella tuli myöhemmin käyttöön manebi.

Kurkela (1979) on kuvannut toista männynkariste-epidemiaa 1970-luvun puolivälissä. Tuolloin hän totesi, että myös Suomessa tautia aiheuttaa *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar -sieni, joka oli erotettu omaksi lajikseen toisesta *L. pinastri* -lajista.

## Versosurma

*Gremmeniella abietina* (Lagerb). Morelet –sieni on versosurman - aikaisemmin versosyövän – aiheuttaja, joka kuvattiin vuosisadan alkupuolella nuorien kuusikoiden latvoja kuivattavana sienenä. Myöhemmin sen on todettu aiheuttavan pahimmat tuhonsa männyllä. Myös meillä se on aiheuttanut laajaa tuhoa eri-ikäisissä männiköissä ja taimitarhojen mäntykasvustoissa, mutta sitä on esiintynyt myös kuusen versoissa. Taimitarhoilla versosurmaa torjutaan ennakkotorjuntana samanaikaisesti männynkaristeen kanssa.

## Harmaahome

*Botrytis cinerea* Pers. ex Nocca & Ballris –sieni eli harmaa-homeen aiheuttaja kuvattiin jo vuonna 1729. *Botrytis*-sieni on eräs tutkituimpia sieniä maailmassa, ja se tunnetaan merkittävänä taudinaiheuttajana lauhkeassa vyöhykkeessä monilla kasvilajeilla vihanneksista puiden taimiin. Se aiheuttaa tuhoja myös kasvituohteissa ja varastoissa. Sieni sietää alhaisia lämpötiloja ja sillä on nopea ja runsas itiötuotanto sekä muuntelukyky, mikä on haittana torjunnassa.

## Tukkimiehentäi

Tukkimiehentäi (*Hylobius abietis* L.) on kärsäkkäisiin kuuluva kovakuoriainen. Se on meillä merkittävin istutustaimien hyönteistuholainen. Aikuiset hyönteiset talvehtivat maan pintaosissa. Ne lähtevät liikkeelle keväällä, kun lämpötila lähestyy 10 °C ja valmistautuvat parveiluun. Kun ilman lämpötila on noussut n. 15 °C:een, lentäminen voi alkaa, mutta varsinaisen parveilun alkaminen vaatii muutaman lämpimän päivän ja hyvä onnistuminen yli 20 °C päivälämpötilaa. Meillä parveilu ajoittuu tavallisesti toukokuun lopulle tai kesäkuun alkupuolelle. Hyönteinen hakeutuu munimaan pääasiassa tuoreiden havupuun kantojen juurien pintaosiin, joskus myös kuolevien puiden juuriin, maan kanssa kosketuksissa oleviin runkoihin tai kuorikasoihin. Yhdessä suuressa kannossa voi elää jopa yli 300 toukkaa. Hyönteisen kehitys muninnasta munintaan kestää maan eteläosissa 2 v., keskiosissa 2-3 v., pohjoisessa vielä tätä enemmän. Männyssä kehitys voi olla nopeampaa kuin kuusessa, samoin avoimella, lämpimällä paikalla verrattuna varjoisaan. Lisäantymispaikkoihin hakeutuessaan aikuiset hyönteiset nakertelevat havupuun taimien kuorta, ja tällä syönnillään ne aiheuttavat merkittäviä taimituhoja.

### **Tukkimiehentäin tuhojen vähentämiskeinoja**

A. Uudistamiseen liittyviä menettelyjä:

- Istutuksen viivästyttäminen tai siirtäminen. Paakkutaimien käytöllä on mahdollisuus siirtää istutusta kevästä myöhemmälle kasvukauteen. Tuoreilla hakkuualoilla tästä ei kuitenkaan ole riittävästi apua, vaan vuosiviivytyksillä on suurempi merkitys.
- Muokkaus. Muokkauksen tulee olla riittävä (koneellinen). Örländerin ja Nilssonin (1999) mukaan eräässä ruotsalaisaineistossa mätästetyllä uudistusalueella elossa oli keskimäärin 80 % kuusentaimista ja muokkaamattomalla kontrollialueella vain 34 %.

- Istutus kookkailla taimilla. Istutuskohta laikussa on valittava niin, että taimi ei tule aivan lähelle humusta.
- Suojuspuuston käyttö
- Pintakasvillisuus ja hakkuutähteet ?
- Uudistusalojen riskiluokitus

B. Mekaaniset torjuntakeinot erilaisten taimisuojien tai taimien vahauksen avulla.

Ruotsissa on aktiivista koetoimintaa käynnissä, koska realististen torjuntavaihtoehtojen hakemisella heillä on kiire.

C. Taimien käsittely insektisideillä.

Suomessa on markkinoilla permetriinin ohella muitakin synteettisiä pyretroideja ja lisäksi muitakin vaihtoehtoisia valmisteita on torjunta-ainekokeissa. Permetriini jää pois EU:n alueelta lähivuosina, sillä uudempia korvaavia on tulossa. Permetriinin käytön kielloista ei Suomessa ainakaan toistaiseksi ole keskusteltu.

Seuraavassa taulukossa on koottu tietoja sekä aikaisemmin käytettyjen että vielä käytössä olevien torjunta-aineiden rekisteröinnistä.

## Sienitaudit

### Tehoaine

<i>Zinebi</i>	1953 – 1990	
<i>Kupari</i>	1958 =>	muita käyttökohteita jo aikaisemmin
<i>Manebi</i>	1969 =>	käytännössä kauppa jo loppunut
<i>PCNB</i>	1956 – 1991	Avicol, Brassicol
<i>Oksikarboksiini</i>	1974 – 1985	kestävää koivunruostetta ilmaantui
<i>Benomyyli</i>	1971 – 1997	Benlate
<i>Tiraami</i>	1962 =>	Tiraami 50, siemenen peittäys
<i>Vinklotsoliini</i>	1980 – 1996	Ronilan
<i>Klorotaloniili</i>	1993 =>	Bravo 500

## Tuhoeläimet

### Tehoaine

<i>DDT</i>	1953 - 1974	Markkinoilla jo 40 -luvulla
<i>Lindaani</i>	1961 - 1985	Markkinoilla jo 50 -luvulla
<i>Tiokinoksi</i>	1968 - 1981	Eradex, punkkien torjuntaan
<i>Dikofoli</i>	1969 - 1991	Kelthane W, punkkien torjuntaan
<i>Karkotusöljy Daphne ja syklopentadieeni-polym.</i>	1986 =>	Ersa, nisäkäskarkote
<i>Sypermetriini</i>	1986 - 1999	Ripcord
<i>Permetriini</i>	1984 =>	Ambush, F-permetriini, Gori 920 (eri vuosina)
<i>Deltametriini</i>	1986 =>	Decis 25 EC, Decis Tab. (1999)
<i>Alfa-sypermetriini</i>	1996 =>	Fastac

---

## Rikkakasvit

### Tehoaine

<i>Atratsiini</i>	1962 - 1990	Gesaprim 50
<i>Terbutylatsiini</i>	1976 - 1998	Gardoprim 80 ja -neste
<i>Heksatsinoni</i>	1981 - 1999	Velpar L
<i>Parakvatti</i>	1963 - 1986	Gramoxone
<i>Dikvatti</i>	1961 =>	Reglone
<i>Glyfosaatti</i>	1977 =>	Roundup ym.
<i>Primisulfuroni</i>	1996 =>	Tell 75 WG

---

## Nykytilanteesta ja lähitulevaisuudesta

### Sienitautien torjunta-aineista

Tiraami on nykyisellään hyväksytty siemenen peittäusaineeksi tarkoituksena torjua siementen ja itämisvaiheen sienitauteja, jotka ilmenevät puutteellisena itämisenä tai taimipoltteena. Peittauksen antama suoja ei kuitenkaan ole pitkäaikainen, eikä se estä itämisvaiheen jälkeen maan kautta leviäviä tai kasvu-alustan pinnalla eläviä taudinaiheuttajia. Kylvösten myöhempään fungisidikasteluun tai -ruiskutukseen taimivaiheen sienitautien torjumiseksi metsätaimitarhoilla ei aineita ole rekisteröity. Mikäli riskit ovat vähäiset, ei peittämisellä eikä kylvösten käsittelyllä mitään voiteta. Pienet sirkkataimet voivat olla herkkiä vioittumaan ja summittaista fungisidikäsitteilyä ei tarkoitukseen kokeilemattomilla aineilla kannata tehdä. Jos käytettävissä on terve siemen ja hyvälaatuinen turve, kuten useimmiten nykyisin on, niin itämis- ja alkuvaiheen taudit eivät yleensä liene aiheuttaneet merkittäviä tappioita. Jos kasvatus käynnistyy yksisiemenkylvönä, merkitsee tyhjäksi jäänyt tila kuitenkin aikaisempaa suurempaa kustannusta ja tappioihin joudutaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota. Käsitteilyjen turvallisuus ja hyöty kannattaa kuitenkin varmistaa hankkimalla tietoja saatavilla olevista fungisideista ja tarvittaessa tekemällä aloitteita uusien käyttökohteiden rekisteröimiseksi.

Amistar -valmisteen tehoaine *atsoksistrobiini* on hyväksytty EU:n yhteiseen tehoaineiden luetteloon (positiiviluetteloon). Suomessa valmiste on äskettäin hyväksytty härmän, ruoste-tautien ja monien laikkutautien torjuntaan viljoilla, Ruotsissa vähän aikaisemmin samoin viljojen taudeille sekä metsätaimitarhoille, missä heillä on ollut akuutti tarve männyntaimien tautien

torjunnassa. Maahantuojalta saadun tiedon mukaan käyttökohteista Ruotsissa poistetaan kuitenkin valmistajan aloitteesta metsätaimiharhat. Meillä Amistar on ollut alustavissa kokeissa myös taimitarhoilla.

Bravo 500 markkinointi päättyy meillä maahantuojalta saatujen ennakkotietojen mukaan 23.4.2001 nykyisen rekisteröinnin päättyessä. Tällä on huomattava merkitys meillä lähinnä männyn taimien tautien torjunnassa. Uusien vaihtoehtojen hakeminen on kiireinen tehtävä.

Shirlan tehoa moniin kasvitauteihin. Meillä se on hyväksytty perunaruton torjuntaan, ja säilyy toistaiseksi markkinoilla. Hyviä tuloksia on saatu lumikaristeen eli männyn talvihomeen torjuntakokeissa. Myös männynkaristeeseen ja koivun versolaikkuihin on rekisteröintihakemus valmisteltavana.

Aliette 80 WG tunnetaan leväsieniin (*Phytophthora*, *Pero-nospora*) tehoavana systeemisena fungisidinä. Sillä on torjuttu myös *Pythium*, *Rhizoctonia* ja *Fusarium* -sieniä sekä muita taimipolteen aiheuttajia. Se on hyväksytty meillä avomaankurkun ja mesimarjan lehtihomeen, mansikan tyvimädän ja koristekasvien juuristotautien torjuntaan. Maahantuoja tulee hakemaan käyttöä myös metsätaimitarhoille.

Bayleton 25:n rekisteröinti päättyy 18.1.2002, jonka jälkeen sitä ei ennakkotietojen mukaan enää uusita. Ruosteiden torjunta-aineista tuskin tulee puutetta. Koivun ja männyn taimille parhaiten sopivat ruostetautien torjunta-aineet on kuitenkin kokeiltava, ja ehdotukset perusteluineen uusista käyttökohteista on esitettävä ajoissa hyväksyntää ja rekisteröintiä varten.

## Tuhoeläinten torjunta-aineista

Decis Tab on hyväksytty äskettäin taimien käsittelyyn. Tehoaine on sama *deltametriini* kuin vanhassa Decis EC 25 valmisteessa. Tarkastuskokeissa ei niiden tehoissa ollut mainittavia eroja.

Karate Zeon on synteettinen pyretroidi. Alustavissa kokeissa sillä on saatu erittäin hyviä tuloksia taimien suojauksessa tukkimiehentäin tuhoilta, eikä haittoja taimille ollut havaittavissa.

Punkkien ja kirvojen torjunta-aineista on muutamia hake-muksia, mutta taimitarhoja koskeviin päätöksiin tarvittava aineisto ei vielä ole valmiina.

Nisäkäskarkotteista Ersä jäänee lähiaikoina pois markkinoilta, kun samalta markkinoijalta tulee tilalle toinen, mutta toistaiseksi vain hirvieläinten karkottamiseen hyväksyttävä valmiste, Mota-karkote.

## Lainsäädännöstä ja tarkastuksesta

Parhailtaan on jälleen käynnissä torjunta-ainelainsäädännön muutostarpeiden selvittäminen. MMM on asettanut tätä varten viime vuoden syyskuussa työryhmän, joka on ottanut nimekseen Torjunta-ainelainsäädännön kehittämistyöryhmä (TOKETY). Työryhmän tulee selvittää myös torjunta-aineiden vaihtoehdot torjunta-aineiden hyväksymis- ja rekisteröimisjärjestelmän kehittämiseksi.

Työryhmän tulee saada työnsä valmiiksi 30.4.2001 mennessä ja ehdotukset lainsäädäntömuutoksiksi jo 31.6.2000 mennessä.

Työryhmä tulee tässä vaiheessa jättämään vain kiireelliset muutosehdotukset. Lähtitulevaisuudessa on edessä torjunta-ainelain kokonaisuudistus, jolloin yhtenä mahdollisuutena on kirjoittaa kokonaan uusi laki kasvinsuojeluaineista. Samanaikaisesti on tarkoitus selvittää vaihtoehdot aineiden hyväksymis- ja rekisteröimisjärjestelmän kehittämisestä.

Kun Metla velvoitettiin 1970-luvun lopulla osallistumaan torjunta-aineiden ennakkotarkastukseen, sijoitettiin tehtävä keskusyksikköön Helsinkiin. Tehtävää on viime vuosina hoidettu hankkeen muodossa vastuututkijan sijoituspaikkana Vantaan tutkimuskeskus. Keväällä tehdyn päätöksen mukaan tehtävä siirretään Suomenjoen tutkimusasemalle ja hankkeen vastuututkijana aloittaa Marja Poteri, joka hoitaa torjunta-ainetehtäviä yhdessä tutkija Heli Viirin kanssa.

## Kirjallisuus

- Björkman, E. 1948. Studier över snöskyttesvampens (*Phacidium infestans* Karst.) biologi samt metoder för snöskyttets-bekämpande. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut. Band 37:2. 136 s.
- Elfving, K.O. 1905. Sjukdomar och sjukdomsorsaker i skogskulturer. Suomen Metsänhoitoyhd. Julk. 22:82-134.
- Jamalainen, E.A. 1956. Männyn karisteen torjunta Leksvallin taimitarhassa 1956. *Silva Fennica* 88.2.
- 1961. Havupuiden taimistojen talvituhosienivauriot ja niiden kemiallinen torjunta. *Silva Fennica* 108(4), 15 s.
- Juutinen, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 54(5):1-80.
- Kangas, E. 1931a. Siikakankaan mäntytaimistojen tuhoista. *Silva Fennica* 17:1-107.

- 1931b. Karistetautivaaran merkityksestä metsänviljelymenetelmää valittaessa. *Metsätaloudellinen Aikakauskirja* 48:97-99.
  - 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuholaisista ja niiden merkityksestä. *Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja* 24:1-237.
- Karsten, P.A. 1886. *Fragmenta mycologica XXI*. *Hedvigia* 25, 232 s.
- Kujala, V. 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fennica* 38(4), 121 s.
- Kurkela, T. 1979. *Lophodermium seditiosum* Minter et al. -sienen esiintyminen männynkaristeen yhteydessä. *Folia Forestalia* 393:1-11.
- 1993a. Production and release of ascospores by *Phacidium infestans*, a snow blight fungus on Scots pine. Julkaisussa Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M-L. (toim.). *Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forest pathology in Lapland, Finland, 3-7 August, 1992*. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 451:139-144.
  - 1993b. Sieni-itiöiden leviäminen. *Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja* 460:65-69.
- Lagerberg, T. 1912. Studier över den norrländska tallens sjukdomar, särskildt med hänsyn till dess föryngring. *Skogsvårdsför. tidskrift* 10:291-326.
- Liro, J. I. 1924. Tärkeimmät tuhosienet : metsänhoitajia, maanviljelijöitä, puutarhureja sekä kasvitiedettä opiskelevia varten. Helsinki. Otava. 2. p. 405 s.
- Yli-Vakkuri, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun. *Moniste*, 92 s.
- Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 341-354.

# Metsänviljelyaineiston kaupan uusi direktiivi taimikaupan kannalta

*Hannu Kukkonen*

## Yleistä

Suomen EU-puheenjohtajakauden aikana saatettiin loppuun lähes viisi vuotta vireillä ollut metsänviljelyaineiston kaupan direktiiviuudistus neuvoston hyväksyessä 22.12.1999 uuden direktiivin metsänviljelyaineiston pitämisestä kaupan (1999/105/EY, Euroopan yhteisöjen virallinen lehti nro 11, 15.1.2000, ss. 17-40). Direktiivi tuli voimaan 15.1.2000 ja jäsenmaiden on muutettava kansallisen lainsäädäntönsä sen mukaiseksi viimeistään vuoden 2003 alusta lukien. Suomessa direktiivi on tarkoitus panna täytäntöön 1.1.2002, Ruotsissa ennakkotietojen mukaan jo vuoden 2001 alusta lukien.

Direktiiviuudistukselle asetetut keskeiset tavoitteet toteutuivat hyvin. Vanhan direktiivin alkuperäluokitusta muutettiin siten, että metsikkösiementen hankinta ja markkinointi on jatkossakin mahdollista. Lisäksi direktiivin siirtymäsäännökset antavat mahdollisuuden käyttää loppuun ennen direktiivin täytäntöönpanoa hankitut siemen- ja taimivarastot. Samalla on kuitenkin todettava, että direktiivin myötä siemen- ja taimituotannon viranomaissääntely ja -valvonta tulee kasvamaan selvästi nykyisestä näin hallinnon kustannuksia.

Tässä esityksessä tarkastellaan uuden direktiivin sisältöä ja sen täytäntöönpanon merkitystä erityisesti taimituotannon ja -kaupan ja niiden valvonnan näkökulmasta.

## Direktiivin keskeinen sisältö

### Soveltamisala

Direktiiviä sovelletaan metsänviljelyaineiston tuotantoon kaupan pitämiseksi ja kaupan pitämiseen, erityisesti sen liitteessä I lueteltuihin puulajeihin ja niiden keinokeisoihin risteymiin. Liitteeseen on otettu ne puulajit, jotka ovat tärkeitä vähintään kahden jäsenmaan metsätaloudessa. Kaikki meillä metsätaloudessa käytettävät puulajit sisältyvät liitteeseen. Direktiiviä

sovelletaan kaikkien liitteessä mainittujen lajien siemenhankintaan, myös silloin kun siemenet käytetään muuhun kuin metsätaloustalouteen. Direktiiviä ei kuitenkaan sovelleta taimiin, jotka on todistettu tarkoitettu muuhun kuin metsätaloustalouteen tai vientiin tai jälleenvientiin kolmansiin maihin. Metsäpuiden taimituotannolle ei näistä määräyksistä aiheudu suurta muutosta nykytilanteeseen verrattuna.

## Aineiston alkuperäluokitus

Direktiivin metsänviljelyaineiston luokitus poikkeaa meillä nykyisin sovellettavasta luokitukselta. Uudet alkuperäluokat ja niiden vastaavuus nykyisessä luokituksessa (suluissa) on seuraava: 1) siemenlähde tunnettu (B4, B3), 2) valikoitu (B1, B2), 3) alustavasti testattu (A2, A3), ja 4) testattu (A1).

## Taimien laatu

Taimien laadulle on asetettu vain hyvin yleisiä vaatimuksia. Direktiivin mukaan taimien on oltava myyntikelpoisia, ja myyntikelpoisuus tulee määrittellä taimien yleisten ominaisuuksien, terveyden, elinkelpoisuuden ja fysiologisen laadun perusteella. Jäsenmaat saavat halutessaan edellyttää lisävaatimuksia tai tiukempia vaatimuksia oman maansa taimituotannolta, toisin sanoen kansalliset laatuvaatimukset ovat jatkossakin mahdollisia. Toisista jäsenmaista tuotavilta taimilta ei sen sijaan voida vaatia kuin kyseisen jäsenmaan asettamien laatuvaatimusten täyttämistä.

## Taimien ostajalle annettavat tiedot

Myös taimierästä annettavat tiedot tulevat muuttamaan. Taimierän mukana tulee olla etiketti tai muu asiakirja, josta käyvät ilmi seuraavat tiedot: kantatodistuskoodi ja numero, lajinimi, luokka, käyttötarkoitus, perusmateriaalin tyyppi, rekisteriviite tai lähtöisyysalueen tunnustekoodi, lähtöisyysalue, tarvittaessa merkintä ”alkuperäinen, luontainen tai tuntematon alkuperä”, siementen tuleentumisvuosi, taimien ikä ja tyyppi, tarvittaessa GMO- tai kasvullisen lisäyksen merkintä, toimittajan nimi, ja taimien määrä. Direktiivistä puuttuvia, mutta meillä tärkeäksi katsottavia tietoja voidaan tarvittaessa jatkossakin vaatia annettavaksi kotimaassa tuotetuista taimista. Nykyisistä tiedoista ainakin siemenviljelysalkuperää olevien taimien käyttöalueen ilmoittaminen taimien ostajille on varmaan tarpeen jatkossakin. Taimien tuottajille muutokset aiheuttavat ainakin siirtymävaiheessa lisäkustannuksia tietojärjestelmien ja lomakkeiden uudistamisesta johtuen.

## Markkinointirajoitukset

Direktiivin vaatimukset täyttävät taimierät saavat liikkua yhteisön sisällä vapaasti. Taimien myyntiä loppukäyttäjille jäsenmaa voi kuitenkin rajoittaa komission luvalla. Se voidaan myöntää, mikäli on syytä olettaa, että joko aineiston käytöllä olisi sen sopimatoman alkuperän tai taimien muiden ominaisuuksien (ulkoiset, fysiologiset) vuoksi haitallisia vaikutuksia metsätaloudelle, ympäristölle, geenivaroille tai luonnon monimuotoisuudelle kyseisessä jäsenmaassa tai sen osassa. Lähes vastaava kielto-mahdollisuus on ollut aikaisemminkin olemassa, mutta mikään jäsenmaa ei ole sitä halunnut käyttää.

## Tuonti EU:n ulkopuolelta

Metsänviljelyaineiston tuonti EU:n ulkopuolisista maista on uuden direktiivin täytäntöönpanon jälkeen mahdollista vain komission poikkeusluvalla. Nykyisinhän tuontiluvan myöntää meillä maa- ja metsätalousministeriö ilman, että komissio puuttuu asiaan. Komission luvan saaminen taimien tuonnille on osoittautunut hyvin vaikeaksi, siementen tuontiin on sen sijaan suhtauduttu myönteisemmin. Todennäköistä on, että poikkeuslupien saanti nimenomaan taimien tuonnille ei tule helpommaksi jatkosakaan.

## Taimikaupan valvonta

Kunkin jäsenmaan tulee virallisella tarkastusjärjestelmällä varmistaa, että metsänviljelyaineistoerät ovat tunnistettavissa siemenhankinnasta loppukäyttäjälle saakka. Taimien tuottajat on rekisteröitävä, ja tuottajien virallisia tarkastuksia on suoritettava säännöllisesti. Tarkastusten määrä on jäsenmaiden harkinnassa. Tarkastukset tulee kohdistaa sekä tuotantovaiheeseen että taimien kauppaan ja alkuperän ohella myös taimien laatuun. Nykyisin pääsääntöisesti nostolajitteluun kohdistuvien taimitarhatarkastusten laajentaminen taimien tuotantovaiheeseen tuo mukanaan runsaasti lisätyötä tarkastusviranomaisille ja jossain määrin myös taimien tuottajille. Lisäksi komissio voi halutessaan tehdä tarkastuksia, jotka kohdistunevat kuitenkin ensisijassa jäsenmaan valvontajärjestelyjen direktiivin mukaisuuteen.

# Direktiivin täytäntöönpano

Uuden direktiivin täytäntöönpano edellyttää metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan lainsäädännön uudistamista kokonaisuudessaan. Sen valmistelua varten ministeriö tulee asettamaan työryhmän. Työn kestäessä on ratkottava monia teknis-hallinnollisia kysymyksiä, mutta myös joitakin laajempia ja periaatteellisia ratkaisuja tullaan tekemään. Nykyisin ministeriön metsäosaston ja osaksi Metsäntutkimuslaitoksen hoitamat viranomaistehtävät ja valvonta joudutaan järjestämään uudelleen. Direktiiviä tiukempien tai täydentävien kansallisten määräysten tarve tullaan myös selvittämään. Erityisesti tämä koskee taimien laatuvaatimuksia, jotka meillä ovat poikkeuksellisen yksityiskohtaiset muihin jäsenmaihin verrattuna.

## Liite I : Puulajiluettelo

<i>Abies alba</i> Mill.	<i>Pinus canariensis</i> C. Smith
<i>Abies cephalonica</i> Loud.	<i>Pinus cembra</i> L.
<i>Abies grandis</i> Lindl.	<i>Pinus contorta</i> Loud.
<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	<i>Pinus halepensis</i> Mill.
<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Pinus leucodermis</i> Antoine
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	<i>Pinus nigra</i> Arnold
<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.	<i>Pinus pinaster</i> Ait.
<i>Alnus incana</i> Moench.	<i>Pinus pinea</i> L.
<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Pinus radiata</i> D. Don
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Populus spp.</i> ja näiden lajien väliset keinotekoiset risteymät
<i>Castanea sativa</i> Mill.	<i>Prunus avium</i> L.
<i>Cedrus atlantica</i> Carr.	<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco
<i>Cedrus libani</i> A. Richard	<i>Quercus cerris</i> L.
<i>Fagus sylvatica</i> L.	<i>Quercus ilex</i> L.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	<i>Quercus petraea</i> Liebl.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.
<i>Larix decidua</i> Mill.	<i>Quercus robur</i> L.
<i>Larix x eurolepis</i> Henry	<i>Quercus rubra</i> L.
<i>Larix kaempferi</i> Carr.	<i>Quercus suber</i> L.
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
<i>Picea abies</i> Karst.	<i>Tilia cordata</i> Mill.
<i>Picea sitchensis</i> Carr.	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.
<i>Pinus brutia</i> Ten.	

# Käytännön metsänviljelyn ongelmat, toiveet ja odotukset

*Aarne Hankala*

Kansallinen metsäohjelma, sen alueelliset ohjelmaversiot, meillä on sertifiointi, sen edellyttämät laatu järjestelmät ja metsänhoitosuosituksen tarkistushankkeet yhdistettyinä uusiin yksityiskohtaisiin sääntöihin ovat omiaan luomassa järjestelmää, jossa metsänviljely johtaa hyvin nuoriin metsiin.

Pääosa metsänviljelystä on mennyt ja menee ongelmitta, ja sitä paremmin mitä sitoutuneempia ja yhteistyökykyisempiä metsänviljelyä toteuttavat ja materiaalia tuottavat ihmiset ovat metsänomistajasta eri metsätoimihenkilöihin. Kun metsänviljelyn ongelmakohtia on pyydetty tarkastelemaan, niin niitäkin sentään löytyy. Siihen toimijoiden ketjuun, mikä metsänviljelyn ympärillä työskentelee, mahtuu puolensataa eri vaiheen työntekijää ja toimihenkilöä ja niin myös ongelmia.

## Uudistamissuunnitelmasta kaikki lähtee

Huolellinen ja uudistamisen metsänhoidollisiin periaatteisiin nojaava uudistamissuunnitelma ei yleensä johda epäonnistumiseen. Hyvän lähtökohdan uudistamissuunnitelmalle muodostaa metsäsuunnitelma. Siinä on esitetty sekä asianmukaiset metsänuudistamisketjut että myös metsikkökuvion muoto ja rajaukset. Metsäkeskus vastaa osaltaan työn laadusta.

Viime vuosiin asti laadittiin huolellinen uudistamissuunnitelma, joka tarkastettiin ja hyväksyttiin sekä myös tarvittaessa korjattiin. Näin muodostui metsäkeskukseen kattava hanke rekisterikanta, josta voitiin laatia vuosiohjelmat niin maamuokasta kuin viljelymateriaalin hankkimista varten. Hakkuiden eteneminen tiedettiin yleensä metsäkeskuksessa ja metsänhoitoyhdistyksissä.

Nytemmin metsänkäyttöilmoitukseen sisällytetty uudistamissuunnitelma ei varmista sitä, että esitettävä uudistamisketju on asianmukainen. Metsänkäyttöilmoitus on helppo täyttää, mutta se ei anna varmaa tietoa, että leimikkoo ja puukauppaa tehtäessä on kiinnitetty huomiota uudistamissuunnitelman laatuun. Tilanne on huolestuttava, jos puukaupan syntyminen on

saatu aikaan uudistamissuunnitelman laadusta tinkien. Sitä ei paranna, jos tarkastaja joutuu vaatimaan korjausta.

Eräs kokenut tarkastaja arvioi, että ainakin 10-15 % metsänkäyttöilmoituksista on hataria. Väärien tilatietojen osuus on 5 %: kuvion numero ei täsmää metsäsuunnitelmaan, maapohjatiedot on mitä sattuu, maanmuokkaus on jätetty pois tai aiheettomasti kevennetty, raivauksen poisjättämisellä on pyritty korostamaan monimuotoisuutta jne. Muokkauksen puuttuminen on sitä harvemmin perusteltu, mitä pohjoisemmaksi mennään.

Tänä vuonna on alkanut tulla kuusikoiden luontaisen uudistamisen suunnitelmia kymmenin hehtaarein. Kun viime kesänä samoissa kunnissa etsittiin luontaisen kuusen uudistamisen koulutuskohdetta, niin kahdesta pitäjstä niitä löytyi vain pari. Tältä osin ei voi olla tähdentämättä metsämiesmoraalia. Ammattitaito yleensä riittää oikeaan ratkaisuun. Jos ei riitä, niin aina löytyy henkilö, joka tarkastus- tai toteutusvastuullisena opastaa. Lipsumalla uudistamisen periaatteista jätetään vastuu perässä tuleville omaa hetkellistä etua tavoitellen.

## Rästit

Metsälakien muutokset lähtivät vapauksia korostavalle linjalle. Se johti vakuustalletuksista luopumiseen. Siitä seurasi uudistamisrästien syntyminen. Viisi vuotta vanhoja uudistamattomia aloja oli 180 000 ha eli reilu yhden vuoden viljelymäärä tavanomaisen vuositavoitteen lisäksi. Tätä rästäiä suunnitellaan purettavaksi 'Huomisen metsät' kampanjalla.

Nämä olivat vanhoja hankkeita. Metsälain muutoksen aiheuttamat uudistamisen viivästymiset ovat vielä realisoitumatta. Viiden vuoden määräaika uudistushakkuun aloittamisesta tai kolmen vuoden määräaika uudistushakkuun päättymisestä taimikon perustamistoimenpiteiden loppuun saattamiseen ei ole vielä täydellä painolla rästeinä näkyvissä. Ongelmana on rahoitusvaikeuksien vuoksi syntyneet rästit.

On selvä, että metsänhoitoyhdistykset ovat metsänomistajan asialla, mutta nekään eivät voi konkurssissa olevalle metsänomistajalle toteutusapua antaa.

Metsänhoidollisesti on rästien osalta, olivatpa ne syntyneet uuden tai vanhan lain aikana, menetetty otollisin uudistamisen ajankohta. Uudistamisketjua pitää järeyttää ja toisaalta on menetetty uudistamisen myötä ehkä satakunta markkaa hehtaaria ja vuotta kohden. Molemmat ovat jonkun menetyksiä. Viime kädessä hakkuumahdollisuudet vähenevät pitkällä tähtäyksellä.

Edellä oleva yhteenlaskien seuraa se, että ei ole riittävän täsmällistä tietoa siitä, minkä verran uudistamismateriaalia vuosittain tarvitaan. Kun ei tiedetä, ei sitä myöskään tilata. Rästejä syntyy myös täten lisää. Taimentuottaja ei voi tuottaa taimia enempää kuin niitä tilataan. Metsätalouden suunnitelmallinen hoitaminen näinollen ontuu.

## Metsän uudistamistyöt

Maanmuokkauksella voidaan monta muuta laiminlyöntiä ja kevennystä korvata. Uudistamisalojen vesien suojeleminen hakee vielä monin paikoin toteuttajaansa. Se vaatisi oman suunnittelunsa ojiineen, lietekuoppineen ja muine vesiensuojelurakenteineen.

Erikoistapauksessa on helpostikin päästy hyvään uudistamistulokseen. Maanmuokkaus ja vesien poisjohtaminen saattaa olla heiveröistä. Maanmuokkauksen tärkeys korostuu etelästä pohjoiseen ja karkearakeisilta mailta hienojakoisille mentäessä. Käytäntö ja asiantuntemus eivät aina kohtaa.

Maanmuokkauksen laatu on nykyään keskimäärin hyvä, ja perustuu paljolti hyvään kalustoon sekä ammattitaitoon. Maanmuokkauksella laatu paranee vielä joissakin tapauksissa sillä, että paljon hakkuutahteita sisältävällä alueella odotetaan hakkuun jälkeen yksi vuosi (tämä koskee erityisesti äestystä). Äestystä tehdään myöhään syksyyn, joka houkuttelee männyn syyskylvöihin. Epäonnistumisen riski on syyskylvöissä kuitenkin olemassa verrattuna kevätkylvöihin.

Jos oli lipsumista suunnitelmien laadinnassa, samaa näkyy olevan viljelysuunnitelmien toteuttamisessa. Kylvöstä on pyrkimys luontaiseen uudistamiseen, istutuksesta kylvöön jne. Kuusen istutus ei näytä lisääntyvän maan viljavuuden mahdollistamassa laajuudessa. Halla ei ole viime aikoina tehnyt tuhoja. Sanotaankin, että halla tulee kerran kymmenessä vuodessa niin voimakkaana, että siinä ei verhopuusto auta. Kunnollinen mätästävä muokkaus johtaisi nopeampaan taimettumisen varmistumiseen.

Kylvö edustaa noin 30 % metsänviljelyalasta. Kylvön suhteen on havaittu, että kuusen kylvö (2 % metsänviljelyalasta) voi johtaa pienialaisena hyvään tulokseen.

Koivun kylvön (5 %) tulos ei rohkaise jatkamaan. Koivun uudistusaloilla, joiden tulee olla viljavia karkearakeisia rinne- maita, kylvö- tai luonnontaimet tukehtuvat pintakasvillisuuteen, olipa maata paljastettu miten paljon tahansa. Konekylvö tuntuu houkuttavan tilapäisiin kustannussäästöihin. Niissä siemen varisee kivirakkaan, tai kylvökoneen kylvösuutin heiluu muokkausvanan ulkopuolella. Konekylvöstä on muodostunut ongelma. Tällöin on varauduttava epäonnistumiset paikkaamaan istuttaen. Pahin villitys lienee kuitenkin laantumassa.

Männyn kylvöjä on tehty liian reheville kasvupaikoille. Asiaa on tuotu esille Kainuussa jo usean vuoden ajan, ja se on toivotavasti korjautumassa. Konekylvö houkuttelee halvempaan ja nopeampaan toimenpiteeseen sekä työnjohdollisesti helppona toteuttaa.

Kuusen kylvöä ei saa toteuttaa. Mänty-kuusi sekakylvö on hyväksyttävä, kun varmistetaan koneellisesti kylvettäessä, että laitteet toimivat. Siemenet ovat puulajeilla erikokoisia!

Oma lukunsa on suometsien laajeneva uudistaminen lähitulevaisuudessa – koivun verhopuuston alle syntyneitä luontaisia kuusen uudistusaloja kenties lukuunottamatta. Rämeyden uudistaminen ennen muuta vaatii tutkimustiedon lisäämistä ja käytännön metsäammattilaisten kouluttamista.

## Viljelymateriaali

Männyn metsäkylvösiemenen rodullinen laatu herättää kysymyksiä. Mikä on etelä x pohjoisen siemenviljelyssiemenen soveltuvuus? Mitä on menetetty metsiköiden kiertoajan kasvussa kylvösiemenen rodullisesta laadusta tinkimällä, on jäänyt vähälle huomiolle. Toisaalta paikallisen männyn siemenen kestävyys lienee hyvä. Taimitarhakylvökset tehtäneen rodullisesti kelvollisella siemenellä. Kuusen siemenet lienevät rodullisesti mäntyä parempia.

Metsänviljelymateriaalin alkuperätietojen kirjaaminen on nykyisin heikentynyt verrattuna 70- ja 80-lukujen käytäntöön, joilloin alkuperätieto merkittiin sille varattuun paikkaan. Ei voi luottaa siihen, että metsikkökohtaiset taimi- ja siemenerien alkuperätunnukset pitävät aina paikkaansa toteutusselvitysasiakirjoissa. Tiedot saattavat löytyä materiaalin lähetysluetteleista, mutta niiden selvittäminen ei ole helppoa siinä tilanteessa, kun etsitään syitä epäonnistumisille.

Siirtyminen voittopuolisesti paakkutaimituotantoon varmistaa viljelyn tulosta taimien kuivumisriskiä ja muita stressitekijöitä vähentämällä. Routivien maiden istuttaminen tulisi tapahtua niin, että juurtuminen ehtii tapahtua ennen syksyn roustetta. Istuttajan pitäisi osata valita istutuspaikka kohoumaan.

Taimien laatu muodostuu lähinnä niiden rakenteen, elintointojen ja perinnöllisten tekijöiden summana. Se viljelläänkö mäntyä, kuusta vai koivua, tulisi olla ammattimiehen asiantunteumuksella ratkaistavissa. Metsätyyppi ja kunkin puulajin kasvupaikkavaatimukset ovat siinä sovellettavat kriteerit.

Pellonmetsityksissä tarvitaan enemmän kriittisyyttä ja perusteellisempaa selvitystä kasvupaikan ravinnetasosta. Ongelmallista on viljellä karuja rämepohjia, joiden ravinteet eivät ole

tasapainossa metsäpuiden kasvatusta ajatellen. Kivennäismaapelloille tulisi miettiä huolellisesti viljeltävä puulaji. Maisemasiat tulisi huomioida, ja varsinkin mäntyä viljeltäessä on varauduttava jälkihoitoon.

## Viljelymateriaalin määrä ja merkinnät tulevaisuutta varten

Taimen pituus ei saisi ratkaista viljelykelpoisuutta. Nykytekniikalla taimet kasvatetaan nopeasti muovihuoneessa, ja niihin saadaan helposti pituutta. Taimen tanakkuus pitäisi olla painokkaammin laatutekijänä. Syksyllä istutettu hontelo nopeasti kasvatettu taimi taipuu (taittuu) helposti lumen painosta.

Ennen oli viljelytiheys valvovan johdon käsissä. Nyt ei sekään pidä aina paikkaansa. Tarkastuksissa saadaan hyvin usein hyväksyttävän tiheyden alarajoilla olevia tuloksia. Kun muokkauksen parantumisen ansiosta viljelytiheyksiä on alennettu, siitä huolimatta tiheydet tahtovat tavoitella suositusten alarajoja. Kylvösiemenen määrä alittaa myös liian usein suositusmäärät.

## Onko tietoa

Onko tietoa, miten moni viljelytaimi on muodostamassa ensiharvennuksen jälkeistä metsikköä? Onko siinä uudistamisvuodella, -vuosikymmenellä, metsäkeskuksella, metsätyypillä, uudistamiskuvion koolla ja niin edelleen, eroa?

Tämän tiedon tulisi ohjata uudistamistoimenpiteitä ja kustannuksia. Tilastojen mukaan viljelymetsien osuus vaihtelee metsäkeskuksittain runsaan 20 ja 45 prosentin välillä. Mikä on näin tarkastellen totuus? Ja tietenkin, mikä merkitys tällä tiedolla voisi olla.

## Tiedot eivät kohtaa

Toteutuksesta tulee laatia metsäkeskuksille toteutusilmoitus. Hatarista metsänkäyttöilmoituksista johtuen hakkuukuvion uudistamissuunnitelma ja toteutusilmoitus eivät kohtaa. Tietojen täsmätessä hankkeen loppuselvitys onnistuisi atk-rekisterissä helposti. Vielä se ei onnistu. Ilmakuvien ja satelliittikuvien hyödyntämisestä on puhuttu. Se lienee tällä hetkellä haave pitkäänkin. – Moni muukin jääräpäinen toiminnan uudistus on paperilla hyvä, mutta käytännössä toimimaton.

# Metsänomistaja ja muu työvoima

Metsänomistajista metsästä toimeentulevia on Karppisen (1998) selvityksen mukaan noin 31 %, taloudellista turvaa metsästä saavien osuus on 15 %. Lopuilla on metsän suhteen joko monitavoitteiset harrastukset (39 %) tai he ovat metsänsä virkistyskäyttäjiä (15 %). Miten tällä jakautumalla turvataan jatkuva ja kestävä puuntuotanto? Kuinka moni heistä tekee itse tarvittavat metsänviljelytyöt tai antaa ammatti-ihmisten tehtäväksi?

Pystyykö metsäala rekrytoimaan sellaisia yrittäjiä, jotka tekevät tarvittavat hoitotyöt? Asian järjestäminen on vielä tekevä. Se on yksi maaseudun asuttuna säilymisen edellytys ja mahdollisuus.

Sama koskee metsäurakoitsijakuntaa puunkorjuussa, kunnostusojituksessa ja metsäteiden perusparannuksessa. Paikoin näistä on vakavaa puutetta.

Metsänomistuksen pirstoutuminen, toisella paikkakunnalla asuminen, tilakoko ja oman työvoiman riittävyys sekä metsänviljelyn sattuminen samanaikaisesti kesätöiden kanssa on omiaan muodostumaan metsänviljelyn ongelmaksi.

## Odotukset ja toiveet

Pääosa odotuksista ja toiveista on tullut käsitellyiksi edellä olleita ongelmia pohdittaessa. Odotettavissa on, että uudistamishakkuut säilyvät korkealla tasolla ainakin vuoteen 2005 saakka, samoin viljely muutaman vuoden sen jälkeenkin. Sitten vihdoin on hakkuiden painopistettä monin paikoin siirrettävä kasvatushakkuihin.

Sertifioinnilta on syytä odottaa, että hakkuut ja metsänhoitotyöt saadaan tasapainoon sekä tarvittavat työt aikanaan ja kunnolla tehdyiksi. Tämä merkitsee, että säilyy ja syntyy yrittäjäkunta, joka pystyy vastaamaan kaikkiin metsänhoidon haasteisiin.

Suometsien uudistaminen tulee ajankohtaiseksi piakkoin. Se vaatii toisenlaista suhtautumista metsänviljelyyn kuin kivennäismailla. Turpeen lämpöolojen äärevyys ja veden heikko liikkuvuus turpeessa vaativat uudistamisketjun parantamista.

Nämä asiat kun saadaan kuntoon, niin metsissä on tulevaisuus edelleenkin.

## Kirjallisuus

Karppinen, H. 1998. Metsänomistajien muuttuvat tavoitteet. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.). Puuvarojen käyttömahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitos & Metsälehti Kustannus, s. 28-32.

# Taimen käyttäjän tavoitteita, odotuksia ja ongelmia

*Kari Kuru*

Metsän uudistamisen menetelmät ovat kehittyneet yhä vaativimpien tavoitteiden vuoksi. Metsäluonnon ympäristöhoito on lisäksi vaikuttanut uudistusmenetelmiin. Tästä johtuen myös taimitarhalta luovutetun taimen on oltava parempi kuin esim. 1980-luvulla. Jos 'jurovat' havupuutaimet jäivät aikaisemmin vesakon alle, niin yleinen käsittely oli vielä 1980-luvun alussa lehvästöruiuskutus.

UPM-Kymmene Metsän uudistamismenetelmät perustuvat hyvään metsämaan muokkaukseen ja terveeseen, heti kasvuun lähtevään kuusen tai männyn taimeen (pienessä määrin koivun taimeen). Luontainen uudistaminen männyllä tapahtuu oikein valitussa kohteessa siemenpuilla ja yleisesti kylvöllä varmistaen. Tavoitteena on, että havupuu kasvaa samaan latvuskertaan siemensyntyisen lehtipuun kanssa. Näin päästään tavoitetaimikoihin, joissa on 10 % lehtipuusekoitus n. 8 metrin pituudessa. Tavoite on kova, sillä tällä hetkellä inventointien mukaan lehtipuusekoitus on yli 20 % perustetuissa metsiköissä. Taimikonalkukehityksessä viljelytaimien lisäksi toivotaan yli 2000 r / ha niin sanottua 'laatukrääsää', joka tarvitaan puuston laadun parantamiseksi.

Tavoitetta seurataan taimikon inventoinneilla. Tavoitejakauma inventoinnin tuloksissa on esim. havupuulla, että 60 % pinta-alasta perustamistiheydessä 100 % ja 30 % pinta-alasta yli 85 % perustamistiheydestä ja 10 % pinta-alasta yli 50 % perustamistiheydestä. Näihin tavoitteisiin päästään hyvällä menetelmävalinnalla ja oikealla muokkaustavalla. Havupuiden taimien täytyy lähteä heti kasvuun istutuksen jälkeen. Hyvin muokatussa maassa esim. terve, hyvin huollettu, juuristoltaan ja versoltaan oikeasuhtainen paakkutaimi lähtee välittömästi kasvamaan.

Istutettu mänty ja kuusi selviävät usein samaan latvuskertaan siemensyntyisen lehtipuuvesakon kanssa. Kuvion rehevimmissä osissa lehtipuu pääsee havupuun päälle, silloin täytyy tehdä reikäperkaus ajoissa. Etelä-Suomessa uudistettavat metsät ovat niin runsaspuutoisia, että uudistuslalla ei ole paljon pientä lehti-puustoa ennen istutusta, joten lehtipuu tulee pääosin muokkausjälkeen siemensyntyisenä.

# Odotukset taimitarhan kasvattamista taimista ja toiminnasta

Taimitarha käsittelee taimet tukkimiehentäin torjunta-aineella ennen kuljetusta metsään. Tukkimiehentäin on 90-luvulla taimikon inventoinneissa osoittautunut merkittäväksi havupuutaimikoiden runkolukujen pienentäjäksi.

1990-luvulla uudistusalat on hakkuun jälkeen muokattu ja istutettu jopa samana vuonna. Näissä uudistuksissa on tullut tukkimiehentäin tuhoja. Joitakin isoja uudistusaloja on jopa jouduttu viljelemään uudelleen. Laajojen ruotsalaisten tutkimusten mukaan tukkimiehentäikanta on suuri neljänä vuonna hakkuun jälkeen. Näyttäisi olevan perusteltua muokata uudistusala vuoden kuluttua hakkuusta ja istuttaa muokkauksen jälkeisenä vuonna. Jos taimi saadaan käsiteltyä hyvin taimitarhalla, kemiallinen torjunta kestää kaksi vuotta. Tämän jälkeen tukkimiehentäikannat ovat uudistusosalalla romahtaneet.

Tukkimiehentäin tuhoja torjutaan myös hyvällä maanmuokkauksella ja taimen istutuspaikalla. Tutkimusten mukaan 20 senttiä kivennäismaata taimen ympärillä torjuu tukkimiehentäitä tehokkaasti yhden kasvukauden.

Talvivarastotaimet käyttäjille syksyllä toimitettuina on usein perusteltua toimintaa. Nykyiset myyräverkot on tehneet talvivarastoinnin turvalliseksi. Taimitarhan kevään taimien lähetyskiireet tasaantuvat ja kentällä määrätyt istutustyömaat voidaan aloittaa oikea-aikaisesti. Kelirikotteiden takana olevat työmaat ovat taimihuollon kannalta ongelmallisia ilman talvivarastointimahdollisuutta.

Taimitarhalla lähtevät taimet on oltava hyvin kasteltuja. Tämä asia ei ole likikään aina kunnossa, vaikka niin olettaisi. Päivät ei ole samanlaisia tarhalla lähteville taimille, myöskään sään suhteen. Kuivahkot taimialustat on vietävä vesien äärelle, jossa ne saadaan kunnolla juotettua.

Taimiauto luovuttaa taimet aamulla työmaalla ja palaa illalla hakemaan tarhalla uuden kuorman. Tällä ajoituksella säästetään eniten taimien vastaanottajien aikaa. Näin istutustyömaan aloituksen ja kuorman purkamisen ajoitus on mahdollista tehdä tarkasti. Isolla taimiautolla ei kannata jakaa taimia pienissä erissä pitkien pikkuteiden päissä oleville viimeisille työmaille. Varasto-aiikat on suunniteltava ja tasoitettava valmiiksi.

Alkuperätietojen säilyttämiseksi olisi taimikuormat lastattava alkuperittäin purkamisjärjestykseen. Purkamisjärjestys täytyy kysyä taimien vastaanottajalta. Taimienkuljetuskonteissa on oltava merkintä alkuperätiedoista. Alkuperätietojen merkitseminen uudistuskuvioittain on muuten mahdoton tehtävä, jos

niitä ei ole kuljetuksessa huomioitu. Alkuperätietojen oikeellisuus on tärkeä myös metsäsertifiointitarkastuksissa.

Taimien kuljetus on suunniteltava tarhalla istutuspalstalle. Kasvatus- tai kuljetusalustat täytyy olla siirrettävissä kaukokuljetusautosta taimivarastolle. Taimet viedään samoilla kuljetusalustoilla metsätraktorilla maastoon ja sieltä siirretään istutuspalstalle istuttajalle. Kasvu- tai kuljetusalustojen palautus on sovittava taimitarhan ja taimen käyttäjän keskenään. Yleensä palautus tapahtuu omana kuljetuksena. Joissakin tapauksissa esim. taimien kesäkuljetusten yhteydessä voi palauttaa keväällä tulleita taimienkuljetusalustoja.

Taimet on oltava huollettavissa välittömästi kuljetuksen päätyttyä. Kun taimet puretaan autosta, ne on kasteltava. Jos taimimäärä on suuri, niin esim. umpinaisten laatikoiden kasteleminen on työlästä. Kaikki taimien kuljetuslaatikot on avattava. Umpilaatikoissa kokemusten mukaan taimet ovat olleet homeessa. Huoltovapaiden taimien markkinointi voi olla vaarallista.

Taimikuormien mukana ei saa olla muovivaatteita eikä ongelmajätettä, joka voisi jäädä työmaalle.

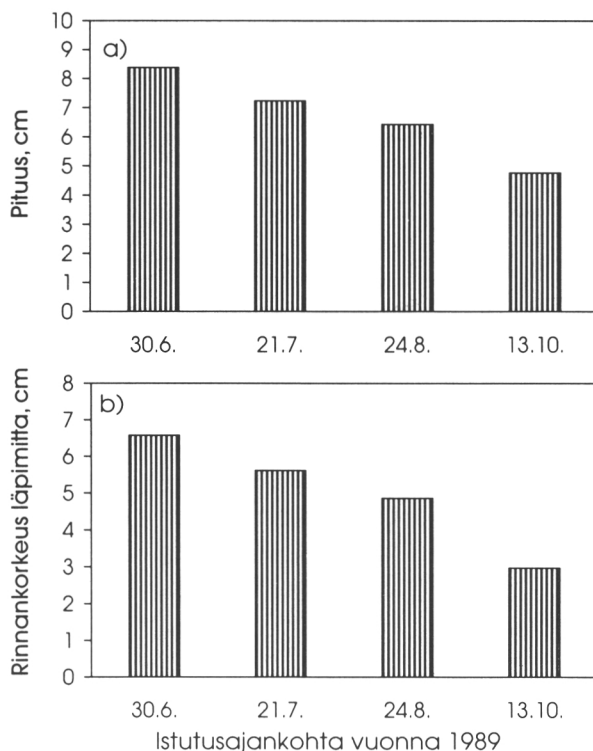
# Koivun paakkutaimien kasvatus kesäistutukseen

Jaana Luoranen ja Risto Rikala

## Tausta

Koivun paakkutaimien kesäistutus näyttää lupaavalta menetelmältä laajentaa taimien istutuskautta. Ajatus lehdellisten, kasvussa olevien koivun paakkutaimien istutuksesta kesällä syntyi taimitarhanjohtaja Aarne Ruhan ja silloisen Itä-Savon metsälautakunnan johtaja Matti Suihkosen pohdintojen tuloksena. Kerimäellä menetelmää kokeiltiin 1980-luvun lopulla lupaavin kokemuksin (kuva 1). Varsinaiset tutkimukset alkoivat Suonenjoen tutkimusasemalla 1990-luvun alussa (Rikala 1999) jatkuen vuodesta 1995 osana koivun paakkutaimien tuotanto- ja viljelyketjun kehittämishanketta (Luoranen ym. 1998a ja b, 1999 ja

**Kuva 1.** Kesäkuussa (30.6.), heinäkuussa (21.7.), elokuussa (24.8.) ja lokakuussa (13.10.) 1989 Kerimäelle istutettujen taimien a) pituus (m) ja b) rinnankorkeusläpimitta (cm) 10 vuoden kuluttua istutuksesta syksyllä 1999. Taimet olivat istutettaessa keskipituudeltaan 25, 55-60, 75 ja 75 cm (istutusajankohdan mukaisessa järjestyksessä).



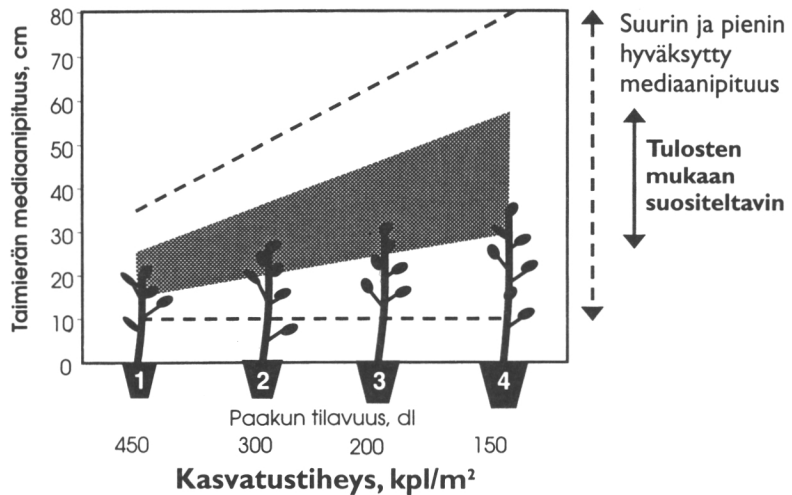
Luoranen 2000). Hanke toteutettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusaseman, Itä-Suomen Taimi Oy:n ja Pohjois-Savon metsäkeskuksen yhteistyönä. Hankkeessa valmistuneessa 'Koivun paakkutaimien istutus kesällä'-oppaassa (Luoranen ym. 1999) kuvataan lehdellisten paakkutaimien istutusketju kesäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin. Pyrimme seuraavassa lyhyesti esittelemään Suonenjoella saatujen tutkimustulosten avulla, kuinka kesäistutukseen tarkoitetut taimet tulisi kasvattaa.

## Millaisia taimia kesällä voidaan istuttaa?

Kesällä istutukseen luovutettavia taimia koskevat pääosin samat laatuvaatimukset kuin lepotilassa keväällä tai syksyllä istutettavia taimia. Taimien tulee olla terveitä, niissä ei saa esiintyä sienitauteja tai tuhohyönteisiä. Taimen pitää olla yksirunkoinen ja suora. Juuriston täytyy myös olla niin tuuhea, että se sitoo turpeen ja juuripaakku pysyy ehjänä kuljetuksen ja istutuksen aikana. Lisäksi kesällä istutettavilla taimilla hyvän maastomenestymisen edellytys on, että lehdet ovat täysikasvuisia ja vihreitä. Ylimmät kasvavat lehdet ovat pienempiä ja usein punertavia. Keskeinen menestymiseen vaikuttava tekijä on myös taimen pituus suhteessa kasvatustiheyteen ja paakun kokoon.

Täysikasvuiset, terveen vihreät lehdet ovat tärkeitä kesällä istutettaville taimille, sillä taimien kasvu jatkuu istutuksen jälkeenkin. Etenkin voimakkaana jatkuva juurten kasvu edellyttää tehokkaasti yhteyttäviä lehtiä. Jos lehdet ovat heikkokuntoisia, uusien juurten kasvu saattaa heikentyä ja taimien kasvu kärsii.

Kesäistutukseen tarkoitetut taimet ovat perinteisesti käytettyjä taimia pienempiä, minkä vuoksi ne voidaan kasvattaa nykyistä tiheämmässä ja pienemmissä paakuissa. Parhaiten kesäistutukseen soveltuvat taimet, jotka ovat niin kookkaita, että ne sitovat turvepaakun, mutta eivät ole pitkiä suhteessa käytettyyn paakun tilavuuteen nähden (kuva 2). Maa- ja metsätalousministeriön päätös 178/2000 metsänviljelyaineiston kaupasta sallii laajemman vaihteluvälin taimien pituudessa, kuin tutkimustulosten perusteella näyttäisi olevan suositeltavaa. Pitkät taimet, etenkin jos ne on kasvatettu pienissä paakuissa, ovat herkkiä kuivumaan istutuksen jälkeen. Pitkän, lehdessä olevan verson voimakas heiluminen tuulessa voi myös liikuttaa paakkua ja hidastaa juurtumista. Hyvin pitkien taimien istuttaminen ei myöskään ole niin helppoa kuin lyhyiden taimien, jotka paakun koosta riippuen voidaan istuttaa myös pottiputkella.



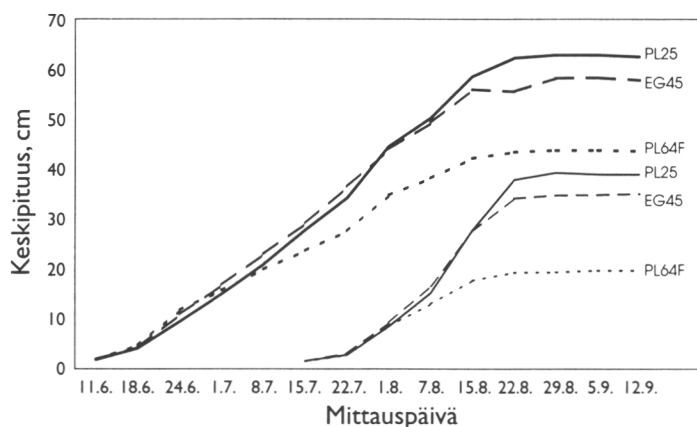
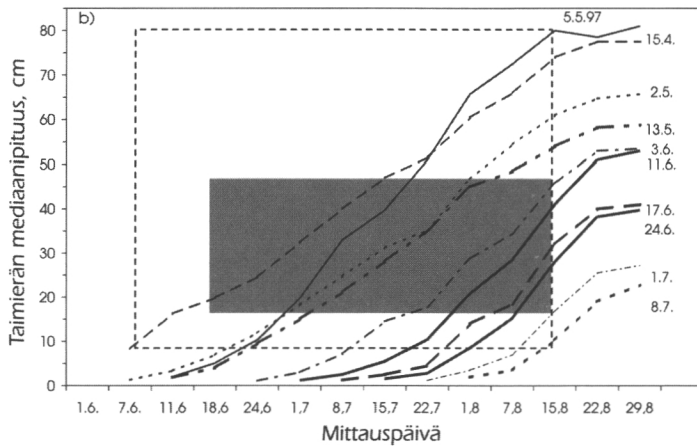
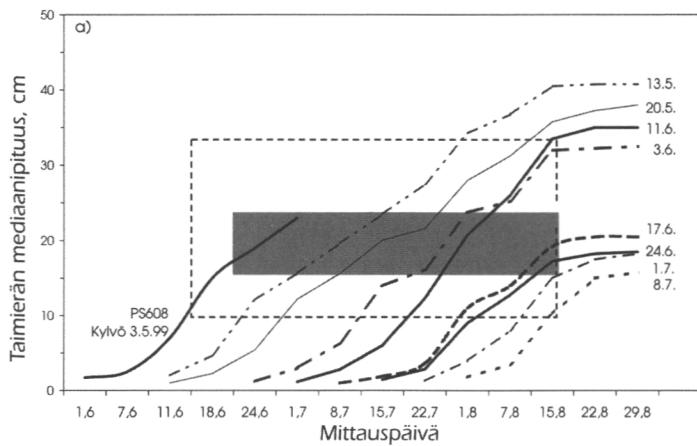
**Kuva 2.**

Kesällä istutettavilla taimilla on pituuden oltava oikeassa suhteessa paakun tilavuuteen. Kuvassa katkoviivalla on merkitty MMM päätöksen 178/2000 mukaiset lehdellisinä istutettavia koivun paakkutaimia koskevat taimierän enimmäismediaanipituudet ja taimen vähimmäispituus erässä kullakin kasvustiheydellä. Rasteoitu alue kuvaa tutkimustulosten perusteella suositeltavimpia taimierän mediaanipitouksia kullakin kasvustiheydellä.

## Taimien kasvatusta

Kylvön ajoittaminen suhteessa istutusajankohtaan on suunniteltava huolella, jotta istutushetkellä taimet ovat oikean kokoisia suhteessa paakun kokoon. Taimien kasvatusaika kylvöstä siihen hetkeen, kun taimet ovat istutuskelpoisia, on noin 7-8 viikkoa (kuva 3). Kylvöajankohdan määrääkin paakun koko ja taimien istutusajankohta. Mitä pienemmässä paakussa taimet kasvatetaan, sitä lyhyemmän aikaa taimet ovat sopivan mittaisia istutukseen. Esimerkiksi PL64F arkissa (paakun tilavuus 110 cm<sup>3</sup>, kasvustiheys 431 kpl/m<sup>2</sup>) kasvatettuna taimet ovat sopivan pituisia noin kaksi viikkoa. Jos taimet on kasvatettu PL 25 arkissa (paakun tilavuus 380 cm<sup>3</sup>, kasvustiheys 156 kpl/m<sup>2</sup>), kesäistutusta ajatellen optimaalisin aika kestää noin 3-4 viikkoa. Lämpö- ja valo-olot vaikuttavat voimakkaasti taimien kasvunopeuteen; mitä lähempänä optimilämpötilaa kasvatusolosuhteet ovat, sitä nopeammin taimet kasvavat (kuva 3b; vrt. 2.5.1996 ja 5.5.1997 kylvetyt taimierät). Skren (1991) mukaan koivun kasvu on voimakkainta 15-21 °C:n lämpötiloissa. Hänen mukaansa koivu kasvaa myös paremmin vaihtelevassa päivä/yö-lämpötilassa verrattuna tasaisiin lämpötilaloihin. Vajaan kahden kuukauden kuluttua kylvöstä paakun koko alkaa vaikuttaa taimien kasvuun (kuva 4). Tiheässä kasvavilla taimilla etenkin paksuuskasvu kärsii. Mitä isommissa paakuissa ja väljemmässä tiheydessä koivun taimia kasvatetaan, sitä tanakampia ja paksumpia ne ovat kasvukauden lopussa (Rikala ja Aphalo 1998). Myös sienitautien riski lisääntyy taimien pituuden kasvaessa kasvatettaessa taimia tiheässä.

Kasvatusajan pituutta suunniteltaessa ja käytettävää paakku-tyyppiä (malli, koko) valittaessa on muistettava, että juuriston



**Kuva 3.**

Eri ajankohtina kylvettyjen (kylvöpäivämäärät kuvassa oikealla) taimierien mediaanipituuden kehittyminen kasvukauden aikana a) PL 64F (kasvatustiheys 431 kpl/m<sup>2</sup>, paakun tilavuus 110 cm<sup>3</sup>) ja PS608 (kasvatustiheys 433 kpl/m<sup>2</sup>, paakun tilavuus 152 cm<sup>3</sup>) sekä b) PL 25 (kasvatustiheys 156 kpl/m<sup>2</sup>, paakun tilavuus 380 cm<sup>3</sup>) kasvatuserkeissa. Varjostettu alue kuvaa tutkimustulosten perusteella kesäistutukseen soveltuvaa jaksoa alhaisimmasta mahdollisesta taimierän mediaanipituudesta suurimpaan suositeltavaan pituuteen kuitenkin päättyen viimeistään elokuun puoliväliin. MMM päätöksen 178/2000 sallimat vähimmäis- ja enimmäispituudet on kuvattu katkoviivoitetulla laatikolla.

**Kuva 4.**

Taimien kasvustiheyden ja paakun koon vaikutus taimienpituuskehitykseen. Taimet kylvetty 13.5. (paksut viivat) ja 24.6. (ohuet viivat) kolmeen erilaiseen paakku-tyyppiin: PL25 (kasvatustiheys 156 kpl/m<sup>2</sup>, paakun tilavuus 380 cm<sup>3</sup>), EG (kasvatustiheys 306 kpl/m<sup>2</sup>, paakun tilavuus 190 cm<sup>3</sup>), PL 64F (kasvatustiheys 431 kpl/m<sup>2</sup>, paakun tilavuus 110 cm<sup>3</sup>). Jokaisesta paakku-tyyppistä mitattiin viikoittain 12 tainta.

on ehdittävä sitoa turvepaakku istutusajankohtaan mennessä. Koska juuriston turvepaakun sitomiskyvystä ei ole käytettävissä tutkimustuloksia, kannattaa kasvattajien testata juuriston kehitystä käyttämillään paakkutyypeillä ja kasvatusolosuhteissa.

Taimikasvatuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota kasvuoloihin. Juurten kasvuun muovihuonekasvatuksen aikana on mahdollista vaikuttaa lannoituksella ja kastelulla. Liika typpi-lannoitus kasvattaa versoja ja juuristo jää heikoksi (Rook 1991, McDonald ym. 1996, Rikala 1999). Juurten hyvä kasvu edellyttää ilmavaa kasvualustaa. Jos kasvualusta on hyvin märkä, juurten kasvu heikentyy. Turvepaakku kannattaa kastella läpikosteaksi ja antaa sen kuivahtaa riittävästi kastelujen välillä. Kasvualustan ilmavuuteen on mahdollista vaikuttaa myös käyttämällä kohokasvatusta, näin ylimääräinen vesi pääsee valumaan arkeista pois ja ilma kiertämään arkkien alla. Varjostus ja alhainen valon voimakkuus heikentävät juurten kasvua (Webb 1976, Skre 1991, Noland ym. 1997), kun taas ajoittainen lievä kuivuusstressi edistää sitä.

Taimien kasvu noin 10 cm:n pituisiksi kestää muovihuoneessa 4-7 viikkoa kasvulosuhteista riippuen. Tämän jälkeen taimet siirretään ulos muovihuoneesta 1-2 viikoksi, jotta taimet karaistuisivat ennen istutusta. Jos taimet ovat liian hentoja (heinämäisiä) istutettaessa, ne katkeavat helposti.

## Lopuksi

Nyt esitetyt tulokset perustuvat Suonenjoella tehtyihin kokeisiin ja kasvatuksesta saatuihin kokemuksiin vain muutamilla paakkutyypeillä. Käytännön taimikasvatuksessa muutkin paakkutyypit tulevat kyseeseen. Koska kasvukauden sääolot vaikuttavat voimakkaasti mm. kasvunopeuteen, taimien koon kannalta sopivimman istutusajankohdan ennustaminen on vaikeaa. Taimitarhojen kannattaakin seurata taimien kehittymistä toistuvien mittauksien useampina kasvukausina ja muokata kasvatusohjelmat vastaamaan omaa kasvatuskäytäntöään.

## Kirjallisuus

Luoranen, J. 2000. Control of growth and frost hardening of silver birch seedlings: growth retardants, short day treatment and summer planting. Tiivistelmä: Koivun paakkutaimien kasvun- ja karaistumisen hallinta: kasvunsäätet, lyhytpäiväkäsittely ja kesäistutus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 777: 167 s sis. 5 liitettä.

- , Rikala, R. & Smolander, H. 1998a. Koivun paakkutaimien kesäistutus. Niemistö, P. & Väärä, T. (toim.). Rauduskoivu tänään ja tulevaisuudessa. Tutkimuspäivä Tampereella 12.3. 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 11-15.
  - , Rikala, R. & Smolander, H. 1998b. Koivun paakkutaimien kesäistutus. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Poteri, M. (toim.). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 57-65.
  - , Rikala, R., Saksa, T., Smolander, H., Lilja, S. & Hynönen, T. 1999. Koivun paakkutaimien istutus kesällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 749. 22 s.
- McDonald, A. S. S., Ericsson, T. & Larsson, C.-M. 1996. Plant nutrition, dry matter gain and partitioning at the whole-plant level. *Journal of Experimental Botany* 47 (Special issue): 1245-1253.
- Noland, T. L., Mohammed, G. H. & Scott, M. 1997. The dependence of root growth potential on light level, photosynthetic rate, and root starch content in jack pine seedlings. Special Issue - Making the grade. Proceedings of an international symposium on planting stock performance and quality assessment, held in Sault Ste Marie, Ontario, Canada on September 11-15, 1994. *New Forests* 13(1-3): 105-119.
- Rikala, R. 1999. Lannoituksen vaikutus koivun paakkutaimien kehitykseen taimitarhalla ja istutuksen jälkeen. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1999. Poteri, M. (toim.). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 70-83.
- & Aphalo, P. 1998. Kasvatustiheyden ja paakkukoon vaikutus taimien ominaisuuksiin taimitarhalla ja menestymiseen istutuksen jälkeen. Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 1998. Poteri, M. (toim.) Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 21-35.
- Rook, D. A. 1991. Seedling development and physiology in relation to mineral nutrition. Teoksessa: van den Driessche (toim.). Mineral nutrition of conifer seedlings. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc. s. 85-111. ISBN 0-8993-5971-6.
- Skre, O. 1991. Growth experiments with seedling of downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.) and lowland birch (*Betula pendula* Roth.) grown at varying temperature, light and daylength. Utdrag: Vekstforsøk med småplanter av fjellbjørk (*Betula pubescens* Ehrh.) og hengebjørk (*Betula pendula* Roth.) dyrka ved varierende temperatur, lys og daglengde. *Meddelelser fra skogforsk* 44(6). 41 s.
- Webb, D. P. 1976. Root growth in *Acer saccharinum* Marsh. seedlings: effects of light intensity and photoperiod on root elongation rates. *Botanical Gazette* 137(3): 211-217.

# Kuusen paakkutaimien pakkaskestävyys Metlan Suonenjoen tutkimustaimi- tarhalla talvella 1998

*Aija Ryyppö, Elina Vapaavuori ja Tapani Repo*

## Johdanto

### Kuinka kuusen taimien pakkaskestävyyttä tutkitaan?

Metsäkuusen (*Picea abies* Karst.) pakkaskestävyys vaihtelee vuodenaikojan mukaan: kasvavat kuusen versot kuolevat jäätyessään, mutta karaistuneina ne selviävät vahingoittumattomina talven pakkasista. Juuret sitä vastoin eivät kestä niin matalia pakkaslämpötiloja kuin verso, ja jo alle  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  pakkaslämpötilat vaurioittavat täysin karaistuneen kuusen juuristoa vakavasti (Lindström ja Nyström 1987).

Taimien pakkaskestävyyttä tutkitaan altistamalla koko taimi tai pilkotut kasvinosat sarjalle pakkaslämpötiloja. Pakkasaltistuksen jälkeen vaurioaste voidaan arvioida nopeasti mittaustekniikoilla, jotka mittaavat välitöntä pakkasvauriota (elektrolyyttivuototesti, klorofyllin fluoresenssi, visuaalisten vaurioiden silmämääräinen arviointi, impedanssispektroskopia).

Impedanssispektroskopiassa kasvisolukkuon johdetaan vaihtovirtaa. Terveessä solukossa soluvälitilan sähköä johtavien yhdisteiden (elektrolyyttien) pitoisuus on alhainen ja tämän seurauksena soluvälitilan resistanssi on korkea. Pakkasvaurioituneessa solukossa elektrolyyttejä vuotaa solun sisältä soluvälitilaan: Tyypillisesti soluvälitilan resistanssi laskee sitä matalammaksi, mitä pahemmin solukko on vaurioitunut (Repo ym. 1994).

Impedanssispektroskopialla voidaan siis mitata soluvälitilan resistanssia, mutta elektrolyyttivuototestillä mitataan epäsuorasti soluvälitilan sähkönjohtavuutta (konduktiivisuutta). Vaurioitumattoman solukon soluvälitilan sähkönjohtavuus on alhainen, mutta pakkasvaurio lisää sen sähkönjohtavuutta. Elektrolyyttivuototestissä elektrolyytit huuhdotaan soluvälitilasta tislattuun veteen, jonka sähkönjohtavuus voidaan sitten mitata johtokyky-mittarilla. Elektrolyyttivuoto ilmoitetaan usein suhteellisenä arvona (REL), jossa verrataan vaurion seurauksena solusta ulosvuotaneiden elektrolyyttien määrää solun vesiliukoisten elektrolyyttien kokonaismäärään. (Ryyppö ym. 1998).

Vihreiden solukoiden ja kasvinosien pakkasvaurio voidaan arvioida silmämääräisesti värinmuutoksena, esim vaurioituneiden neulasten ruskettumisena. Viherhiukkasten vaurioitumista pakkasaltistuksen jälkeen voidaan myös mitata klorofyllin fluoresenssilla. Tällöin tutkittavat pakkaselle altistetut neulaset jätetään pimeään, jonka jälkeen niihin johdetaan heikkoa punaista valoa ja mitataan fluoresenssin perustaso ( $F_0$ ). Tämän jälkeen tutkittavalle näytteelle annetaan lyhyt, mutta erittäin voimakas 'valkoisen' valon pulssi ja mitataan saturoivalla valonvälähdyksellä aikaansaatu maksimitaso ( $F_m$ ). Näistä arvoista lasketaan suhdeluku  $F_v/F_m$  (missä  $F_v = F_m - F_0$ ), joka kuvaa näytteen yhteytyspotentiaalia. Pieni alenema suhdeluvussa  $F_v/F_m$  kuvastaa palautuvaa vauriota, mutta suhdeluvun voimakas lasku liitetään soluja tappavaan, palautumattomaan pakkasvaurioon (Gillies ja Binder 1997).

### Ovatko eri menetelmillä saadut tulokset vertailukelpoisia?

Vaikuttaa siltä, että edellä mainitut mittaustekniikat eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia; eri menetelmät mittaavat eri tunnuksia vaurioituneessa kasvinosassa tai solukossa. Lisäksi välitön vaurio pakkasaltistuksen jälkeen ei kerro tämän vaurion aiheuttamista, taimen kuntoa heikentävistä ja taimikuolleisuutta aiheuttavista pitkäaikaisista seuraamuksista. Pakkasvaurion pitkäaikaisiin seuraamuksiin puolestaan vaikuttavat välitön vaurioaste, vaurion laajuus sekä taimiin myöhemmin kohdistuvat biottiset ja abioottiset stressitekijät.

## Taimimateriaali ja menetelmät

Pakkaskestävyys esitetään usein  $LT_{50}$ -arvona.  $LT_{50}$  on lämpötila, joka on aiheuttanut 50 % muutoksen tutkittavassa arvossa, esim. elektrolyyttivuodossa, vauriottoman kontrollin arvoon verrattuna. Tässä tutkimuksessa verrattiin pakkastestattujen 1-vuotiaiden kuusen Plantek 81 paakkutaimien  $LT_{50}$ -arvoja, jotka mitattiin elektrolyyttivuototestillä (juuret), impedanssispektroskopiolla (juuret, rangat, neulaset), klorofyllin fluoresenssilla ja silmämääräisesti (neulaset, silmut).

Tutkittavat kuusen paakkutaimet talvehtivat taimikentällä, ja pakkasaltistuksia tehtiin tammikuulta kesäkuulle 1998 (19.1., 16.2., 16.3., 20.4., 11.5. ja 1.6.). Heti altistusten jälkeen saatuja  $LT_{50}$  arvoja myös verrattiin vaurioitettujen taimien kykyyn tuottaa uusia juuria ja versoja kesällä 1998 (1.7.). Tutkimuksen aikana

juuripaakkujen lämpötila mitattiin tunneittain. Lumipeite- ja säätiedot tallennettiin tutkimusaseman sääasemalla.  $LT_{50}$  arvojen estimoinnissa käytettiin epälineaarista regressiota (katso Ryyppö ym. 1998).

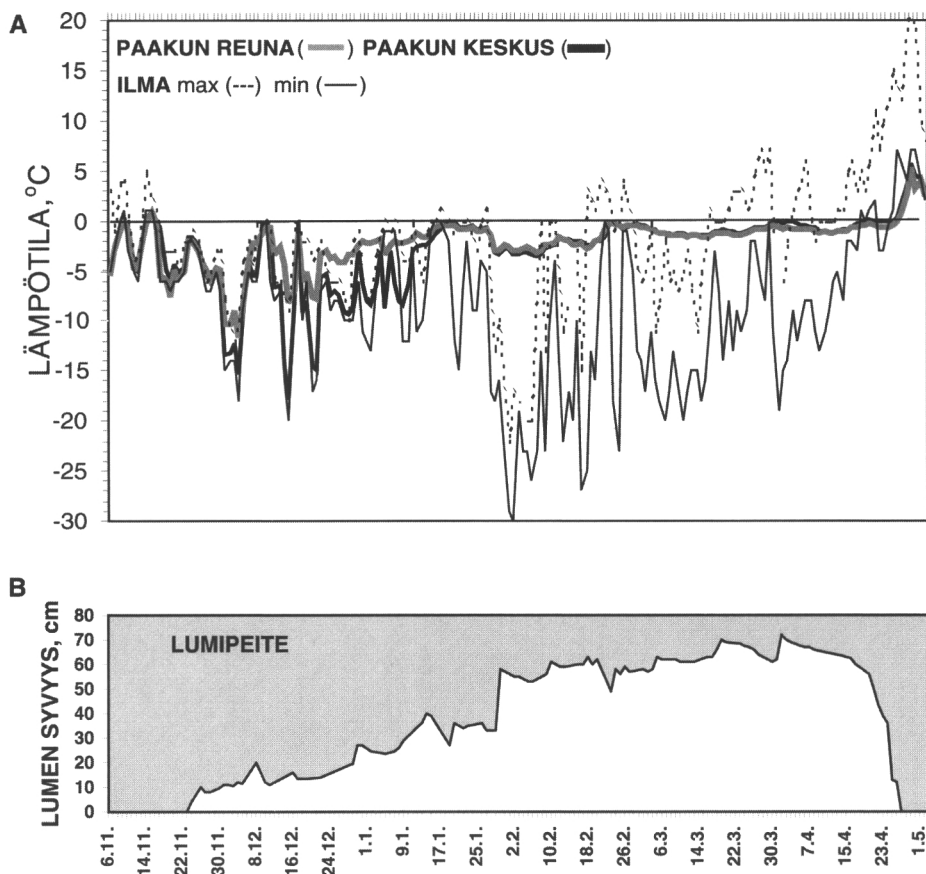
## Tulokset ja tulosten tarkastelu

### Lumipeite suojasi juuripaakut pakkasvaurioilta

#### Kuva 1.

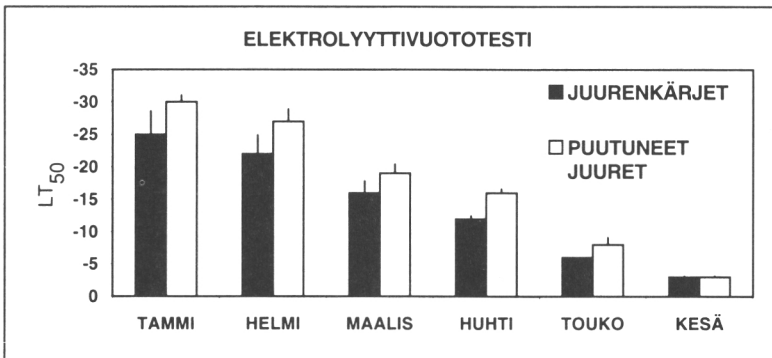
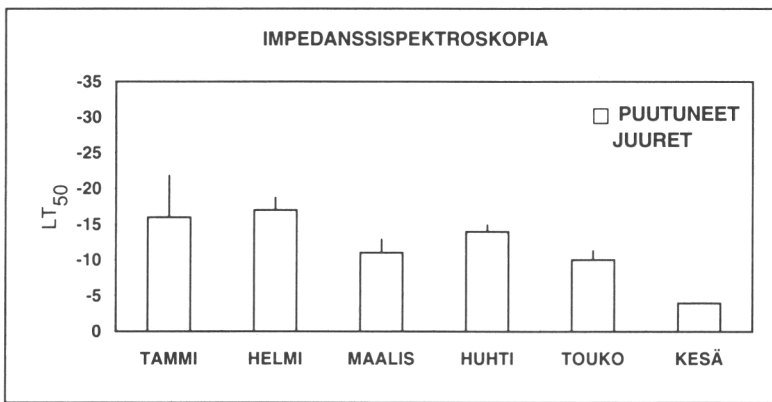
Juuripaakkujen ja ilman minimi- ja maksimilämpötilat sekä lumen syvyys Metlan Suonenjoen tutkimusaseman tutkimustaimitarhalla talvella 1997-1998.

Loka- ja marraskuussa ei ollut lumipeitettä, ja tällöin juuripaakun lämpötila seurasi ilman lämpötilaa (minimilämpötila n.  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Lumipeitteen karttuessa joulukuussa juuripaakun lämpötilavaihtelut vähenivät. Talven 1997-1998 minimilämpötilat mitattiin helmikuussa (kuva 1A), mutta tällöin paksu lumipeite suojasi taimia. Lumen tulon jälkeen juuripaakkujen lämpötila pysyi tasaisena ja vain muutamassa pakkasasteessa huhtikuun lopussa tapahtuneeseen lumeen sulamiseen saakka (kuva 1).



## Juuriston pakkaskestävyys heikkeni talven edetessä

Elektrolyyttivuototestin mukaan puutuneiden juurten pakkaskestävyys oli parempi kuin ohuiden hienojuurten pakkaskestävyys; juuriston pakkaskestävyys oli korkeimmillaan tammi-kuussa. Impedanssispektroskopiolla mitattiin vain puutuneiden juurien pakkaskestävyys, ja tämän menetelmän mukaan pakkaskestävyys oli paras helmikuussa (kuva 2). Juurten pakkaskestävyys heikkeni lumipeitteen alla talven kuluessa, vaikka juuri-paakun lämpötila pysyikin hyvin tasaisena. Juuret sietivät jääty-mistä vielä toukokuun alkupuolella, mutta kesäkuun 1. päivänä juuristo oli täysin suveentunut.



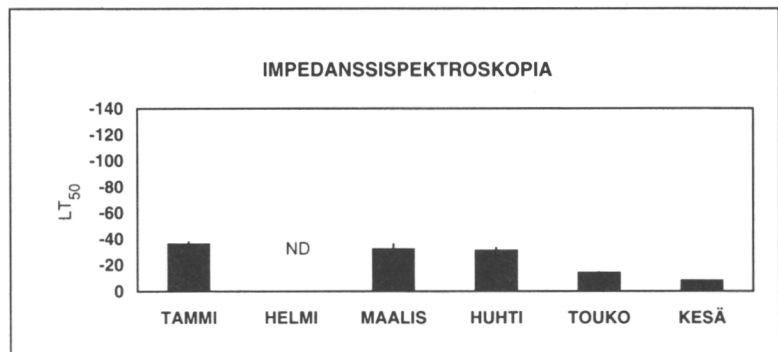
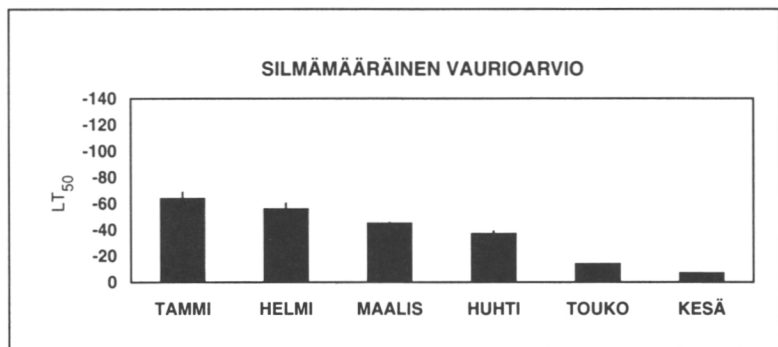
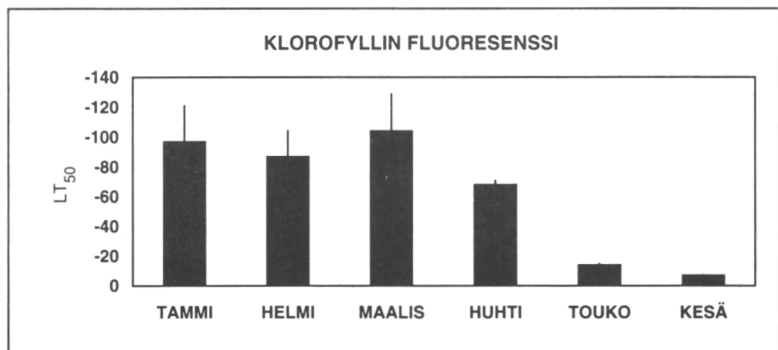
**Kuva 2.** Juuriston pakkaskestävyys impedanssispektroskopian ja elektrolyyttivuototestin mukaan. Tulokset on esitetty kolmen blokin keskiarvona (+SE, n = 6 /blokki).

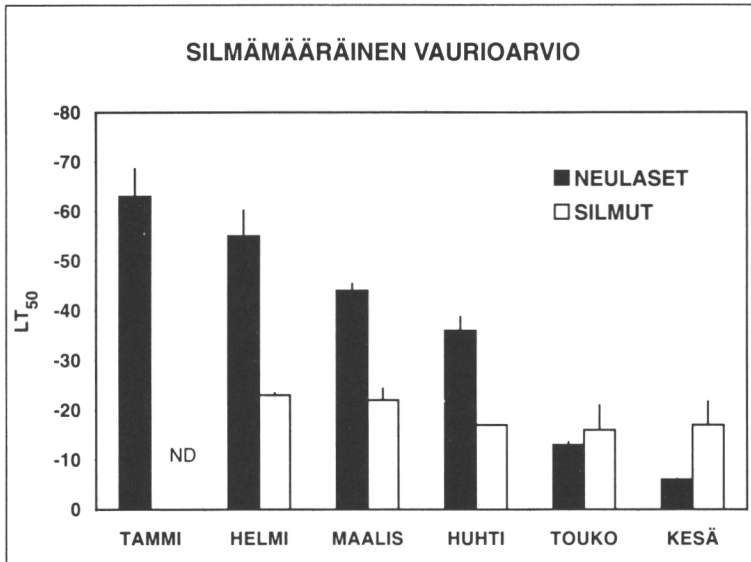
## Neulasten pakkaskestävyys oli erittäin hyvä talven aikana

Neulasten pakkaskestävyys määritettiin silmämääräisesti, impedanssispektroskopiolla ja klorofyllin fluoresenssilla (kuva 3). Samoin kuin juurten pakkaskestävyys, myös neulasten pakkaskestävyys heikkeni talven edetessä. Neulasten karaistuneisuus ei ollut vielä täysin purkaantunut toukokuun alkupuolella, vaikka taimet tällöin jo yhteyttivätkin (tuloksia ei näytetä tässä). Kesäkuun alussa neulaset olivat jo täysin suveentuneet. Eri mittausmenetelmillä saadut  $LT_{50}$ -arvot poikkesivat toisistaan huomattavasti ajankohtina, jolloin neulaset olivat erittäin karaistuneita. Sitä vastoin eri menetelmät antoivat vastaavat  $LT_{50}$ -arvot pakkaskestävyyden heikettyä huomattavasti touko- ja kesäkuussa.

### Kuva 3.

Neulasten pakkaskestävyys mitattuna klorofyllin fluoresenssina, impedanssispektroskopiolla ja silmämääräisesti arvioiden. Tulokset on esitetty kolmen blokin keskiarvona (+SE, n = 6/blokki). ND = ei määritetty.





**Kuva 4.** Silmujen ja neulasten pakkaskestävyyden vertailu silmämääräisen arvion perusteella. Tulokset on esitetty kolmen blokin keskiarvona (+SE, n = 6/blokki). ND = ei määritetty.

### Silmut suveentuivat muita kasvinosia myöhemmin

Silmujen pakkaskestävyys arvioitiin silmämääräisesti (kuva 4). Lumen alla niiden pakkaskestävyys oli huomattavasti heikompi kuin neulasten pakkaskestävyys. Kun lumi sulii huhtikuun lopulla, neulasten pakkaskestävyys laski silmujen pakkaskestävyyttä heikommaksi. Silmujen pakkaskestävyys oli suhteellisen korkea, n.  $-15^{\circ}\text{C}$ , vielä 1. kesäkuuta, vaikka tällöin ne olivat jo osittain puhjenneet.

### Rangan pakkaskestävyys heikkeni myöhemmin kuin neulasten ja juurten pakkaskestävyys

Rangan pakkaskestävyys mitattiin vain impedanssispektroskoopialla (kuva 5). Tulosten mukaan pakkaskestävyys oli korkeimmillaan maaliskuussa. Toukokuun 11. päivänä ranka oli jo suveentumassa, ja karaistuneisuus oli täysin purkaantunut 1. kesäkuuta.

### Keväällä neulasten pakkaskestävyys oli heikompi kuin silmujen ja rangan pakkaskestävyys

Talven kuluessa pakkasaltistettujen taimien kunto arvioitiin silmämääräisesti heinäkuun 1. päivänä (kuva 6). Tulosten tulkittavuutta heikentää se, että muutkin stressitekijät kuin pakkasaltistus vaikuttivat taimien kuntoon; tammi-, helmi-, maaliskuu- ja toukokuussa altistetuissa ryhmissä osa kontrolleista oli huonokuntoisia. Juuriston pakkaskestävyys oli heikompi kuin verson pakkaskestävyys. Tammi-huhtikuun välisenä aikana neulasten

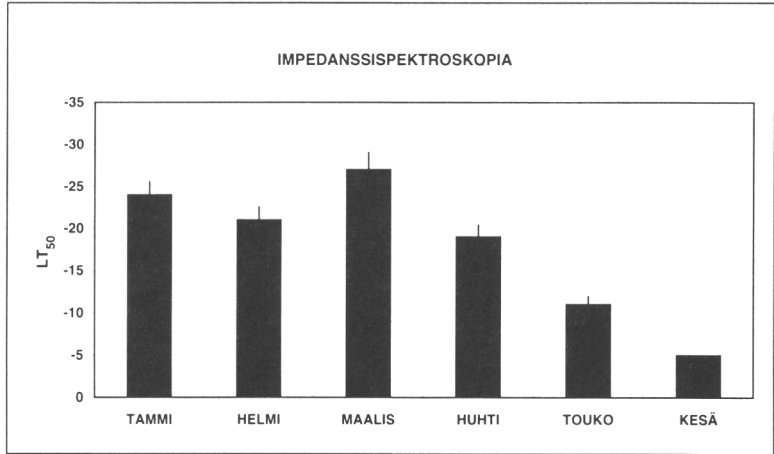
pakkaskestävyys oli parempi kuin muiden kasvinosien pakkaskestävyys, mutta touko- ja kesäkuussa neulasten pakkaskestävyys oli heikompä kuin rangan ja silmujen pakkaskestävyys: Heinäkuussa taimilla, joiden yksivuotiaat neulaset olivat tuhoutuneet, vihreitä neulasia löytyi vain uusista vuosikasvaimista.

## Menetelmien vertailukelpoisuus riippuu taimien karaistuneisuusasteesta

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan pakkaskestävyyden eri mittausmenetelmät antavat toisistaan poikkeavia  $LT_{50}$ -arvoja taimien karaistuneisuuden ollessa korkeimmillaan. Karaistuneisuuden purkaantuessa ja taimen elintoimintojen nopeutuessa eri mittausmenetelmillä kuitenkin saadaan lähes samat  $LT_{50}$ -arvot.

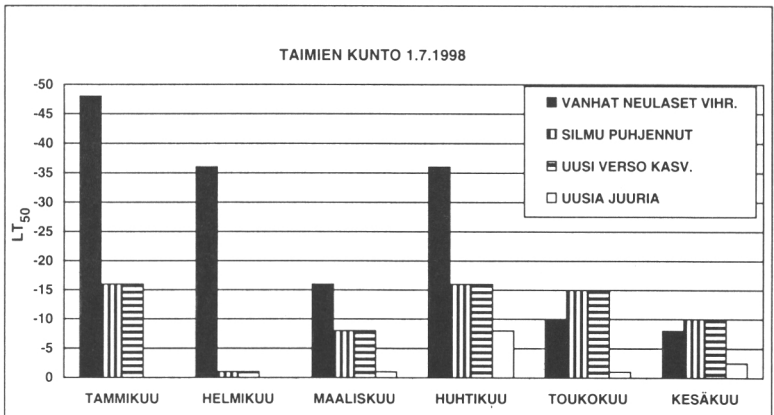
### Kuva 5.

Rangan pakkaskestävyys impedanssispektroskopiolla mitattuna. Tulokset on esitetty kolmen blokin keskiarvona (+SE, n = 6/blokki).



### Kuva 6.

Talven ja kevään aikana eri lämpötiloissa pakkasaltistettujen taimien kunto  $LT_{50}$  lämpötilana heinäkuun 1. päivänä kesällä 1998. Taimien kunto arvioitiin silmämääräisesti vanhojen neulasten vihreytenä, silmun puhkeamisena, uuden verson kasvuna ja uusien juurien muodostumisena. Tulokset on esitetty kolmen blokin keskiarvona.



# Kirjallisuus

- Gillies, S.L. & Binder, W.D. 1997. The effect of sub-zero temperatures in the light and dark on cold-hardened, dehardened and newly flushed white spruce (*Picea glauca* (Moench.) Voss.) seedlings. *New Forests* 13:91-104.
- Lindström, A. & Nyström, C. 1987. Seasonal variation in root hardiness of container-grown Scots pine, Norway spruce and lodgepole pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 17:787-793.
- Repo, T., Zhang, M.I.N., Ryypö, A., Vapaavuori, E. & Sutinen, S. 1994. Effects of freeze-thaw injury on parameters of distributed electrical circuits of stems and needles of Scots pine seedlings at different stages of acclimation. *Journal of Experimental Botany* 45:823-833.
- Ryypö, A., Repo, T. & Vapaavuori, E. 1998. Development of frost hardiness in roots and shoots of Scots pine seedlings at non-freezing temperatures. *Canadian Journal of Forest Research* 28:557-565.

# Motivaatio ja sen vaikutus työn laatuun

*Kaija Kanninen ja Leo Tervo*

## Motivaation merkitys

Henkilöstön motivaatio vaikuttaa ratkaisevasti organisaation tuloksellisuuteen. Se on merkittävä tekijä myös henkilöstön hyvinvoinnissa. Kysymys on todella tärkeästä asiasta, johon työyhteisöissä ollaan valmiita panostamaan. Jokainen johtaja on varmaan pohtinut monta kertaa, miten saisi motivoitua henkilöstönsä. Johtajien motivointiyritykset on luokiteltu työntekijöiden keskuudessa kahteen ryhmään ”keppiä tai porkkanaa”. Karkeudesta huolimatta luokittelussa tulee esille ongelman ydin; epävarmuus oikeasta motivointitavasta. Ei tiedetä varmasti, kumpi kannustaa enemmän - pelottelu vai kiitos.

Henkilöstön motivoimiseksi on järjestetty saunailtoja ja retkiä, organisoitu ideakilpailuja ja kopioitu toisissa organisaatioissa hyviksi todettuja menettelytapoja. Ratkaisua on etsitty palkan korotuksista, palkinnoista ja julkisesta kiitoksesta. Kaikkia mahdollisia ”porkkanoita” on varmaan kokeiltu, mutta pitkällä aikavälillä tulokset eivät ole olleet vakuuttavia. Mistä oikein on kysymys?

## Mistä motivaatiossa on kysymys?

Motivoimisen problematiikka tulee paremmin ymmärretyksi, kun tarkastelemme lähemmin, mitä on motivaatio ja mihin se perustuu. Motivaation perustan muodostavat kaikki ne syyt, joiden vuoksi ihminen pyrkii tiettyyn tavoitteeseen. Motiivit ovat toiminnan psyykkisiä vaikuttimia. Yksilö kokee ne mielihyvän ja mielihäviön elämyksinä – haluina, tarpeina ja tunteina. Yksilön ulkoisia tavoitteita voivat olla esimerkiksi tietyn ansiotason saavuttaminen tai asunnon ostaminen. Sisäiset motiivit liittyvät vahvasti yksilön persoonallisuuteen, sen heikkouksiin ja vahvuuksiin. Kun kysymys on minuudesta, ihminen ei voi olla sataprosenttisesti selvillä kaikista omaan toimintaansa vaikuttavista tekijöistä. Osa sisäisistä tavoitteista on ihmisen itsensä tiedossa, osan hän pystyy tiedostamaan vain heikosti ja osa jää kokonaan tiedostamatta. Tästä syystä ihminen ei aina itsekään ymmärrä, miksi tunteet ja motiivit vaihtuvat hetkessä.

Motivoinnin epäonnistumisen ydin saattaa olla siinä, että varsin yleisesti tehdään tulkintoja toisten ihmisten motiiveista heidän ulkoisen käyttäytymisensä perusteella. Todellisuudessa yksilön sisäiset motiivit ovat muille tuntemattomia. Ulkopuolinen voi päästä niistä selville vasta syvällisten keskustelujen kautta. Kun syvällisiä keskusteluja ei käydä, yksilön todellinen motivaatio jää työyhteisössä yleensä epäselväksi. Samasta syystä motivointiyrityksetkään eivät tavoita ongelman ydintä, eivätkä niin ollen tuota haluttua tulosta.

## Motivaatio ja psyykkisen tasapainon säätely

Yksi tie henkilöstön motivaation parantamiseen on kehittää työyhteisöä niin, että sen toimintatavat eivät olisi ristiriidassa ihmisen psyykkistä tasapainoa säätelevien peruslainsäädösten kanssa. Psyykkisen tasapainon peruspilareita ovat itsemääräytyvyys, tarvitsevuus ja mielihyväteoria. Näiden periaatteiden vaikutusta ihmisen toimintaan voidaan kuvata karkeasti seuraavalla tavalla: Ihminen pyrkii koko ajan toimimaan niin, että hän kokee voivansa omalla toiminnallaan vaikuttaa elämäänsä. Kysymys on yksilön sisäisestä autonomian tunteesta. Kaikkea yksilön toimintaa säätelee mielihyväteoria. Sen mukaan ihminen pyrkii omalla ajattelullaan ja ulkoisella toiminnallaan varmistamaan, että toiminta tuottaa hänelle mahdollisimman paljon mielihyvää ja että siitä koituu mahdollisimman vähän mielihyvää. Sisäisen eheyden saavuttamiseksi ihminen tarvitsee muita ihmisiä. Eheyden tunteen saavuttaminen edellyttää, että kykenemme ylläpitämään itsestämme mielikuvaa, että muut suhtautuvat meihin omien mielikuviemme ja toiveittemme mukaisesti. Jo tämän perusteella on helppo ymmärtää, että sisäinen eheys rikkoontuu hyvin usein. Ristiriitoja syntyy myös siitä, että ihminen haluaa itse määrätä elämästään, mutta tarvitsevuutensa pakottamana joutuu samanaikaisesti ottamaan muut huomioon.

Motivaatiossa on kysymys yksilön sisäisistä prosesseista. Sisäiset päämäärät varmistavat, että yksilön ulkoinen toiminta on elämän kannalta mielekästä. Näin on myös työyhteisössä. Työyhteisön kehittämisessä on tärkeää luoda edellytyksiä työntekijöiden sisäisten päämäärien toteutumiselle. Työyhteisön motivationaalinen perusta on vahva, jos henkilöstö kokee voivansa omalla toiminnallaan vaikuttaa omaan työhönsä, työ on mielekästä ja sen tekemisestä saa mielihyvää.

## Mitä taimitarhoilla olisi tehtävä?

Ihmisen psyykkisten peruslainalaisuuksien ja motivaation huomioon ottamiseen taimitarhan arjessa on runsaasti mahdollisuuksia. Tilannetta voidaan valottaa Metsäntutkimuslaitoksessa tehdyn taimitarhatutkimuksen avulla. Kannisen ja Tervon tutkimuksessa (julkaisematon) tarkastellaan taimitarhatyöntekijöiden työoloja ja hyvinvointia Suomessa, USA:ssa ja Kanadassa. Suomesta tutkimukseen osallistui 187 kausivakinaista taimitarhatyöntekijää 15 taimitarhalla. Nyt kuvattavat tulokset koskevat ainoastaan suomalaisia taimitarhoja.

Tämän artikkelin päätavoitteena on saada lukijat pohtimaan muutosten tarpeellisuutta ja niiden mahdollisuutta taimitarhoilla. Tästä syystä taimitarhakohtaiset tulokset kuvataan tilastollisten suureiden sijasta graafisesti. Graafisella kuvauksella pystytään selkeämmin havainnollistamaan taimitarhojen välisiä eroja. Taimitarhoja koskevia tunnuksia ei anneta tunnistamisen estämiseksi. Tutkimuksen yhteydessä on sovittu erikseen, että taimitarhakohtaiset tulokset käsitellään luottamuksellisesti ja että ne tulevat ainoastaan kyseisen taimitarhan käyttöön. Kullakin tutkimukseen osallistuneella taimitarhalla on jo pidetty kehityspäivät, joiden yhteydessä on esitelty taimitarhan omat tulokset ja verrattu niitä Suomen, USA:n ja Kanadan keskiarvoihin. Taimitarhoilla tapahtuvaa kehitystyötä varten kullekin taimitarhalle on luovutettu taimitarhaa koskevat tulokset ja niiden pohjalta laadittu tiivistelmä heikkouksista ja vahvuuksista. Tässä graafisia tulostuksia esitellään esimerkinomaisesti vain osasta tutkimusaineistoa.

## Vastuu – työn laadun mittari

Asiakkaan kannalta merkittävin työn laadun mittari on taimien elinvoimaisuus. Taimien laatu ei riipu ainoastaan siementen alkuperästä, sääolosuhteista ja kasvatustekniikasta, vaan siihen vaikuttaa merkittävästi myös työntekijöiden ammattitaito ja motivoituneisuus.

Motivoituneisuus näkyy muun muassa vastuun kantamisessa. Taimitarhojen välillä oli huomattavaa vaihtelua siinä, missä määrin taimitarhatyöntekijät kokivat olevansa vastuussa taimituotannosta, taimien laadusta ja elinvoimaisuudesta. Keskimäärin 70 % tutkimukseen osallistuneista taimitarhatyöntekijöistä arvioi vastuunsa erittäin tai melko suureksi. Parhaimmillaan määrä oli lähes 90 % henkilöstöstä, mutta jollakin taimitarhalla vain 40 %. Suunnilleen joka toisella taimitarhalla osa työntekijöistä

koki vastuunsa erittäin tai melko vähäiseksi, yhdellä taimitarhalla yli viidesosa (kuva 1).

Huomattavasti suuremmat erot taimitarhojen välillä oli työntekijöiden käsityksissä siitä, kantavatko kaikki työntekijät vastuuta omasta työstään. Ainoastaan yhdellä taimitarhalla kaikki tutkimukseen osallistuneet vastasivat tähän kysymykseen. Heistä joka toisen mielestä kaikki kantoivat vastuun omasta työstään. Korkeimmillaan 80 % taimitarhan henkilöstöstä arvio kaikkien toimivan vastuullisesti, alimmallaan määrä oli vain 40 % (kuva 2).

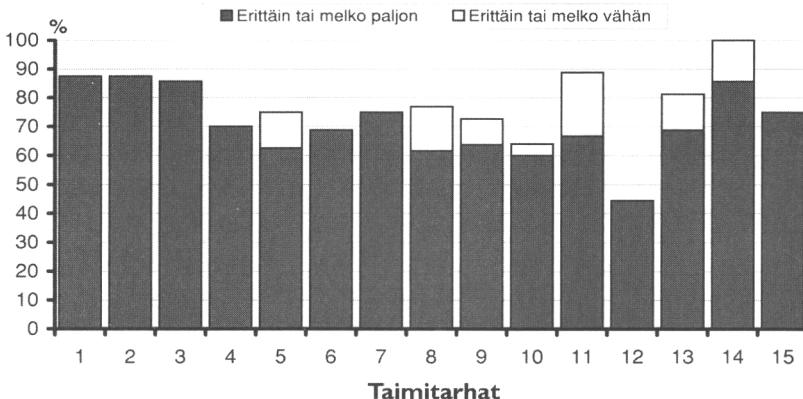
## Uudet työntekijät

Huolehtimalla uusien työntekijöiden perehdyttämisestä esimiehet voivat vaikuttaa sekä työntekijöiden motivoitumiseen että työn laatuun. Hyvällä perehdyttämisellä luodaan pohja oikeille työtavoille ja virheettömille työsuorituksille. Samalla vähennetään uusien työntekijöiden epävarmuutta omasta osaamisestaan.

Työntekijöiden arviot perehdyttämisen riittävydestä antavat synkän kuvan. Ainoastaan yhdellä taimitarhalla 75 % tutkimukseen osallistuneista piti perehdyttämistä riittävänä (kuva 3).

Sopeutumiseen taimitarhalle vaikuttaa perehdyttämisen ja oman persoonallisuuden lisäksi myös taimitarhan ilmapiiri. Huomattava osa tutkimukseen osallistuneista jätti arvioimatta, miten uudet työntekijät sopeutuvat taimitarhoille. Ainoastaan kolmella taimitarhalla yli 60 % vastanneista piti uusien työntekijöiden sopeutumista helppona. Muutamilla tarhoilla korostuivat puolestaan sopeutumisvaikeudet, yhdellä jopa niin, ettei myönteisiä arviointeja ollut lainkaan (kuva 4).

**Vastuu "oman" taimitarhan taimien laadusta**

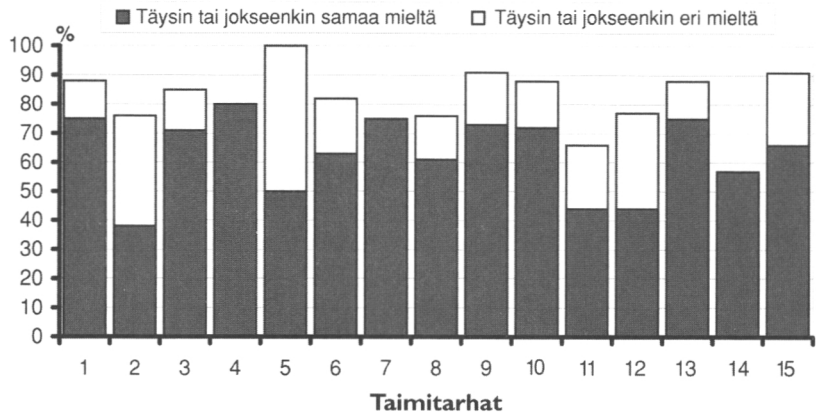


**Kuva 1**

Pylväät esittävät kysymykseen selkeän kannan ottaneiden osuutta. Puuttuva osa kuvaa tyhjien ja "en osaa sanoa" vastausten osuutta.

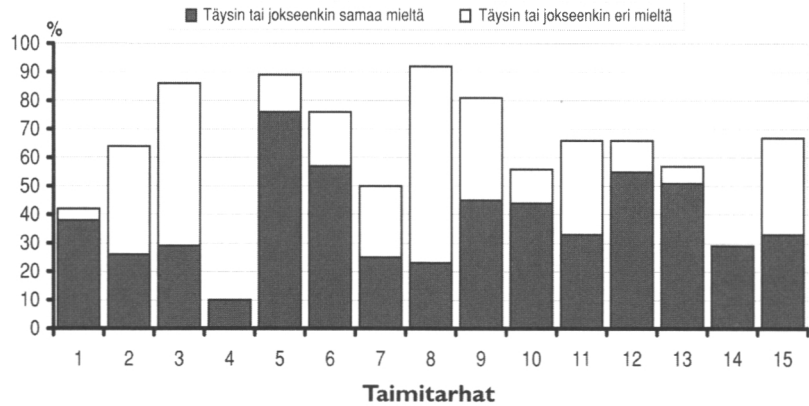
Kuva 2

**Kaikki työntekijät kantavat vastuun omasta työstään**



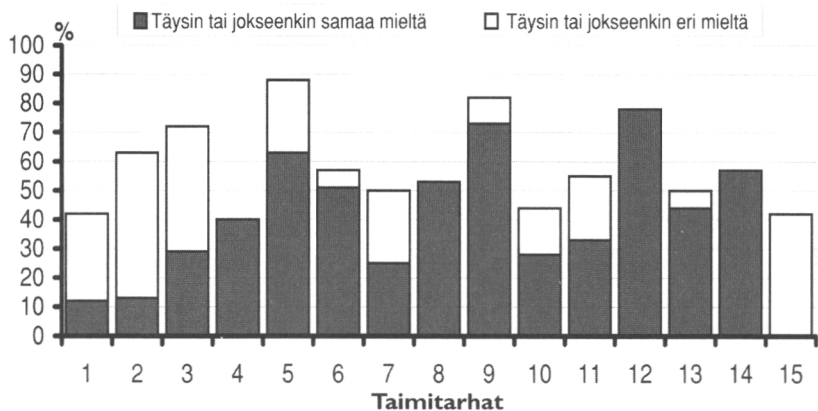
Kuva 3

**Uusien työntekijöiden perehdyttäminen on riittävää**



Kuva 4

**Uusien työntekijöiden on helppo sopeutua taimitarhalle**



## Tiedonkulku

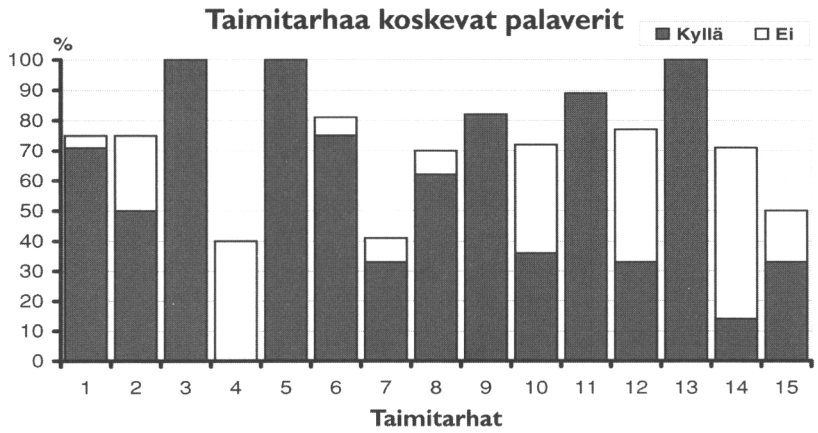
Tiedonkulku vaikuttaa monella eri tavalla sekä työyhteisön toimivuuteen että ilmapiiriin ja sitä kautta työntekijöiden motivaatioon ja työn laatuun. Henkilöstölle tiedottaminen on sen arvostamista. Kun taimitarhan henkilöstöllä on mahdollisuus kuulla, miten mennyt kausi on onnistunut, mitä muutoksia on tulossa ja mitä suunnitelmia johdolla on tulevaisuuden suhteen, sillä on mahdollisuus hahmottaa omaa toimintaansa kokonaisuuden osana. Yhteisistä tavoitteista keskusteleminen selkeyttää niin ikään kokonaisuuden hahmottamista ja lisää oman työn merkityksellisyyttä.

Taimitarhapalaverien pitäminen kerran tai pari vuodessa on hyvä kanava taimitarhan toimintaa koskevan yleisinformaation välittämiseen. Tämä toimintatapa on yleistynyt hyvin. Kuvasta 5 havaitaan, että suurimmalla osalla taimitarhoista palaverien pitäminen kuuluu toimintakulttuuriin. Näin ei kuitenkaan ole kaikkien taimitarhojen kohdalla. Osassa taimitarhoja on ristiriitaisia käsityksiä palaverien pitämisestä. Tämä selittyy sillä, että joillakin taimitarhoilla koko henkilöstö ei osallistu palaveriin (kuva 5).

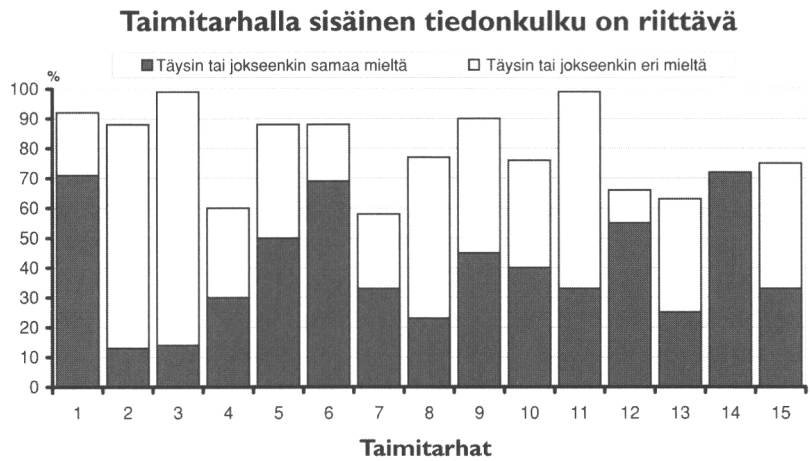
Palaverien lisäksi henkilöstö tarvitsee tietoa työhön liittyvistä ajankohtaisista asioista. Sisäinen tiedonkulku voidaan hoitaa johtajan tai työnjohtajan suullisina tiedonantoina tai ohjeina, kirjallisina tiedotteina tai jollakin muulla tavalla. Oleellista on, että sisäinen tiedonkulku on riittävää. Tässä asiassa Suomen taimitarhoilla on paljon parantamisen varaa, sillä ainoastaan kolmella taimitarhalla 70 % vastanneista piti taimitarhan sisäistä tiedonkulkua riittävänä, joillakin määrä oli vain 15 %. Kun oivalletaisiin, että sisäisen tiedonkulun parantamisella voidaan ennaltaehkäistä virheitä, vähentää henkilöstön epätietoisuutta, lisätä sitoutumista kokonaistavoitteisiin ja parantaa motivaatiota, riittävän informaation saatavuuteen kiinnitettäisiin todennäköisesti enemmän huomiota (kuva 6).

Työnjohtajan selkeät ohjeet ovat apu moneen työtilanteeseen. Niiden avulla voidaan välttää virheitä, ennaltaehkäistä turhaa työtä, lisätä työntekijän varmuutta omasta osaamisestaan ja sitä kautta vaikuttaa myönteisesti työntekijän motivaatioon. Useilla taimitarhoilla 80 % - 90 % työntekijöistä piti työnjohtajan antamia ohjeita selkeinä, mutta parantamisen varaakin löytyi monella taimitarhalla. Jollakin taimitarhoilla mielipiteet jakautuivat kahtia, ja jollakin ohjeita epäselvinä pitävien määrä oli suurempi kuin selkeitä ohjeita saaneiden määrä (kuva 7).

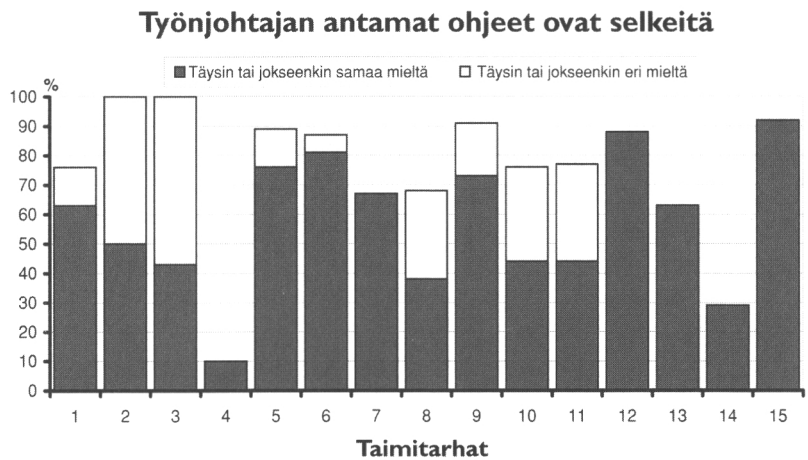
Kuva 5



Kuva 6



Kuva 7



## Johtaminen ja työilmapiiri

Taimitarhan johtajan toiminta henkilöstöjohtajana on monella tavalla yhteydessä henkilöstön motivaatioon, hyvinvointiin tai työn laatuun. Jos työyhteisössä ei pyritä ratkaisemaan ongelmia, asiat eivät selvene ja syntyy helposti uusia ongelmia. Johdon reagoimattomuus lisää turhautumista ja välinpitämättömyyttä ja vaikuttaa heikentävästi motivaatioon. Ongelmien käsittely ei ole helppoa, mutta ne eivät myöskään ratkea itsestään. Ongelmanratkaisupyrkimykset osoittavat jo sinällään johdon kiinnostusta henkilöstönsä hyvinvoinnista ja henkilöstön merkityksestä organisaatiolle.

Monilla taimitarhoilla vain vähän yli puolet tutkimukseen osallistuneista ilmaisi mielipiteensä ongelmien käsittelystä. Näyttää siltä, että ainoastaan yhdellä tutkimukseen osallistuneella taimitarhalla panostetaan voimakkaasti ongelmien käsittelyyn. Tämän taimitarhan henkilöstöstä peräti 80 % mielestä ongelmia pyritään ratkaisemaan. Useilla taimitarhoilla suurin osa henkilöstöstä oli sitä mieltä, että ongelmia ei pyritä käsittelemään (kuva 8).

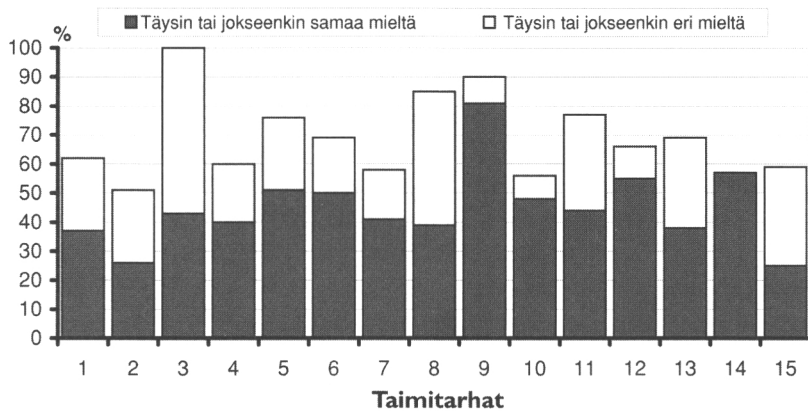
Taimitarhan johtajan tavoitettavuus on tärkeä tekijä taimitarhan toiminnassa varsinkin silloin, jos päätösvaltaa ei ole selkeästi delegoitu työnjohtajille tai työryhmille. Johtajan paikallaolo mahdollistaa sekä aidon vuorovaikutuksen henkilöstön kanssa että ongelmien ennaltaehkäisyn. Syntyneiden ongelmien käsittelykin helpottuu, kun niihin päästään johtajan läsnäollessa pureutumaan jo alkuvaiheessa. Tavoitettavuuden ohella on tärkeää, että johtaja on myös helposti lähestyttävä. Kynnys asioiden esille ottamiseen on silloin riittävän matala.

Useilla taimitarhoilla tilanne on tässä suhteessa hyvin. Parhaimmillaan noin 90 % taimitarhan henkilöstöstä arvioi johtajan olevan helposti tavoitettavissa. Muutamilla taimitarhoilla tilanne on tässä suhteessa ongelmallinen, sillä vain 10-30 % henkilöstöstä katsoo johtajan olevan helposti tavoitettavissa (kuva 9).

Työntekijöiden yhteistyökyky kuvaa työyhteisön ilmapiiriä. Se liittyy läheisesti organisaation johtamiseen ja ongelmien ratkaisuun. Kun yhteistyö ei suju, työn tekeminen vaikeutuu ja joudutaan käyttämään paljon henkisiä voimavaroja jumiutuneen tilanteen ohittamiseen. Kysymys ei ole vain kahden henkilön välisestä ongelmasta, vaan se heijastuu paljon laajemmalle työyhteisössä ja vaikuttaa sen ulkopuolellakin. Yhteistyöongelmat vaikuttavat negatiivisesti henkilöstön motivaatioon ja työssä viihtymiseen. Pitkään jatkuessaan ne heikentävät myös hyvinvointia.

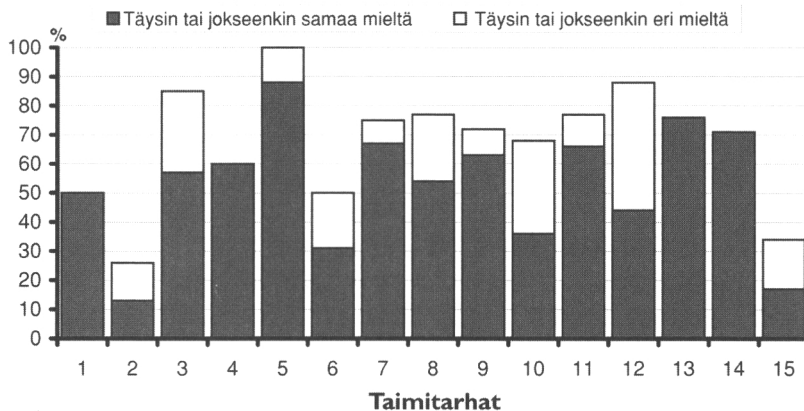
Kuva 8

### Ongelmia pyritään ratkaisemaan



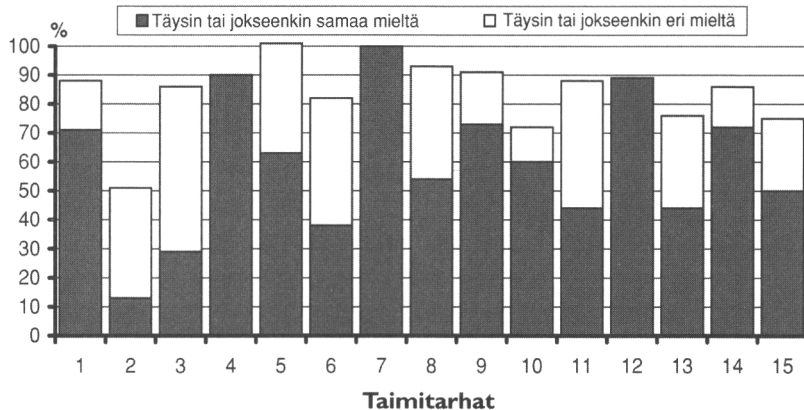
Kuva 9

### Taimitarhan johtaja on helposti tavoitettavissa



Kuva 10

### Työntekijöillä on hyvä yhteistyökyky



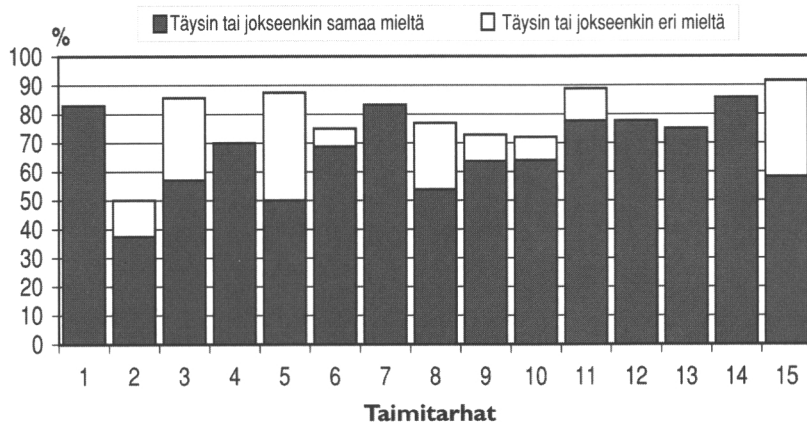
Tutkimuksen mukaan taimitarhoilla näyttäisi olevan paljon kehitettävää yhteistyön osalta. Kuvasta 10 havaitaan, että muutamilla taimitarhoilla jopa 40-50 % henkilöstöstä näkee yhteistyössä olevan ongelmia. Mutta positiivisia poikkeuksiakin on. Kahdella tutkimukseen osallistuneella taimitarhalla 90 % vastanneista piti työntekijöiden välistä yhteistyötä hyvänä. Yhdellä taimitarhalla sitä mieltä olivat kaikki (kuva 10, s.51).

Uudistukset ja taimitarhan kehittäminen vaikuttavat myönteisesti henkilöstön motivaatioon varsinkin silloin, jos henkilöstö saa olla aidosti mukana kehittämistoiminnassa. Kehitysmuönteisyys oli tunnusomaista tutkimukseen osallistuneille taimitarhoille. Tosin joillakin taimitarhoilla on tässäkin asiassa on parantamisen varaa, sillä yli 30 % mielestä taimitarhan ilma- piiri ei ollut kehitysmuönteinen (kuva 11).

Pienenä yksityiskohtana uudistumishalukkuudesta ja henki- löstön mielipiteiden arvostamisesta on aloitteellisuuteen rohkai- seminen. Tässä suhteessa taimitarhat poikkeavat suuresti toisis- taan. Joillakin taimitarhoilla kaikki kysymykseen vastanneet (60–70 %) katsoivat, että johtaja rohkaisee henkilöstöä aloitteelli- suuteen, joillakin kannustus oli vähäistä tai sitä ei ollut lainkaan (kuva 12).

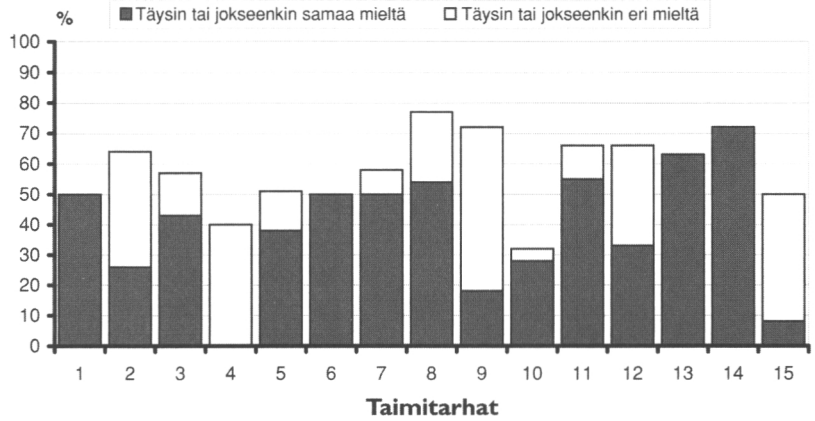
**Taimitarhalla on kehitysmuönteinen ilmapiiri**

**Kuva 11**



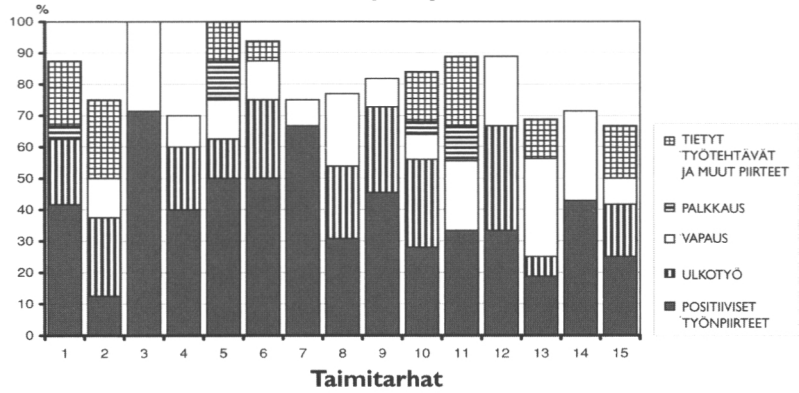
Kuva 12

### Taimitarhan johtaja rohkaisee aloitteellisuuteen



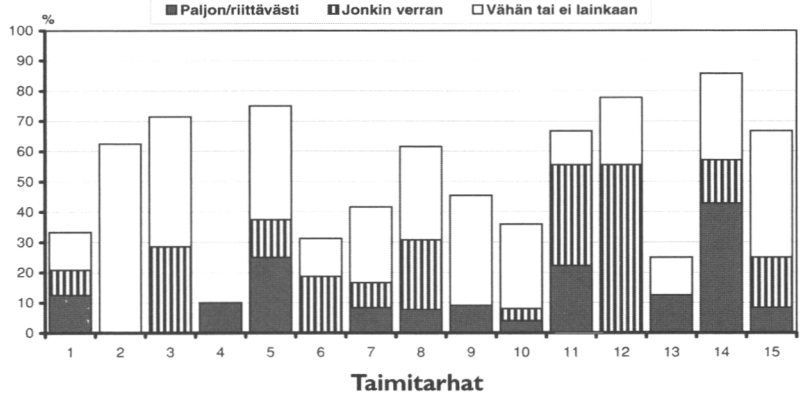
Kuva 13

### Tärkein työn piirre



Kuva 14

### Vaikutusmahdollisuudet omaan työhön



## Työn piirteet ja vaikutusmahdollisuudet

Erityisesti motivaation kannalta on mielenkiintoista tarkastella, mitä piirteitä työntekijät pitävät taimitarhatyössä kaikkein tärkeimpänä. Suurimman osan mielestä tärkeintä ei ole palkka, vaan työhön liittyvät positiiviset piirteet. Joillekin se on hyvä ilmapiiri ja mahdollisuutta tavata muita ihmisiä, toisille on tärkeintä saada toteuttaa itseään ja nähdä työnsä tulokset, joillekin muille merkitsee eniten työn vaihtelevuus ja nopeatahtisuus. Hyvin monien taimitarhatyöntekijöiden mielestä tärkeintä oli ulkotyö ja työhön liittyvä vapaus. Ainoastaan muutamat taimitarhatyöntekijät pitivät tärkeimpänä seikkana palkkaa.

Kuvasta 14 havaitaan, että tärkeystään huolimatta vaikutusmahdollisuudet omaan työhön olivat monien mielestä vähäiset tai puuttuivat kokonaan (kuvat 13 ja 14, s. 53).

## Tulevaisuuden haasteet

Henkilöstön motivaatio vaikuttaa laaja-alaisesti taimitarhan tuotantoon ja työntekijöiden hyvinvointiin. Motivaation parantaminen koko organisaation tasolla on tulevaisuuden haaste. Se edellyttää toimintakulttuurin muuttamista ja työntekijöiden psyykkisten prosessien huomioon ottamista kehitystoiminnassa. Muutosten aikaansaamiseksi ei tarvita organisaatiomuutoksia eikä muitakaan työläitä suunnitelmia. Muutosprosessi voi alkaa jo siitä, kun pysähdymme miettimään omaa toimintaamme uudesta näkökulmasta ja vastaamme itse omaan kysymykseemme: ”Mitkä tekijät vaikuttavat negatiivisesti omaan motivaatiooni taimitarhalla? Mitä minä itse voisin tehdä tilanteen parantamiseksi?”

## Kirjallisuus:

- Harstela, P. 1977. Taimitarhatyöntekijäin mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. Metsänviljelynkoeaseman tiedonantoja 21. 14 s.
- & Tervo. L. 1975. Eräitä ennakkotuloksia Pieksämäen ja Pekolammin taimitarhoilla suoritetusta työviihtyvyyss-tiedustelusta. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto, Suonenjoen koeasema. Moniste. 4 s.
- Matikainen, E., Aro, T., Kalimo, R., Ilmarinen, J. & Torstila, I. 1995. Hyvä työkyky. Työkyvyn ylläpidon malleja ja keinoja. Työterveyslaitos ja Eläkevakuutusosakeyhtiö Ilmarinen.

- Lindström, K. (toim.). 1994. Terve työyhteisö – kehittämisen malleja ja menetelmiä. Työterveyslaitos. 241 s.
- & Kalimo. R. (toim.). 1987. Työpsykologia. Terveys ja työelämän laatu. Työterveyslaitos. 289 s.
- Lönnqvist, J. 1994. Johtajan ja johtamisen psykologiasta. Uudet haasteet – uudet näkemykset. Valtionhallinnon kehittämiskeskus. 97 s.
- Vahtera, J. & Pentti, J. 1995. Voimavarat, terveys ja työelämän murros. Työterveyslaitos. Työ ja ihminen. Tutkimusraportti 7. 131 s.
- Vuorinen, R. 1990. Persoonallisuus ja minuus. WSOY. 325 s.
- 1997. Minän synty ja kehitys. WSOY. 368 s.

# Kylvöajankohta ja kuusen taimien pituuskehitys ja karaistuminen

*Kyösti Konttinen, Risto Rikala ja Jaana Luoranen*

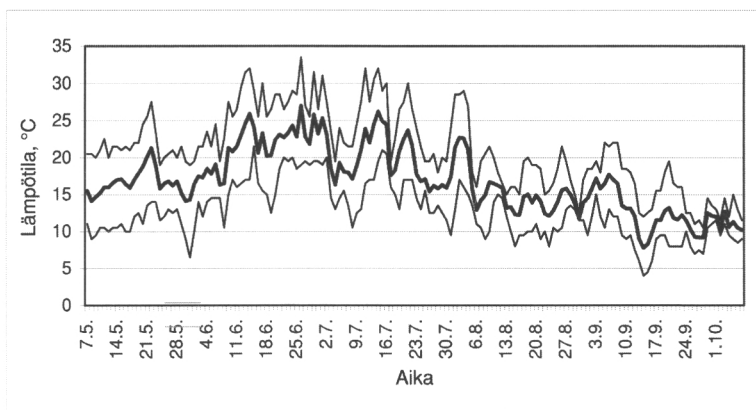
## Johdanto

Taimitarhoilla on “tuotevalikoima” muuttunut ja muuttumassa edelleen voimakkaasti. Istutuskauden jatkaminen ja kesäistutus saattavat tulevaisuudessa edellyttää taimitarhoilta laadukkaiden taimien saatavuutta läpi kasvukauden. Useiden taimisatojen tuottaminen yhdessä kasvukaudessa sekä sopivan mittaisten ja riittävän karaistuneiden taimien tuottaminen vaatii kylvöaikojen rytmittämistä ja eri aikoina kylvettyjen taimien entistä tarkempaa morfologisen kehityksen ja karaistumisen tuntemista ja hallintaa.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää kylvöajankohdan vaikutusta kuusentaimien pituuskehitykseen ja karaistumiseen kylvövuonna. Tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan usein taimitarhoilla esitettyyn kysymykseen, kuinka myöhään kuusta voidaan kylvää niin, että taimet ehtivät karaistumaan muovihuoneessa ja kestävät pakkasta lokakuussa.

## Aineisto ja menetelmät

Taimet kasvatettiin Suonenjoen taimitarhan muovihuoneessa kesällä 1999. Kasvatuksessa käytettiin PL-81F arkkeja ja peruslannoitettua Vapon metsätaimiturvetta. Kahdeksana ajankohtana (7.5., 17.5., 27.5., 7.6., 17.6., 28.6., 7.7. ja 16.7.) kylvettiin 2-3 kuusen (SV 111) siementä kennoa kohti. Jokaisena ajankohtana kylvettiin neljä arkkia eli yhteensä 32 arkkia. Kylvökset peitettiin hiekalla. Taimia lannoitettiin kasvatuksen aikana normaalin tarhakäytännön mukaan. Aikaisemmille kylvöille lannoituskertoja tuli luonnollisesti enemmän kuin myöhemmille kylvöerille. Pituuskasvun seuranta aloitettiin taimien harvennuksen jälkeen noin neljä viikkoa kylvöstä. Jokaisen taimiarkin keskimäisen taimirivin joka toisen taimen (20 tainta/kylvöerä) pituus mitattiin maan pinnasta kasvupisteeseen viikon välein. Syyskuussa seurattiin samoista taimista myös päätesilmujen muodostumista. Vuorokauden keskilämpötilaa (kuva 1) ja lämpösumman



**Kuva 1.**  
Vuorokauden keskilämpötila (paksu viiva) sekä minimi- ja maksimilämpötilat muovihuoneessa kasvu-kauden aikana 1999.

kertymistä seurattiin muovihuoneessa lokakuun puoliväliin saakka. Eri kylvöerille syyskuun loppuun mennessä kertyneet lämpösummat olivat kylvöjärjestyksessä: 1774, 1665, 1536, 1408, 1236, 1040, 898 ja 740 d.d.

Taimien karaistumista mitattiin altistamalla ne  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilaan kaksi kertaa syksyn aikana (23. 9. ja 7.10). Molempiin testeihin otettiin yksi taimiarkki jokaisesta kylvöerästä. Testattavat taimiarkit (8 arkkia) altistettiin kahdessa samanlaisessa kasvatuskaapissa (Weiss 1600 Sp). Kaappien lämpötila laskettiin  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilasta  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  tunnissa  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n testilämpötilaan, jota pidettiin 3 tuntia. Lämpötilan nousunopeus oli myös  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  tunnissa. Aitistuksen jälkeen testiarkit siirrettiin kasvihuoneeseen  $20/15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (päivä/yö) lämpötilaan, jossa taimet saivat myös lisävaloa 8 tuntia päivässä. Pakkastestin aiheuttamat vauriot inventoitiin kahden viikon kuluttua arvioimalla taimikohtaisesti vaurioituneiden (ruskettuneiden) neulasten osuus  $25\text{ }%$ :n luokissa.

## Tulokset ja tarkastelu

### Pituuskasvu ja silmujen muodostuminen

Ensimmäiseksi, toukokuun 7. päivänä kylvytetyt taimet kasvoivat  $16\text{ cm}$ :n pituisiksi. Kesäkuun lopulla ja heinäkuussa kylvytetyt taimet jäivät alle  $6\text{ cm}$ :n pituisiksi (kuva 2). Viimeisen kylvöerän (16.7.) taimet saavuttivat vain  $3\text{ cm}$ :n pituuden. Touko-kesäkuun kylvöksillä pituuskasvu päättyi elokuun lopulla, mutta heinäkuun kylvökset kasvoivat pituutta syyskuun puoliväliin saakka. Toukokuussa kylvyettyjen taimien kaikki päätesilmut olivat muodostuneet 20.9. mennessä ja kesä–heinäkuussa kylvyettyjen viikkoa, kahta myöhemmin. Lämpimästä kesästä johtuen muovihuoneen päivälämpötila nousi ajoittain kesä–heinäkuussa

yli 30 °C:n (kuva 1), mikä saattoi hidastaa myöhemmin kylvettyjen siementen itämistä ja taimien alkukehitystä.

Taimien pituuskasvun päättyminen on karaistumisen edellytys. Pituuskasvun päätymiseen kuusentaimilla vaikuttaa Kosken (1999) mukaan sekä kertynyt lämpösumma että päivänpituus. Näiden tekijöiden vaikutusta pituuskasvun päätymiseen tarkastellaan kuvassa 3. Lämpösumman ja päivänpituuden vaikutus kasvun päätymiseen on tällä aineistolla varsin yhtenevä Kosken ja Sieväsen (1985) esittämän riippuvuuden kanssa. Mitä vähemmän lämpösummaa ehti kertyä (mitä myöhäisempi kylvö), sitä pitemmässä yössä (sitä myöhemmin) taimien pituuskasvu päättyi. Näin ollen myöhemmin kylvetyillä taimilla myös karaistuminen saattoi käynnistyä myöhemmin.

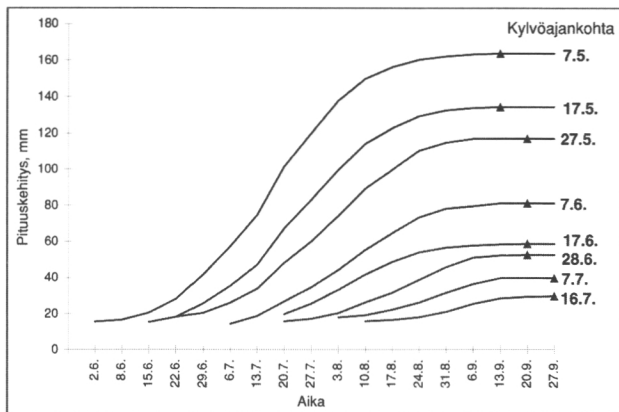
### Pakkaskestävyys

Ensimmäisessä pakkastestissä (23.9.) -10 °C:ssa vaurioituneiden taimien määrä vaihteli 12-50 %:iin. Erot vaurioituneiden taimien määrässä aikaisten ja myöhäisten kylvöjen välillä olivat vähäiset. Myöhäisten kylvöjen vaurioituneissa taimissa ruskettuneiden neulasten osuus oli kuitenkin suurempi kuin aikaisemmissa kylvöissä (kuva 4a). Toisessa pakkastestissä (7.10.) vauriot kaikissa erissä olivat vähäisiä. Vaurioituneiden taimien määrä vaihteli 0-10 %. Vaurioita esiintyi 17.6. ja myöhemmin kylvetyissä taimissa, poikkeuksena oli kuitenkin 7.7. kylvö, jossa vaurioita ei ollut (kuva 4b).

Lämpimän kesän ansiosta lämpösumma kohosi vielä viimeisen kylvöerän taimilla yli 700 d.d., joka Kosken (1999) käsityksen mukaan on taimen karaistumisen kannalta riittävä. Syksy oli hyvin lämmin, vielä lokakuun ensimmäisellä viikollakin keskilämpötila oli muovihuoneessa n. 10 °C (kuva 1). Yleensä yksivuotiaiden muovihuoneessa kasvaneiden kuusien versot kestävät -10 °C lokakuun alussa. Viimeisissä kylvöksissä taimien pituuskasvun päättyminen viivästyi vajaalla kuukaudella ja se saattoi hidastaa lämpimästä syksystä johtuen myös taimien karaistumista.

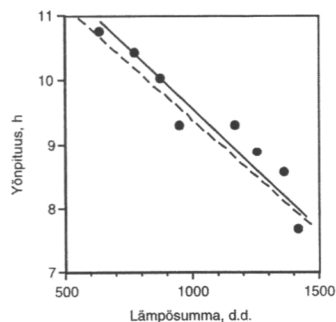
## Kuva 2.

Eri aikoina muovihuoneeseen kylvettyjen kuusien pituuskehitys kylvöajoin. Kuvaajat edustavat 20 taimen keskiarvoa ja kolmio ajankohtaa, jolloin päätesilmut olivat muodostuneet vähintään 50 %:iin taimista. Eri kylvöerille syyskuun loppuun mennessä kertyneet lämpösummat olivat kylvöjärjestyksessä: 1774, 1665, 1536, 1408, 1236, 1040, 898 ja 740 d.d.



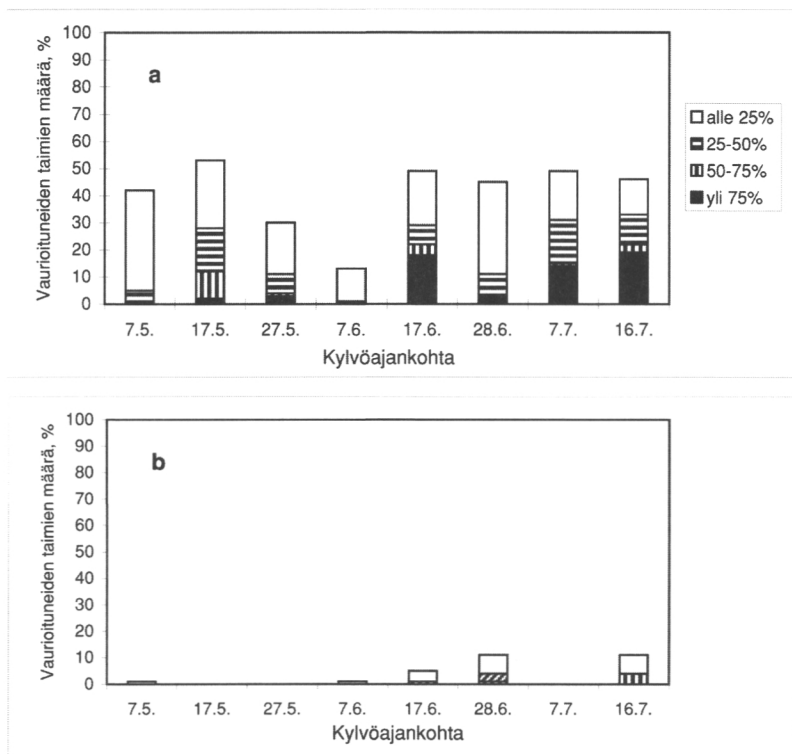
## Kuva 3.

Lämpösumman ja yön pituuden yhteisvaikutus ensimmäisen kesän kuusentaimien pituuskasvun päättymiseen. Vaakakselilla kylvöstä kasvun päättymiseen (95 % taimien loppupituudesta) kertynyt lämpösumma ja pystyakselilla yön pituus tunteina (auringon laskusta auringon nousuun) kasvun päättyessä. Yhtenäinen viiva kuvaa aineistosta laskettua regressiosuoraa ja katkoviiva Kosken ja Sieväsen (1985) esittämää riippuvuutta.



## Kuva 4.

Eri aikoina kylvettyjen kuusentaimien neulasvauriot  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n pakkastestissä  
 a) 23.9. ja  
 b) 7.10.  
 Vaurioituneiden taimien määrä on laskettu yhdestä taimiarkista (ä 81 tainta). Vauriot luokiteltiin neljään luokkaan: alle 25 %, 25-50 %, 50-75 % ja yli 75 % neulasista ruskettunut.



## Päätelmät

Runsaan kahden kuukauden ero kylvöajoissa pienensi kuusen-  
taimien loppupituutta 16 cm:stä 3 cm:iin. Tähän verrattuna erot  
taimien verson pakkaskestävyydessä kylvöaikojen välillä jäivät  
varsin vähäisiksi, joskin viimeisimpien kylvöksien taimista osa  
vaurioitui lievästi lokakuun alussa -10 °C altistuksessa. On kui-  
tenkin muistettava, että kasvukausien sääolot voivat vaihdella  
paljon ja ennen lopullisia johtopäätöksiä tarvitaan vielä lisä-  
kokeita, joita taimitarhoilla olisi syytä tehdä paikallisissa olo-  
suhteissa ja kasvatettavilla alkuperillä. Nykytiedon pohjalta  
voidaan todeta vain, että kylvöt kannattaa tehdä varman päälle  
kesäkuun loppuun mennessä.

## Kiitokset

Pekka Savola, Sirpa Kolehmainen ja Rauha Talja hoitivat kokei-  
den perustamisen ja mittaukset.

## Kirjallisuus

- Koski, V. 1999. Lämpösumman käytöstä kuusen taimikasvatuk-  
sessa. Julkaisussa Poteri, M. (toim.). Taimitarhatutkimuksen  
vuosikirja 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja  
755: 21-26.
- & Sievänen, R. 1985. Timing of growth cessation in  
relation to the variations in the growing season. Teoksessa:  
Tigerstedt, P.M.A., Puttonen, P. & Koski, V. (toim.). Crop  
Physiology of Forest Trees. Proceedings of an International  
Conference on Managing forest trees as cultivated plants  
held in Finland, July 23-28, 1984, s.167-191.

# Lyhytpäiväkäsittelyn ajoitus ja kesto yksivuotisilla kuusen taimilla

*Kyösti Konttinen ja Risto Rikala*

## Johdanto

Lyhytpäivä (LP) käsittelyn yleistyessä kuusen kasvatuksessa on taimitarhoilla kustannusten minimoimiseksi tarve käsitellä yhä suurempia taimimääriä saman käsittely-yksikön alla peräkkäin. LP-käsittelyn ajoitus ja kesto vaikuttavat mm. siihen, montako taimierää on mahdollista käsitellä kasvukauden aikana saman pimennysverhon alla. Toisaalta käsittelyn vaikutukset taimiin riippuvat käsittelyn kestoista ja ajoituksesta, eikä niitä voi rajattomasti vaihdella käsittelytuloksen ja taimien laadun kärsimättä.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin lyhytpäiväkäsittelyn ajankohdan ja keston vaikutusta yksivuotiaiden kuusentaimien kasvuun sekä verson karaistumiseen. Vastauksia haettiin mm. seuraaviin kysymyksiin: Voiko käsittelyn aloittaa jo heinäkuun alussa ja onko elokuun puolivälin jälkeen tehdyllä käsittelyllä enää merkitystä taimien karaistumiseen? Pysähtyykö taimien kasvu, ja nopeutuuko niiden karaistuminen jo lyhyessä, yhden viikon käsittelyssä?

## Taimimateriaali ja kasvatusolosuhteet

Kokeeseen valittiin taimet muovihuoneeseen PL-81F kennoihin 24.4.1998 kylvetystä käytännön taimikasvatuksen taimierästä. Kasvualustana oli lannoitettu ja kalkittu metsätaimiturve (VAPO E). Kasvatusarkit olivat muovikourujen päällä n. 10 cm:n korkeudella maasta. Muovihuoneessa oli varjostusverkko (30 %:n varjostus) ja taimierää pidettiin huoneessa lokakuun puoliväliin saakka. Taimia lannoitettiin (Superex 9, Kekkilä Oy) 6 kertaa, 5–10 g/m<sup>2</sup> kerta-annoksina. Turpeen puristenesteen johtokyky vaihteli välillä 0,6–1,3 mS/cm laskien syksyä kohti. Lämpösummaa taimille kertyi 1.7. mennessä n. 690 d.d. ja 28. 8. mennessä 1500 d.d..

## LP-käsittelyt

Taimet kasvoivat muovihuoneessa LP-käsittelyn alkamiseen saakka. Koearkit (2 kpl/käsittely) siirrettiin LP-käsittelyyn, joka toteutettiin muovihuoneen kaariin (muovit poistettu) kiinnitetyn, kellokoneistolla ohjatun pimennysverhon (LS100) avulla. Käsittelyn jälkeen taimet siirrettiin ulkokentälle. Kahdessa ensimmäisessä (1.7. ja 10.7.) kolmen viikon käsittelyssä oli vakioarkkien (2 kpl) lisäksi myös kolmannet arkit, jotka siirrettiin käsittelyn päätyttyä takaisin muovihuoneeseen karaistumisen vertailua varten. LP-käsittelyissä yön pituus oli 14 tuntia (verho avautui klo 7.30 ja sulkeutui 17.30) 27.8. saakka, minkä jälkeen yön pituus oli 16 tuntia (verho sulkeutui 15.30). LP-käsittelyjen alkamisajankohdat ja käsittelyjaksojen pituudet olivat seuraavan asetelman mukaiset.

---

### LP-käsittelyn aloitus LP-käsittelyn pituus

	viikkoina
1. 7.	2, 3 ja 4
10. 7.	1, 2, 3 ja 4
20. 7.	2, 3 ja 4
30. 7.	1, 2, 3 ja 4
10. 8.	2 ja 3
19. 8.	1, 2 ja 3
28. 8.	2 ja 3

---

LP-käsittelyn aikana ja sen jälkeen ulkokentällä taimiarkit olivat kasvatuskankaan päällä maassa. Taimia lannoitettiin käsittelyjen aikana ja jälkeen samalla tavalla kuin vertailutaimia muovihuoneessa. Ilman lämpötilaa seurattiin termografilla taimien tasalta käsittelyjen aikana. Lämpötila laski tasaisesti heinäkuun alusta syksyä kohti. Vuorokauden keskilämpötila oli ensimmäisen LP-käsittelyn aikana (1.7. -14. 7.) 18,8 °C, viimeisessä käsittelyssä (28.8.-10.9.) 12,1 °C.

## Pakkastestit

Taimien karaistumista seurattiin altistamalla ne kasvatuskappissa (Weiss 1600 Sp) pakkaslämpötiloihin syksyn aikana kolme kertaa (31.8.-2.9., 21.-22.9. ja 7.10.). Taimien suuren lukumäärän vuoksi altistukset jouduttiin tekemään ensimmäisellä kerralla kolmena ja toisella kerralla kahtena peräkkäisenä yönä. Jatkossa kutakin altistuskertaa kuvataan yhdellä päivämäärällä

(1.9., 22.9. ja 7.10.). Altistuslämpötila oli ensimmäisellä kerralla  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja kahdella viimeisellä kerralla  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kaapin lämpötila laskettiin  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  tunnissa haluttuun testilämpötilaan, jota pidettiin kolme tuntia ja lämpötilaa nostettiin  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  tunnissa, kunnes saavutettiin huonelämpötila.

Testitaimiksi (20 kpl) valittiin peräkkäiset taimet koearkin kolmesta arvotusta taimirivistä. Taimet siirrettiin juuripaakkui-neen PL-81F kennostoihin, jotka suojattiin styroksilla ja saha-jauholla juurten vaurioitumisen estämiseksi altistuksen aikana. Testin jälkeen taimet siirrettiin  $20/15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (päivä/yö) lämpötilaan kasvihuoneeseen, jossa käytettiin lisävaloa kahdeksan tuntia vuorokaudessa. Pakkasaltistuksen taimille aiheuttamat vauriot arvioitiin silmävaraisesti ruskettuneiden neulasten osuutena 10 %:n luokissa kahden viikon kuluttua altistuksesta. Toisella ja kolman-nella kerralla (22.9. ja 7.10.) eivät kaikki toteutetut LP-käsittely-vaihtoehdot olleet mukana testauksessa. Mukaan valittiin lähinnä sellaisia käsittelyjä, joiden taimia paleltui vielä edellisellä kerralla.

## Taimien mittaukset

Pituusmittaukseen valittiin koearkin kahdesta arvotusta taimi-rivistä joka toinen taimi (yhteensä 10 tainta). Taimien pituus mitattiin ennen LP-käsittelyn alkamista ja kasvun päätyttyä (7.9.) sekä läpimitta 20.10. Taimien tanakkuus ilmoitetaan läpimitan ja pituuden suhteena kerrottuna 1000:lla. Samoista taimista seurattiin silmävaraisesti silmujen muodostumista LP-käsittelyn alkamisen jälkeen kaksi kertaa viikossa, kunnes kaikki silmut olivat muodostuneet. Pituusmittauksen yhteydessä 7.9. tarkas-tettiin myös, oliko silmuja puhjennut uudelleen kasvuun.

# Tulokset ja tarkastelu

## Pituuskasvu

Mitä aikaisemmin LP-käsittely tehtiin, sitä lyhemmiksi taimet jäivät. Taimet kasvoivat heinäkuun käsittelyissä noin 2 cm käsittelyn alkamisen jälkeen (kuva 1). Elokuussa LP-käsittely ei enää juuri vaikuttanut taimien pituuteen, koska taimet olivat jo lähes lopettaneet pituuskasvun. Rantasen (1997) mukaan jo kahden viikon ero LP-käsittelyn ajankohdassa heinäkuussa näkyy selvästi myös taimien loppupituudessa.

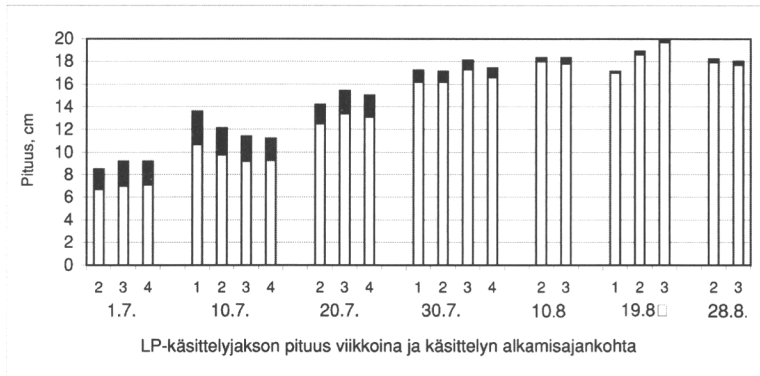
Tässä tutkimuksessa jo yhden viikon LP-käsittely riitti pysäyttämään taimien pituuskasvun. Rantanen (1997) on todennut aikaisemmin, että taimien loppupituudet eivät poikkea kahden ja kolmen viikon pituisten LP-käsittelyjen välillä. Sen sijaan muilla kuusilajeilla tilanne saattaa olla toisin. Easthamin (1991) mukaan LP-käsittelyjakson jatkaminen yhdestä neljään viikkoon on vaikuttanut sitkankuusi x valkokuusen loppupituuteen.

## Silmujen muodostuminen

Heinäkuun alun (1.7.) käsittelyissä 50 % silmuista oli muodostunut noin 20 vrk käsittelyn alkamisesta, kun taas heinäkuun lopussa (30.7.) aloitetuissa käsittelyissä silmut muodostuivat vasta noin 35 vrk käsittelyn alkamisesta. Myöhempien (10.8. ja 19.8.) käsittelyjen taimissa silmujen muodostuminen oli alkanut jo ennen käsittelyä ja viimeisen LP-käsittelyn alkaessa 28.8. kaikki silmut olivat jo muodostuneet. Käsittelyjakson pituudella ei ollut vaikutusta silmujen muodostumiseen. Erot silmujen muodostumiseen kuluneessa ajassa johtuivat todennäköisesti lämpötilasta käsittelyn aikana ja sen jälkeen. Vuorokauden keskilämpötila elokuussa oli selvästi heinäkuuta alhaisempi, mikä LP-käsittelystä huolimatta hidasti myös silmujen kehitystä. Tähän viittaa myös se, että muovihuoneessa olleiden vertailu- taimienkin silmut muodostuivat aikaisemmin kuin 30.7. aloitetussa LP-käsittelyssä olleiden taimien.

## Jälkikasvu

Jälkikasvua ei esiintynyt taimissa minkään käsittelyn jälkeen, ei myöskään 1.7. ja 10.7. käsitellyissä (kolme viikkoa) ja takaisin muovihuoneeseen siirretyissä taimissa. Rantasen (1997) mukaan 10.7. aloitetun kahden viikon käsittelyn jälkeen on esiintynyt jälkikasvua, mutta ei enää myöhemmin 24.7. aloitetussa käsittelyssä. Myös sitkankuusi x valkokuusen taimilla on esiintynyt



### Kuva 1.

Kuusen yksi-vuotiaiden taimien pituus ennen LP-käsittelyä (valkea pylväs) ja kasvu LP-käsittelyn (14 h yö ja 28.8. jälkeen 16 h yö) alkamisen jälkeen (musta pylväs) eri pituisissa (1, 2, 3 ja 4 viikkoa) käsittelyissä käsittelyajankohdittain. Pylväät edustavat 10 taimen keskiarvoa. Vertailutaimien pituus on 19 cm.

jälkikasvua aikaisessa vaiheessa tehdyn lyhyen LP-käsittelyn jälkeen, mutta jälkikasvun esiintyminen saattoi vaihdella eri vuosina samallakin alkuperällä samanlaisessa käsittelyssä (Estham 1991). Viileä syyskesä 1998 todennäköisesti vaikutti niin, että jälkikasvua ei tässä tutkimuksessa esiintynyt ennen heinäkuun puoliväliä aloitettujen yhden- kahden viikon käsittelyjen jälkeenkään.

### Läpimitta ja tanakkuus

Erot taimien läpimitassa olivat hyvin vähäiset heinäkuussa aloitettujen 1-3 viikon käsittelyjen välillä, vaikka taimien pituuserot olivat suuret (kuva 1, taulukko 1). Läpimitan kasvu jatkui vaikka pituuskasvu päättyi. Käsittelyjakson pituus vaikutti läpimitaan vain 1.7. ja 10.7. alkaneissa neljän viikon käsittelyissä, joissa taimien läpimitta jäi merkittävästi lyhempiä käsittelyjä pienemmäksi (taulukko 1). Kuusen läpimitan kasvu ei näyttäisi hidastuvan 14 tunnin yössä heinäkuussa, jos ei käytetä yli kolmen viikon käsittelyjaksoa.

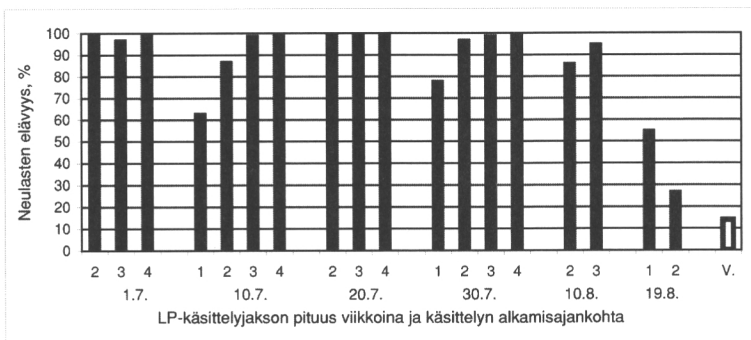
Mitä varhemmin heinäkuussa taimet LP-käsiteltiin sitä tanakampia ne olivat syksyllä. Tanakkuudessa ei ollut eroa kuitenkaan enää myöhemmin 30.7. -28.8. aloitetuissa käsittelyissä (taulukko 1). Käsittelyjakson pituus vaikutti tanakkuuteen vain kahdessa ensimmäisessä (1.7. ja 10.7.) neljän viikon käsittelyssä, joissa taimien tanakkuus (kuten läpimitakin) oli merkittävästi lyhempiä käsittelyjä pienempi.

**Taulukko 1.** Yksivuotiaiden kuusen taimien läpimitta ja tanakkuus (1000 \* läpimitta (mm)/pituus (mm)) lokakuussa LP-käsittelyittäin. Tukeyn testin mukaan 5 %:n riskillä toisistaan eroavat saman LP-käsittelyajankohdan tanakkuuden keskiarvot on merkitty eri kirjaimella. Keskiarvot perustuvat 20 taimesta tehtyihin havaintoihin.

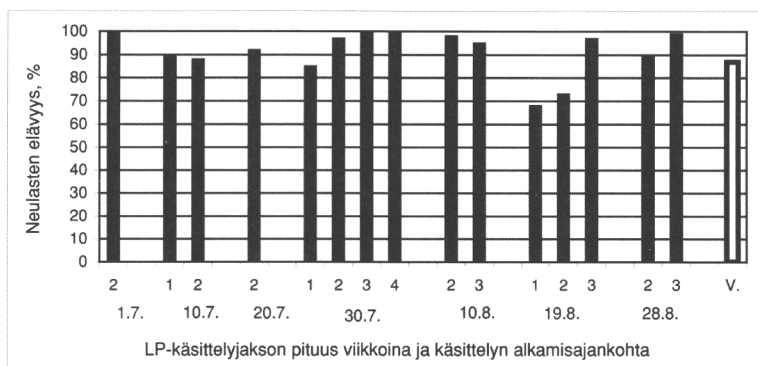
LP-käsittely	Läpimitta, mm	Tanakkuus	LP-käsittely	Läpimitta, mm	Tanakkuus
1.7. 2 vko	1,7	21a	30.7. 1 vko	1,8	11a
3 vko	1,8	19a	2 vko	1,8	11a
4 vko	1,5	16b	3 vko	2,0	11a
10.7. 1 vko	2,0	15a	4 vko	1,8	10a
2 vko	1,7	14a	10.8. 2 vko	2,0	11a
3 vko	1,8	16a	3 vko	2,1	11a
4 vko	1,4	12b	19.8. 1 vko	2,1	12a
20.7. 2 vko	1,8	12a	2 vko	2,0	11b
3 vko	1,8	12a	3 vko	2,1	11b
4 vko	1,7	11a	28.8. 2 vko	1,8	10a
			3 vko	2,0	11a

## Karaistuminen ja pakkaskestävyys

Versojen pakkaskestävyydessä ei ollut selviä eroja käsittelyajankohtien 1.7.–10.8. välillä syyskuun alun  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n pakkas-testissä. Kaikkien LP-taimien neulasten elävyys oli kuitenkin selvästi muovihuoneessa kasvaneita vertailutaimia parempi (kuva 2). Nekin taimet, jotka LP-käsittelyn jälkeen siirrettiin muovihuoneeseen (1.7. ja 10.7. alkaneet kolmen viikon käsittelyt) karaistuivat hyvin, neulasvauriot olivat vain 5–7 % yksikköä ulkona olleita taimia suuremmat (ei esitetty kuvassa). LP-taimien neulasvauriot olivat suurimmat 19.8. aloitetuissa kahden viikon käsittelyissä; LP-käsittely loppui vasta pakkasestipäivänä eivätkä taimet ehtineet karaistua (kuva 2).



**Kuva 2.** Kuusen yksivuotiaiden LP-käsittelyjen (14 h yö) ja vertailutaimien (V.) neulasten elävyys  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n pakkasaltistuksen (1.9.) jälkeen. Yhden, kahden, kolmen ja neljän viikon käsittelyt aloitettiin samanaikaisesti käsittelyajankohdittain. Vertailutaimet olivat muovihuoneessa pakkas-testiin saakka. Pylväät edustavat 20 taimen keskiarvoa.



### Kuva 3.

Kuusen yksivuotiaiden LP-käsiteltyjen (14 h yö ja 28.8. jälkeen 16 h yö) ja vertailutaimien (V.) neulasten elävyys –10 °C:n pakkasaltistuksen (22.9.) jälkeen. Yhden, kahden, kolmen ja neljän viikon käsittely aloitettiin samanaikaisesti käsittelyajankohdittain. Vertailutaimet olivat muovihuoneessa pakkastestiin saakka. Pylväät edustavat 20 taimen keskiarvoa.

Kolme viikkoa myöhemmin (22.9.) tehdyssä –10 °C:n pakkasestissä myös vertailutaimet olivat jo verraten karaistuneita. Kaikki yhden ja kahden viikon LP-käsittelyissä olleet taimet eivät saavuttaneet vertailutaimia parempaa pakkaskestävyyttä, päinvastoin, 19.8. aloitetun yhden ja kahden viikon käsittelyn taimien neulasvauriot olivat vertailutaimia suuremmat (kuva 3). Lokakuun (7.10.) pakkasestissä kaikki taimet, myös yhden- ja kahden viikon LP-taimet ja vertailutaimet kestivät –10 °C ilman neulasvaurioita (aineistoa ei esitetty).

Taimien pakkaskestävyys lisääntyi, kun LP-käsittelyaikaa jatkettiin yhdestä neljään viikkoon. Yhden viikon käsittely antoi vertailutaimia paremman pakkaskestävyyden elokuun lopussa, mutta ero oli hävinnyt kolme viikkoa myöhemmin vertailutaimien kestävyyden lisääntyttyä. Myös valkokuusen pakkaskestävyys on lisääntynyt, kun käsittelyaikaa on jatkettu 4:stä 16 vuorokauteen (Cursoille ym. 1998). On muistettava, että taimien karaistuminen ei tapahdu lyhyen, yhden ja kahden viikon käsittelyn aikana, vaan ne vaativat karaistuakseen palautumisajan käsittelyn jälkeen (kuva 2, käsittely 19.8.). Myöskään valkokuusen LP-taimet eivät ole olleet vertailutaimia karaistuneempia heti 16 vuorokauden käsittelyn jälkeen, mutta kaksi viikkoa myöhemmin pakkaskestävyys on ollut jo vertailutaimia parempi (Cursoille ym. 1998).

## Päätelmät

Jo yhden viikon LP-käsittely pysäyttää yksivuotisten kuusen taimien pituuskasvun. Heinäkuussa ja elokuun alussa toteutettuna yhden viikon käsittely nopeuttaa myös taimien karaistumista syyskuun alkuun mennessä. Karaistuminen nopeutuu, kun käsittelyä jatketaan kahteen, kolmeen ja neljään viikkoon. Lyhyillä, yhden–kahden viikon käsittelyillä ei kuitenkaan saavuteta lisähyötyä vertailutaimiin nähden syyskuun puolivälin jälkeisiä halloja ajatellen, koska käsittelemättömätkin taimet karaistuivat syyskuussa nopeasti. Jos taimien tulisi kestää syyskuun alun halloja, ei elokuun puolivälin jälkeen aloitetusta LP-käsittelystä näyttäisi olevan suurta hyötyä. Taimet eivät karaistu käsittelyn aikana, vaan vaativat 1–2 viikon ajan käsittelyn päätyttyä. Pitkästä, neljän viikon LP-käsittelystä heinäkuussa saatava olla jossain määrin haittaa, koska se näyttäisi hidastavan hieman taimien läpimitan kasvua. Liian myöhäinen LP-käsittely voi puolestaan hidastaa juuriston kasvua ja hiilihyaattien varastoitumista.

## Kiitokset

Sirpa Kolehmainen ja Rauha Talja avustivat kokeiden hoidossa ja mittauksissa.

## Kirjallisuus

- Cursoille, C., Bigras, F. J., Margolis, H. A. & Herbert, C. 1998. Growth and hardening of four provenances of containerized white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss) seedlings in response to the duration of 16 h long-night treatments. *New Forests* 16: 155-166.
- Eastham, A. M. 1991. Timing of blackout application to regulate height in sitka x white spruce hybrid 1+0 container-grown seedlings. Forest Nursery Association of B. C., 11th Annual Meeting September 23-26, 1991, Prince George, B. C. Canada. s. 86-92.
- Rantanen, M. 1997. Lyhytpäiväkäsiteltyjen kuusen (*Picea abies* (L.) Karst.) paakkutaimien syysistutus. Pro gradu-tutkielma. Helsingin Yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. 49 s.

# Talviaikaiset pakkasvauriot heikentävät kuusen paakkutaimien istutuksen jälkeistä menestymistä

*Kyösti Konttinen ja Risto Rikala*

## Johdanto

Metsäpuiden paakkutaimien juurten pakkasvauriot ovat aiheuttaneet tappioita niin taimitarhoilla kuin viljelykohteissa. Toisin kuin paljasjuuritaimilla, joiden juuret ovat talven aikana maassa suojassa nopeilta lämpövaihteluilta, paakkutaimien juuria suojaa vain pieni turvepaakku. Juuripaakun suojaava vaikutus on vähäinen ja juuripaakun lämpötila seuraakin varsin nopeasti ympäröivän ilman lämpötilaa (Ryypö ym. 1998). Etenkin syystalvella, ennen taimia suojaavan lumen satamista, taimien juuret saattavat olla alttiita pakkasvaurioille. Paakun ulkoreunoilla lämpötilan vaihtelu on nopeinta ja koska suuri osa hienoimmista juurista kulkee aivan paakun pinnalla, vaurioituvat hienojuuret ensimmäisenä. Hienojuurten pakkaskestävyys on myös todettu paksumpia juuria heikommaksi (Lindström ja Mattsson 1989, Bigras ja Calme 1994).

Valtaosa taimien juurten pakkaskestävyyttä koskevista tutkimuksista on Pohjoismaissa tehty männyllä (Sutinen ym. 1996, Ryypö ym. 1998). Kuusentaimien juurten pakkaskestävyys on kuitenkin ilmeisesti jonkun verran mäntyä parempi (Lindström ja Stattin 1994). Pakkasen vaurioittamien taimien maastomenestymisestä on niukalti tietoa. Bigrasin (1998) mukaan pakkasen aiheuttamat juuristovauriot heikensivät mustakuusen paakkutaimien menestymistä istutuksen jälkeen selvästi enemmän kuin mekaaniset, juuristoa leikkaamalla aiheutetut vauriot. Paakkutaimien pakkasvaurioita pyritään paljastamaan keväällä ennen metsään lähetystä juurtumistestillä (Dunsworth 1997). Testissä on kuitenkin monia epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä (Simpson ja Ritchie 1997). Esimerkiksi kuusella ei juurten kasvupotentiaalin ole todettu ennustavan taimien maastomenestystä yhtä hyvin kuin männyllä (Mattsson 1991).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuusen paakkutaimien talviaikaista pakkaskestävyyttä sekä pakkasvaurioiden merkitystä taimien maastomenestymiseen. Kuusen paakkutaimia

altistettiin marras-huhtikuun aikana kuukauden välein kuusi kertaa -2 ... -32 °C lämpötilassa ja taimien vaurioita selvitettiin mittaamalla seuraavana keväänä niiden juurtumista sekä seuraamalla taimien menestymistä istutuskokeessa kahden vuoden ajan.

## Aineisto ja menetelmät

Kokeeseen valittiin syksyllä 1997 36 kpl silmämääräisesti tarkasteltuna laadultaan tasaisia yksivuotisia kuusentaimia (siemenerä T3-89-00141, Sv. 111) kasvavia PL-81F taimiarkkeja (81 kennoa/arkki, kennon tilavuus 85 cm<sup>3</sup>, tiheys 546 kpl/m<sup>2</sup>). Jokainen arkki sahattiin kahteen osaan ja sijoitettiin n. 1 cm paksuisten muoviputkien päälle sepelipäälysteiselle kentälle Suonenjoen taimitarhalla. Taimiarkit laitettiin kuuteen ryhmään (12 puoliarkkia/ryhmä), joiden välille jätettiin kolmen metrin tyhjä tila.

Talven aikana taimia otettiin pakkastettiin 6 kertaa noin kuukauden välein (3.11.1997, 1.12.1997, 5.1.1998, 2.2.1998, 2.3.1998 ja 30.3.1998). Arkeista karisteltiin irtolumi taimien päältä ja taimiin takertunut lumi sulatettiin pitämällä taimiarkkeja noin 3 tuntia +15 °C:n lämmössä. Paakut eivät sulaneet tänä aikana. Taimet altistettiin (kaksi puoliarkkia/lämpötila) kolmessa testauskaapissa kahtena peräkkäisenä altistuskertana yhteensä kuudessa lämpötilassa (-2, -6, -11, -17, -24 ja -32 °C), jotka olivat samat kaikilla altistuskertoilla. Yksi altistus kesti 2 vuorokautta. Lämpötilan laskunopeus tavoitelämpötilaan ja nousunopeus takaisin +5 °C:een oli 2 °C/tunti. Juuripaakuista kahdella termoelementtianturilla mitatut tavoitelämpötilat kestivät edellä luetellussa lämpötilajärjestyksessä 35, 32, 30, 24, 19 ja 11 tuntia. Olettamuksena oli aikaisempien tutkimusten tulosten mukaisesti, että altistus vaurioitti ensisijaisesti juuria, mutta tätä ei erikseen selvitetty.

Altistuksen jälkeen taimiarkit pakattiin pahvisiin taimilaatikoihin juurtumistestiä sekä istutuskoetta varten ja siirrettiin pakkasvarastoon (-2 °C). Huhtikuun lopussa puolet taimista sulatettiin kylmäkaapissa (5 vrk, +8 °C). Juurtumistesti perustettiin toukokuun ensimmäisellä viikolla lämmitettävään muovihuoneeseen. Jokaisesta käsittelyajankohdasta ja käsittelylämpötilasta istutettiin 20 tainta hiekalla täytettyihin litran muoviruukkuihin, joiden paikka arvottiin neljään lohkoon. Kaikkiaan koe muodostui 720 taimesta (4 lohkoa x 6 altistusajankohtaa x 6 altistuslämpötilaa x 5 tainta). Ruukkuja kasteltiin istutuksen jälkeen kaksi kertaa viikossa. Muovihuoneen lämpötila oli verraten alhainen vaihdellen 4–23 °C. Kun koe purettiin toistoittain

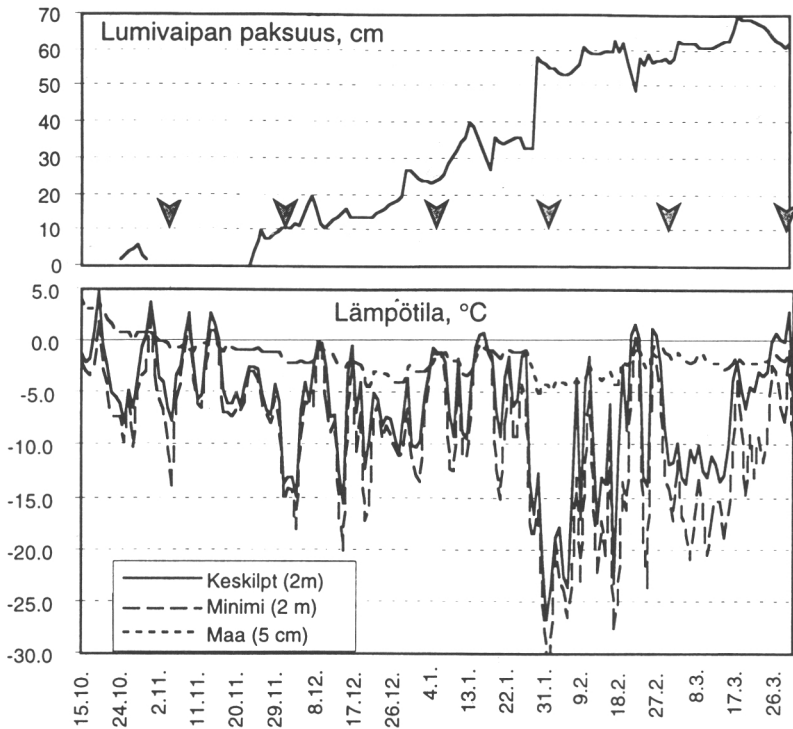
neljänä eri ajankohtana, oli vuorokausia kulunut ja lämpösummaa kertynyt istuttamisesta seuraavasti: toisto I: 21 vrk, 101 d.d., toisto II: 24 vrk, 117 d.d., toisto III: 30 vrk, 145 d.d. ja toisto IV: 42 vrk, 321 d.d.. Koetta purettaessa taimista mitattiin uuden kasvun pituus tai luokiteltiin silmun puhkeamisaste ja arvioitiin silmävaraisesti vihreiden neulasten osuus koko taimesta 20 %:n luokissa. Vanhan ja uuden kasvavan (enintään 20 % koko neulasmäärästä) verson neulasia ei eroteltu. Paakusta hiekkään kasvaneet uudet juuret leikattiin, pestiin ja kuivattiin (2 vrk, 105 °C) sekä punnittiin niiden kuivamassa.

Istutuskoetta varten varatut taimet nostettiin sulamaan (5 vrk, +8 °C) toukokuun ensimmäisellä viikolla ja ne istutettiin seuraavalla viikolla. Taimet istutettiin entiselle taimitarhapellolle, vähähumuksiselle hiekkamaalle lohkotettuun osaruutukokeeseen, jossa neljään lohkokoon arvottiin altistusajankohdat (6) pääruutuihin ja altistuslämpötilat (6) edelleen osaruutuihin. Osaruutu muodostui 5 taimen rivistä, jossa taimet olivat 30 cm:n välein ja rivien etäisyys toisistaan 80 cm. Näin kokeeseen istutettiin yhteensä 720 tainta (4 lohkoa x 6 altistusajankohtaa x 6 altistuslämpötilaa x 5 tainta). Taimien pituus mitattiin istutuksen jälkeen ja uudelleen syksyllä 1998 ja 1999, jolloin myös arvioitiin taimien kunto (luokitus 0-3) ja taimille aiheutuneet tuhot.

## Sää kokeen aikana

Pysyvä lumi satoi taimikentälle vuonna 1997 marraskuun 25 päivänä, minkä jälkeen lumivaippa vahveni melko tasaisesti ollen paksuimmillaan helmi-maaliskuussa 60-70 cm. Ennen pysyvää lumipeitettä alhaisimmat ilman lämpötilat olivat -10,2 °C (27.10. ja 4.11.) sekä -13,8 °C (5.11.). Talven aikana ilman lämpötilat olivat alhaisimmillaan helmikuun alussa (-30 °C), mutta siinä vaiheessa jo paksu lumivaippa (55 cm) suojasi taimia ja esimerkiksi lämpötila 5 cm:n syvyydessä maassa oli vain -4 °C.

Istutuskesänä 1998 touko- ja kesäkuun sademäärät (22 mm ja 54 mm) olivat Suonenjoen tutkimusasemalla vuosien 1975-98 keskimääräistä sademäärää (37 mm ja 65 mm) pienempiä, mutta heinä- ja elokuu (143 mm ja 96 mm) vastaavasti selvästi keskimääräistä (84 mm ja 83 mm) runsassateisempia. Lämpötilaltaan toukokuun loppu ja kesäkuun alku olivat keskimääräistä selvästi viileämpiä, mutta kuukausittain tarkasteltuna keskilämpötilat jäivät vain noin asteen pitkäaikaisien kuukausiarvojen alapuolelle.



**Kuva 1.** Lumivaipan paksuus, keskilämpötila ja minimilämpötila 2 m:n korkeudessa sekä minimilämpötila 5 cm:n syvyydessä maassa Suonenjoen tutkimusasemalla altistuskokeiden aikana. Nuolet osoittavat altistusajankohtia.

## Aineiston käsittely

Aineisto käsiteltiin juurtumistestin osalta lohkoittain satunnaisesti koejärjestelyn mukaisesti kaksisuuntaisella varianssi-analyysillä ja istutuskokeen osalta osaruutukokeen mukaisesti, jossa altistusajankohta oli pääruutukäsittelynä ja altistuslämpötila osaruutukäsittelynä. Keskiarvoerojen merkitsevyys testattiin Tukeyn testillä. Altistamattomia, suoraan taimikentältä istutettuja taimia ei sisällytetty testeihin, vaan niistä annetaan keskiarvotiedot tekstissä.

## Tulokset

### Juurtuminen

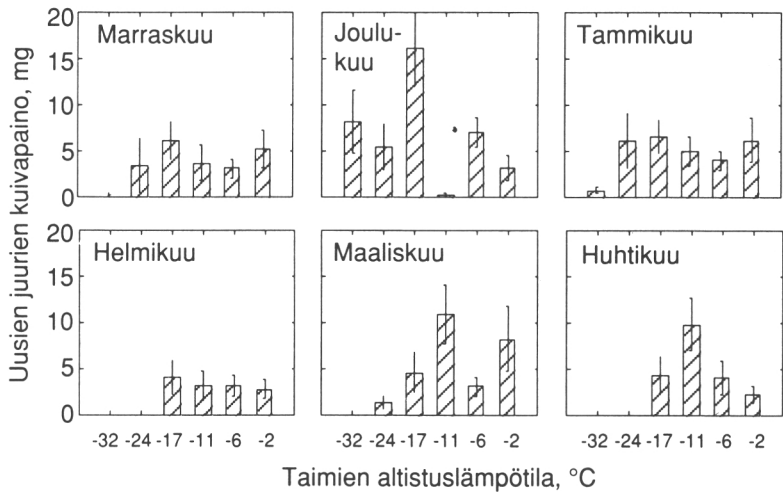
Uudet juuret kasvoivat ulos paakusta hitaasti. Niiden kasvu riippui suoraviivaisesti juurtumisjakson aikana kertyneestä lämpösummasta. Vasta kuuden viikon kuluttua, kun lämpösummaa oli kertynyt 321 d.d. ja neljäs toisto purettiin, oli juuria kasvanut merkittävästi paakusta hiekkaan. Taimien välinen vaihtelu eri käsittelyjen sisällä oli erittäin suurta. Suoraan talvehtimiskentältä vertailuksi istutetut taimet juurtuivat selvästi nopeammin kuin altistetut taimet. Vertailutaimien uusien juurien kuivapaino oli

37 mg/taimi. Altistetuista taimista joulukuussa altistettujen taimien uusien juurien kasvu oli voimakkainta, mutta tilastollisesti ne erosivat vain marras- ja helmikuun erien taimista. Pakkaskäsitellyistä taimista uutta juurta kasvoivat keskimäärin eniten -17 °C:ssa altistettut taimet. Ero oli tilastollisesti merkitsevää vain muihin vielä kylmemmässä altistettuihin taimiin verrattuna.

Taimien neulasten elävyydessä (vihreiden neulasten osuus) erot olivat samansuuntaisia kuin uusien juurien kasvussa (kuva 3). Kestävimpiä olivat joulu- ja tammikuussa altistettut taimet. Kaikki altistamattomat suoraan taimikentältä testaukseen otetut vertailutaimet luokiteltiin täysin vihreiksi (ei esitetty kuvassa). Vaikka korkeimmissa lämpötiloissa altistettujen taimien juurten kasvu ei ollut kovin voimakasta, säilyttivät taimet vihreytensä kuitenkin hyvin. Neulasten vihreyden perusteella vain kahdessa alimmassa lämpötilassa altistettut taimet näyttäsivät kärsineen käsittelystä.

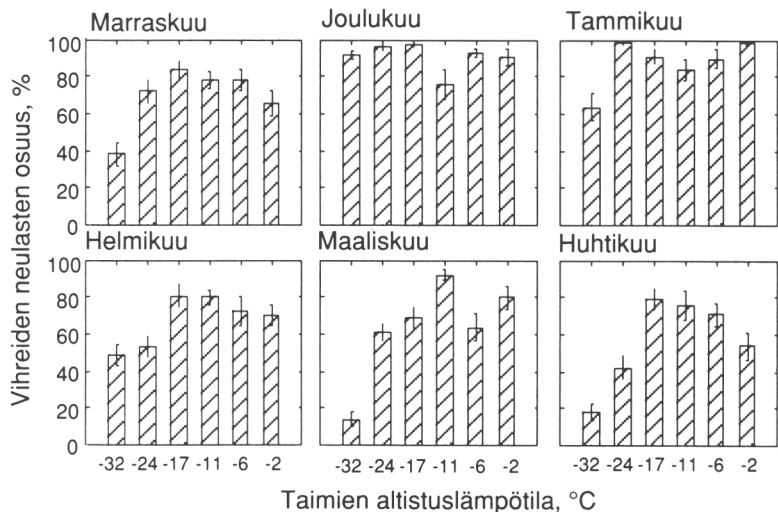
**Kuva 2.**

Eri ajankohtina ja eri lämpötiloissa altistettujen kuusen paakkutaimien uusien, paakusta uloskasvaneiden juurien kuivapaino. Altistusajankohdat: Marraskuu = 3.11.1997, joulukuu = 1.12.1997, tammikuu = 5.1.1998, helmikuu = 2.2.1998, maaliskuu = 2.3.1998, huhtikuu = 30.3.1998. Pystyjanat kuvaavat toistokeskiarvon keskivirhettä (n=4).



**Kuva 3.**

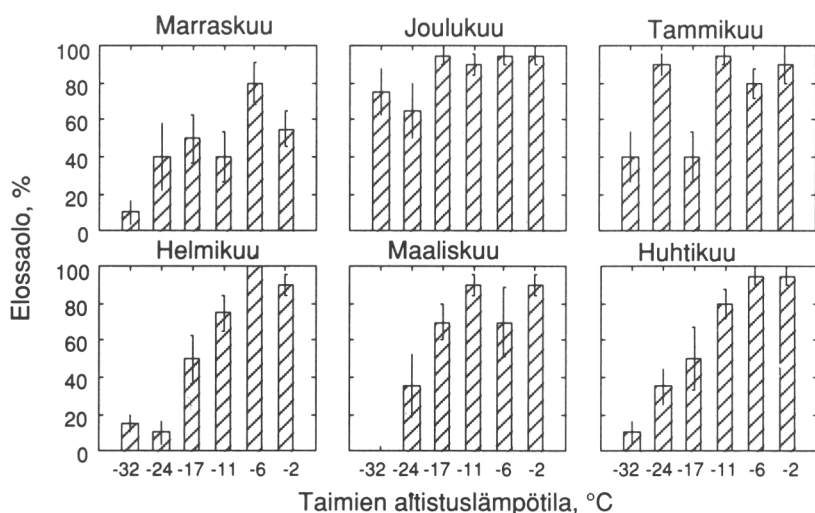
Eri ajankohtina ja eri lämpötiloissa altistettujen kuusen paakkutaimien neulasten elävyys vihreiden neulasten suhteellisenä osuutena arvioituna. Altistusajankohden päivämäärät esitetty kuvassa 2. Pystyjanat kuvaavat toistokeskiarvon keskivirhettä (n=4).



## Elossaolo ja kasvu istutuskokeessa

Joulukuun alussa altistettujen taimien elossaolo oli korkein istutustestissä (kuva 4). Se poikkesi merkitsevästi muista paitsi tammikuun istutuserästä. Altistuslämpötilan vaikutus elossaoloon oli selvä. Lämpötiloissa -2, -6 ja -11 °C:ssa altistetut taimet menestyivät merkitsevästi paremmin kuin niitä alemmissa lämpötiloissa altistetut taimet. Suoraan taimikentältä istutettujen vertailutaimien elossaolo oli 95 %.

Taimien elossaoloon oli altistusajankohdalla ja -lämpötilalla yhdysvaikutusta, mikä ilmeni siten, että joulu-tammikuussa

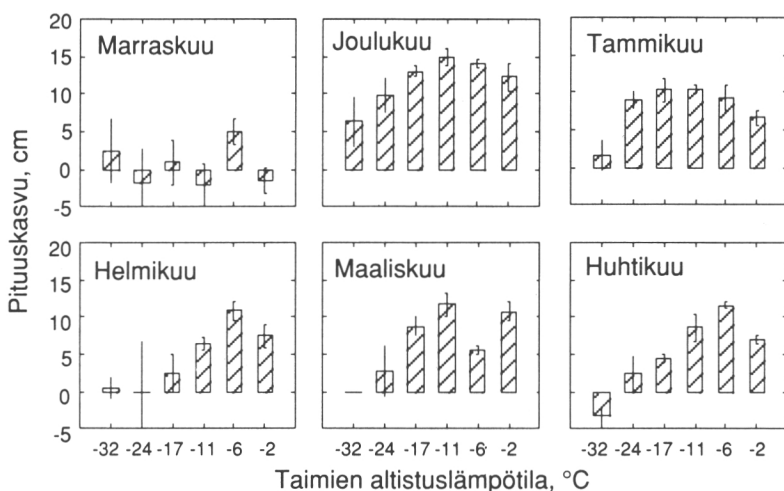


**Kuva 4.** Taimien elossaolo istutuskokeessa altistusajankohdittain ja -lämpötiloittain. Altistusajankohdian päivämäärät esitetty kuvassa 2. Pystyjanat kuvaavat toistokeskiarvon keskivirhettä (n=4).

alhaisissa lämpötiloissa altistetut taimet menestyivät paremmin kuin vastaavat muina ajankohtina altistetut taimet.

Taimien istutuksen jälkeisen pituuskasvun erot eri käsittelyjen välillä olivat hyvin saman tapaisia kuin erot elossaolossakin (kuva 5). Marraskuussa alhaisimmissa lämpötiloissa altistettujen taimien pientä pituuskasvua selittää osin se, että vaikka laskennassa olivatkin mukana vain elävät taimet, osalta niistä kuoli latva ensimmäisenä kesänä. Näin syksyn 1999 pituuden ja istutuslängön erotuksena laskettu kasvu saattoi muodostua negatiiviseksi. Taimikentältä suoraan istutettujen vertailutaimien kasvu oli keskimäärin 14,5 cm (ei kuvassa), kun altistetuista taimista parhaiten kasvaneet, joulukuun erän -11 °C:ssa käsitellyt taimet kasvoivat jopa hieman paremmin (14,8 cm).

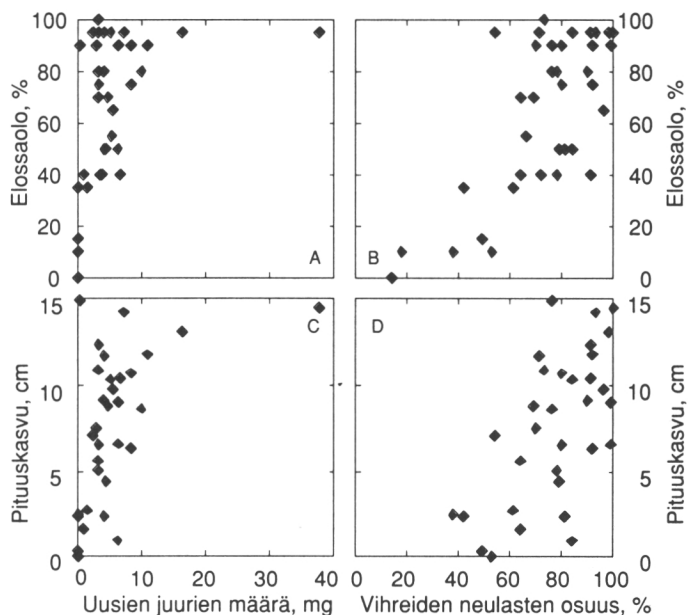
**Kuva 5.** Taimien pituuskasvu kaksivuotisen seurannan aikana (loppupituudesta vähennetty istutuspuite) istutuskokeessa altistusajankohdittain ja -lämpötiloittain. Altistusajankohtien päivämäärät esitetty kuvassa 2. Pystyjanat kuvaavat toistokeskiarvon keskivirhettä (n=4).



### Juurtumistestin ennustearvo

Taimien juurtuminen, mitattuna paakusta ulos kasvaneiden uusien juurien määränä, ei kovin hyvin ennustanut taimien elossaoloa (kuva 6A) eikä eloonjääneiden taimien kasvua (kuva 6C) istutuksen jälkeen. Suunta oli kyllä se, että mitä enemmän uusia juuria kasvoi, sitä suurempi oli eloonjääminen ( $r=0,42$ ) ja taimien kasvu ( $r=0,47$ ), mutta sellaisissakin käsittelyissä, missä uusien juurien määrä lähenteli nollaa, saattoivat taimet istutuspaikalla menestyä hyvin. Juurtumistestissä arvioitu taimien vihreiden neulasten osuus ennustikin paremmin taimien elossaoloa ( $r=0,67$ ) ja kasvua ( $r=0,63$ ) kuin uusien juurten määrä (6B ja 6D).

**Kuva 6.** Istutuskokeen taimien elossaolon ja pituuskasvun riippuvuus juurtumistestissä mitattujen uusien juurien määrästä (kuivapaino) ja vihreiden neulasten osuudesta.



## Tulosten tarkastelu

Kuusen paakku-taimien pakkaskestävyys vaihteli selvästi talven aikana. Pakkaskestävyys oli heikoin marraskuussa ja paras kuu-kauden kuluttua joulukuussa, jolloin jopa  $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa altistettujen taimien elossaolo oli vielä 70 %. Joulukuun jälkeen pakkaskestävyys heikkeni lähes marraskuun tasolle. Keskimäärin tarkasteltuna taimet näyttäisivät kestäneen  $-2$ ,  $-6$  ja  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n altistukset melko hyvin. Vasta  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n altistuksella on selvästi taimien kuntoa heikentävä vaikutus, joskin joulu-tammikuussa taimet kestivät myös alhaisempia lämpötiloja.

Juurtumistestin tulosten mukaan pakkasaltistus näytti jossain tapauksissa stimuloineen juuriston kasvua erityisesti joulukuussa (kuva 2). Kokeessa hajonta oli kuitenkin niin suuri, että tätä ei voitu tilastollisesti todentaa. Tässä tutkimuksessa koko taimi, sekä juuret että verso, altistettiin käsittelyssä eri lämpötiloihin. Aikaisempien tutkimusten mukaan juurten pakkaskestävyys on selvästi versoa heikompi (Colombo ym. 1995), minkä perusteella voidaan arvioida, että kuolleisuus ja kasvun heikentyminen johtuu ennenmuuta pakkasen juuristolle aiheuttamista vaurioista. Toisaalta verson lievä ruskettuminen jo lievissä altistuksissa viittaisi verson vaurioihin.

Suoraan talvehtimiskentältä istutetut vertailutaimet olivat selvästi parempikuntoisia ja nopeammin juurtuvia kuin koetaimet. Todennäköisesti se johtui taimien lumen alta kaivamisen, lämpimään viemisen, altistuksen ja uudelleen pakattuna pakkaseen varastoimisen aiheuttamasta rasituksesta. Tästä ei voi vetää sitä johtopäätöstä, että pakkasvarastointi olisi heikentänyt taimien kuntoa, koska joulukuun erä, joka oli keväteriä pitempään varastossa menestyi niitä paremmin. Saattaa kuitenkin olla niin, että altistusvaiheessa joidenkin erien taimien versot kärsivät, kun taimet nostettiin huonelämpötilaan lumen sulatusta varten.

Juurtumistesti, jota yleisesti käytetään maastomenestymisen ennustajana (Dunsworth 1997), ei kovin hyvin ennustanut taimien istutuksen jälkeistä menestymistä. Etenkään uusien juurten kasvu ei ennustanut eloonjäämistä ja kasvua kovin hyvin. Tämä tukee Mattssonin (1991) tulosta, jonka mukaan juurten kasvupotentiaali selitti melko hyvin männyn, mutta ei kuusen taimien maastomenestymistä. Myöskin Langerudin ym. (1991) mukaan kuusen juurten kasvupotentiaali selitti heikosti juurten vaurioitumista. Kolmen viikon kasvatustesti keväällä lämpimässä kasvatustilassa ( $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) vastaa lämpöoloiltaan tämän tutkimuksen testin lämpösummakertymää viimeisenä nostokertana. Käytännön testauksessa tänä aikana ehtivät uudet juuret kasvaa riittävästi ja verson elävyyys voidaan tarkastaa luotettavasti. Juurtumistesti

kuitenkin osoitti, että mikäli paakusta ei kasva juuria ulos lainkaan, on samojen taimien verson kuntokin heikentynyt testin lopussa.

Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että kuusen paakkutaimien pakkaskestävyys loka- marraskuussa ennen suojaavan lumipeitteen muodostumista voi olla heikko. Tällöin  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n pakka- setkin voivat jo vaurioittaa juuristoja. Näin etenkin silloin, jos edeltävät viikot ovat olleet lämpimiä. Lämpötilan laskiessa pak- kasen puolelle juuret ilmeisesti karaistuivat nopeasti ja olivat kestävimmillään jo joulukuussa, vaikka ilman lämpötila ei ollut vielä alittanut  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Lumivaipan suojassa pakkaskestävyys heikkeni vähitellen kevättä kohti, mutta taimet kestivät ilman suurempia kasvutappioita  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötiloja.

## Kiitokset

Kiitämme Pekka Savolaa ja Ritva Pitkästä juurtumis- ja istutus- kokeiden perustamisesta ja mittaamisesta sekä Aija Ryyppöä käsi- kirjoituksen lukemisesta ja hyödyllisistä korjausehdotuksista.

## Kirjallisuus

- Bigras, F. J. 1998. Field performance of containerized black spruce seedlings with root systems damaged by freezing or pruning. *New Forests* 15: 1-9.
- & Calme, S. 1994. Viability tests for estimating root cold tolerance of black spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 1039-1048.
- Colombo, S., Zhao, S. & Blumwald, E. 1995. Frost hardness gradients in shoots and roots of *Picea mariana* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 32-36.
- Dunsworth, G. B. 1997. Plant quality assessment: an industrial perspective. *New Forests* 13: 439-448.
- Langerud, B. R., Puttonen, P. & Troeng, E. 1991. Viability of *Picea abies* seedlings with damaged roots and shoots. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6: 59-72.
- Lindström, A. & Mattsson, A. 1989. Equipment for freezing roots and its use to test cold resistance of young and mature roots of *Picea abies* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 4: 59-66.
- & Stattin, E. 1994. Root freezing tolerance and vitality of Norway spruce and Scots pine seedlings; influence of storage duration, storage temperature, and prestorage root freezing. *Canadian Journal of Forest Research* 24(12): 2477-2484.

- Mattsson, A. 1991. Root growth capacity and field performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6:105-112.
- Ryypö, A., Vapaavuori, E. ja Repo, T. 1998. Männyn paakutaimien pakkaskestävyys Metlan Suonenjoen tutkimus-  
asemalla talvella 1996-1997. *Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja* 696: 36-41.
- Simpson, D. G. & Ritchie, G. A. 1997. Does RGP predict field performance? A debate. *New Forests* 13: 253-277.
- Sutinen, M., Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 1996. Freezing dehydration damages roots of containerized Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings overwintering under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1602-1609.

# Vapo-paakkutaimien harvennus ja täydennys

*Leo Tervo ja Kari Kautto*

## Johdanto

Suomessa tuotetaan vuosittain noin 150 miljoonaa tainta, joista 85 % on paakkutaimia (Metsätilastollinen vuosikirja 1999). Havupuiden paakkutaimien tuotannossa käytetään nykyisin varsin yleisesti yksisiemenkylvöä, minkä vuoksi paakkutaimien harvennus ja täydennys on vähentynyt. Toisaalta jotkut taimitarhat ovat siirtyneet yksisiemenkylvöstä takaisin kaksisiemenkylvöön. Pääosa koivun taimista tuotetaan priklaamismenetelmällä.

Paakkutaimien alkukasvatus tapahtuu yleensä muovihuoneissa. Koivun ja männyn paakkutaimet kasvatetaan yhden kasvukauden ja kuusen paakkutaimet 1-2 kasvukauden ikäisiksi.

Kasvihuoneiden työolosuhteet poikkeavat useimmista työympäristöistä. Muovihuoneissa lämpötilat saattavat kohota aurinkoisina päivinä yli +40°C:n. Myös huoneiden kosteusolot voivat olla työntekijälle epäedulliset. Paakkutaimien harvennus ja täydennys sekä priklaaminen tehdään yleensä muovihuoneissa. Kasvihuonetyön työasentoja on tutkittu vähän (Nevala-Puranen ym. 1992), ja Nevala-Purasen ym. (1992) ja Lundqvistin ym. (1987) tutkimuksetkin koskevat vain puutarha- ja kasvihuonetyötä.

Tässä tutkimuksessa seurattiin kolmen vuoden aikana eri työasentojen vaikutusta paakkutaimien harvennus- ja täydennystyössä. Tavanomaisen työntutkimuksen lisäksi mitattiin työntekijöiden sydämen sykintää, sekä analysoitiin OWAS -menetelmällä (Ovako Working Posture Analysing System) työasentojen rasittavuutta. OWAS-menetelmän tuloksia voidaan käyttää koneiden ja laitteiden suunnitteluun ja hankintaan. Samoin voidaan ottaa huomioon työsuojelunäkökohdat ja tuottaa työterveyshuollon tarvitsemaa tietoa työasunnoista ja -ympäristöistä mahdollisia muutostoimenpiteitä varten (Salonen ja Heinsalmi 1987).

## Aineisto ja menetelmät

Paakkutaimien harvennus- ja täydennystyön eri työmenetelmiä tutkittiin kolmena vuotena Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimustaimitarhalla. Vuonna 1988 (A) ja vuonna 1989 (B) menetelminä olivat 1 (seisten), 2 (puoliksi istuen) ja 3a (istuen) sekä menetelmästä 3 versio b (koko ajan istuen). Vuonna 1990 (C) tutkimusta täydennettiin ja työmenetelminä olivat tällöin 2 ja 4 (kontaten). Työntutkimus tehtiin tavanomaisena aikatutkimuksena eri työvaiheista, joita olivat: taimilaatikon haku, harventaminen ja täydentäminen, taimilaatikon nosto telineestä, taimilaatikon vienti, muu työ (esim. koulintatelineen siirto) ja taimilaatikon siirto maata pitkin (menetelmässä 4). Aikatutkimuksen lisäksi mitattiin työntekijöiden sydämen sykintä eri työmenetelmissä työvaiheittain Medinik Biotelemetry IC-45 -laitteistolla ja OWAS-menetelmällä työliikkeet analysoitiin videonauhalla.

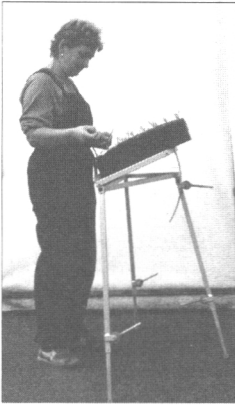
Koehenkilöinä olivat tutkimustaimitarhan kaksi ammattitaitoista työntekijää. Harvennustyötä tehtiin tuntityönä, ja aineistoa kerättiin yhteensä kahdeksana työpäivänä/koehenkilö. Tutkimuksen aikana lämpötilat vaihtelivat muovihuoneissa aamun +5°C:n ja keskipäivän +28°C:n välillä. Sydämen sykintä vaihtelee jonkin verran työpäivän aikana, vaikka kuormitus pysyisikin samana (Harstela 1979). Tässä tutkimuksessa työpäivät jaettiin niin moneen jaksoon kuin oli tutkittavia menetelmiä ja jokaista menetelmää toistettiin työpäivän eri aikoina.

Ennen harvennusta ja täydennystä inventoitiin 143 Vapo-paakkutaimilaatikkoa (13 728 kylvöpaikkaa). Kylvön jälkeen 17,6 % paakuista oli tyhjiä, 48,5 %:ssa paakuista oli yksi taimi ja 32,9 %:ssa kaksi tainta. Kylvökoneena käytettiin Lännen Tehtaat Oy:n valmistamaa Sator 6 -kylvökonetta. Kylvöruumussa oli kaksi reikää/kylvökohta. Männyn siementen itävyys oli 93 %.

Vapo-taimilaatikat painoivat ensimmäisenä vuotena keskimäärin 10,1 kg ja toisena vuotena 9,6 kg.

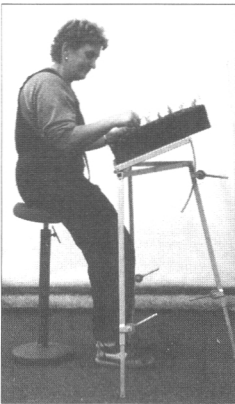
## Työmenetelmät

Tutkittavat työmenetelmät olivat seuraavat:



### **Menetelmä 1. Seisten**

Koulintateline säädettiin sopivalle työkorkeudelle, ja työ tehtiin seisten (kuva 1).



### **Menetelmä 2. Puoliksi istuen**

Koehenkilö oli puoliksi istuvassa työasennossa. Tuolin ja koulintatelineen korkeus säädettiin koehenkilön mittojen mukaisesti sopivalle työkorkeudelle. Tuolina oli yksijalkainen satulamallinen istuin, jota istuttaessa kallistettiin eteenpäin ja samalla tuettiin jaloilla maahan. Tällöin asento oli tarpeeksi tukeva ja työntekijä oli riittävän lähellä taimilaatikkoa. Seisessä vapaana istuin kääntyi taaksepäin, jolloin taimilaatikko voitiin asettaa ja poistaa helposti. Istuimen jalusta oli painava, ja alhaisen painopisteen vuoksi istuin pysyi hyvin pystyssä. Toisaalta suurempi paino teki tuolin siirtelyn vaikeammaksi (kuva 2).



### **Menetelmä 3a. Istuen**

Koulintateline säädettiin sopivalle työkorkeudelle, ja työ tehtiin istuen. Istuimena oli tavanomainen selkänojallinen tuoli. Koehenkilö haki ja vei itse taimilaatikot (kuva 3).

### **Menetelmä 3b. Koko ajan istuen**

Koulintateline säädettiin sopivalle työkorkeudelle, ja työ tehtiin istuen. Istuimena oli tavanomainen selkänojallinen tuoli. Koehenkilö harvensi ja täydensi koko ajan ja laatikot tuotiin hänen ulottuvilleen. Näin jäljiteltiin menetelmää, jossa työ voitaisiin tehdä istuen ja taimilaatikot siirrettäisiin työntekijän ulottuville esimerkiksi kuljettimella.

## Menetelmä 4. Kontaten

Työ ja siirtyminen tehtiin polviasennossa. Polvet suojattiin polvisuojaimilla (kuva 4).



## OWAS-aineisto

OWAS-järjestelmä on työstä johtuvien tuki- ja liikuntaelimiä haitallisesti kuormittavien työasentojen kartoitus- ja luokittelu-järjestelmä, jota käytetään työmenetelmien ja -välineiden suunnittelu- ja kehitystyössä työterveyden kannalta edullisimpien työasentojen löytämiseksi.

OWAS-tutkimusaineisto kerättiin kuvaamalla videokameralla koehenkilöiden työtä. Videoaineiston havaintovälinä käytettiin 30 sekuntia ja kolmantena vuotena aineiston vähyiden vuoksi 15 sekuntia. Työasentomääritys tehtiin "silmänräpäys-havaintona" ja havainnon tallentamisen ajaksi kuvanauha pysäytettiin. Yksi havainto koostui kymmenestä eri muuttujasta. Tärkeimpiä muuttujia olivat selän, sekä käsien ja jalkojen asentotiedot sekä tarvittava voima (taakan paino). Näiden perusteella saadaan toimenpideluokat, jotka ilmaisevat muutostoimenpiteiden kiireellisyysjärjestyksen. Luokitus kertoo myös työasennot, joihin ei tarvitse puuttua. Varsinaisia toimenpideluokkia (Tp-lk) on neljä.

Tp-lk 1. Tavanomainen, ei toimenpiteitä

Tp-lk 2. Parannusratkaisu lähitulevaisuudessa

Tp-lk 3. Parannusratkaisu mahdollisimman nopeasti

Tp-lk 4. Parannusratkaisu välittömästi

Selän asennot jaettiin neljään luokkaan. Luokassa 1 selkä on suorana, jolloin paino jakaantuu tasaisesti nikamasolmun (80 %) ja pikkunivelien (20 %) varaan. Nivelsiteisiin ei kohdistu kuormitusta ja asennon tukevuus on hyvä. Kumarassa (luokka 2) asennossa välilevypaine suurenee 90°:een ja nivelsidekuormitus lisääntyy, koska pikkunivelien nivelpinnat erkanevat toisistaan aiheuttaen ympäristökudoksille venytystä. Lihaskuormitus kasvaa 45°:een asti ja asennon tukevuus heikkenee. Kiertyneessä asennossa (luokka 3) välilevypaine nousee, koska nivelsiteet kiristyvät. Pikkunivelten nivelpinnat painuvat toisella puolella

toisiaan vastaan ja erkanevat toisella puolella aiheuttaen kudosen venytystä, jolloin lihaksisto kuormittuu epätasaisesti ja asennon tukevuus on huono. Kun selkä on samanaikaisesti kumara ja kiertynyt (luokka 4), välilevyt ja nivelsiteet kuormittuvat epätasaisesti ja lihaksiston tuki selälle on heikoimmillaan, koska lihaskuormitus on epätasaista ja asennon tukevuus on huono.

Käsien asennot jaettiin kolmeen luokkaan. Luokassa 1 molemmat kädet ovat hartiatason alapuolella.

Luokassa 2 toinen käsi on hartiatasolla tai sen yläpuolella ja luokassa 3 molemmat kädet ovat hartiatasolla tai sen yläpuolella.

Jalkojen asennot jaettiin 7 luokkaan. Jalkojen asennossa 1 (istuen) kuormitus kohdistuu selän lihaksiin tai nivelsiteisiin. Liikkumattomuus voi heikentää verenkiertoa ja yksipuolinen asento voi pitkäkestoisena osoittautua hankalaksi. Istuma-asennon tasapaino on hyvä. Jalkojen asennossa 2 (seisten) paino on nivelsiteiden ja nivelten varassa ja rustopintojen paine on jakaantunut tasaisesti. Lihaskuormitusta ei ole, mutta jatkuva paikallaanolo vaikeuttaa verenkiertoa. Asennon tasapaino on hyvä. Jalat asennossa 3 (seisten yhden suorana olevan jalan varassa) huonosta tasapainosta johtuva nivelien ja lihaksiston kuormitus lisääntyy. Jalat asennossa 4 (kyykyssä) polviniveeliin kohdistuva paine lisää lihaskuormitusta. Nivelpintojen paine jakaantuu epätasaisesti ja koukistuksen lisääntyessä nivelsiteiden kuormitus kasvaa. Reisi-, pakara- ja pohjelihaksien rasitus lisääntyy aluksi voimakkaasti, ja verenkierto vaikeutuu. Jalat asennossa 5 (seisten yhden polvi koukussa olevan jalan varassa) huonosta tasapainosta johtuva nivelien ja lihaksiston kuormitus on vielä suurempi kuin jalkojen asennossa 3. Lisäksi jalkojen verenkierto vaikeutuu. Jalkojen asennossa 6 (polviasento) kuormitus kohdistuu polviniveleeseen, jolloin polven limapussi ärtyy ja nivelsiteet joutuvat venytykseen. Asento on tukeva, mutta pitkäkestoisena vaikeuttaa verenkiertoa. Jalkojen asento 7 (kävely) on monipuolinen, mutta liike saattaa tehdä asennosta epätukevan.

## OWAS aineiston tilastollinen analyysi

Eri työmenetelmien ja toimenpideluokkien välistä riippuvuutta tutkittiin  $X^2$  -testillä ja laskemalla sen jälkeen menetelmittain eri toimenpideluokissa havaittujen ja riippumattomuushypoteesin mukaisten odotettujen frékfenssien korrelaatiokertoimien neliöt ( $R^2$ ). Kertoimet kuvaavat asteikolla 0-1, miten hyvin riippumattomuusoletus selittää havaitun aineiston vaihtelua (Palmgren 1989).

# Tulokset

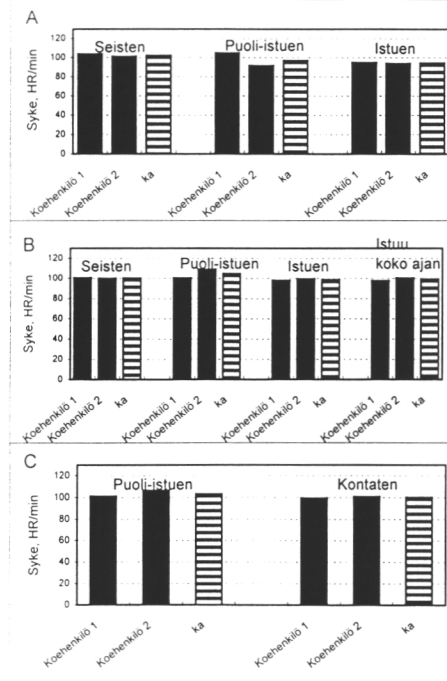
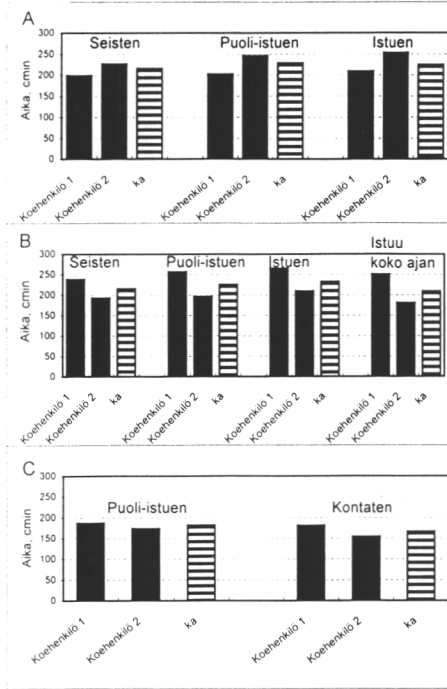
## Työajan menekki

Ensimmäisenä vuotena (A) tutkittiin menetelmiä 1 (seisten), 2 (puoliksi istuen) ja 3a (istuen). Koehenkilön 1 työaikojen menekki eri työmenetelmissä oli samaa suuruusluokkaa. Molemmilla koehenkilöillä menetelmä 1 oli nopein, ja koehenkilöllä 2 ajanmenekki oli n. 10 % pienempi kuin menetelmissä 2 ja 3a. Toisena vuotena (B) edellisen vuoden työmenetelmien lisäksi tutkittiin menetelmää 3b (koko ajan istuen). Menetelmässä 3b koehenkilö harvensi ja täydensi koko ajan, ja laatikot tuotiin hänen ulottuvilleen. Koehenkilöllä 1 laatikkokohtainen ajanmenekki oli suurin menetelmässä 3a. Koehenkilöllä 2 ajanmenekki oli pienin menetelmässä 3b. Edellisenä vuotena käytettyjen menetelmien nopeusjärjestys oli toisena vuotena sama kummallakin koehenkilöllä, eli menetelmä 1 oli nopein. Koehenkilön 2 kohdalla ero menetelmän 1 eduksi ei ollut kuitenkaan yhtä suuri kuin edellisenä vuotena. Kolmantena vuotena (C) tutkittiin menetelmiä 2 ja 4 (kontaten). Molemmilla koehenkilöillä menetelmässä 4 ajanmenekki oli pienempi kuin menetelmässä 2, koehenkilöllä 2 selvemmin kuin koehenkilöllä 1 (kuva 5).

## Työn kuormittavuus

Koehenkilöiden keskimääräinen sydämen sykintä laskettiin painotettuna eri työvaiheiden kestolla. Koehenkilöllä 1 sydämen sykintä vaihteli eri työmenetelmissä 95-105 kertaa minuutissa ja 91-109 kertaa minuutissa koehenkilöllä 2 (kuva 6).

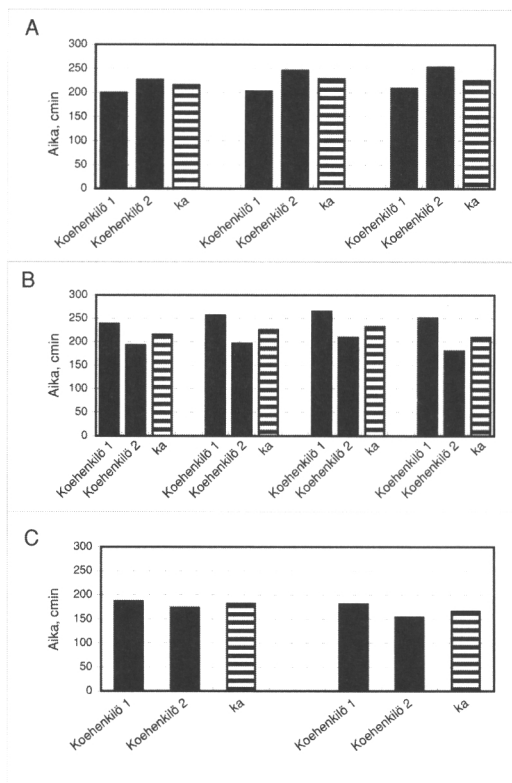
Korjaus kuviin 5 ja 6 sivulla 85,  
Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000.





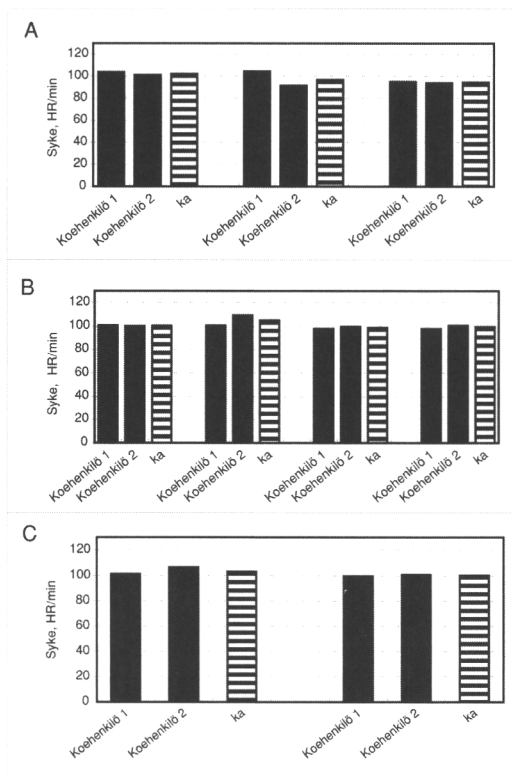
### Kuva 5.

Työajan menekki (cmin/taimilaatikko) koehenkilöittäin ja menetelmittain vuosina A, B ja C. (100 cmin = 1 min).



### Kuva 6.

Koehenkilöiden työvaiheiden kestolla painotettu keskimääräinen sydämen sykintä (kertaa/min) työmenetelmittain vuosina A, B ja C.



## Työasentojen luokitus OWAS-menetelmällä

### Selän asennot

Tutkittavasta työstä oli yli 85 % varsinaista koulintatyötä. Laatikon haku ja sen poisvienti veivät työajasta n. 14 % ja muun työn osuus (esim. koulintatelineen siirto) oli vain n. 1%.

**Taulukko 1.** Koehenkilöiden selän asennot OWAS-luokituksessa eri työmenetelmissä. Luvut ovat vuosien A-C keskiarvoja.

Työmenetelmä	Selän asennot, %			
	Suora	Kumara	Kiertyvä	Kumara+ kiertyvä
1 (seisten)	89,1	10,7	0,1	0,0
2 (puoliksi istuen)	89,9	9,5	0,5	0,2
3a (istuen)	89,6	9,3	0,5	0,6
3b (istuu koko ajan)	93,0	3,2	0,4	3,4
4 (kontaten)	2,2	90,6	0,1	7,1

Menetelmiä 1-3a käytettäessä ei selän eri asennoissa ollut merkittäviä eroja (taulukko 1). Poikkeuksena oli menetelmä 1 (seisten) ensimmäisenä vuonna, jolloin toinen koehenkilö työskenteli epätavallisen paljon selkää kumarassa. Koehenkilö tarkasti koulinnan jälkeen taimilaatikon kumartumalla lähemmäksi laatikkoa erottaakseen taimet paremmin. Toisena vuotena tätä työtapaa ei enää esiintynyt. Selkää kuormittavia asentoja (kumara-kiertyneitä) aiheuttivat pääasiassa laatikon haku ja poisvienti. Menetelmässä 3a (istuen) laatikon asettaminen telineeseen ja vieminen telineestä pois vaativat kurkottelua, koska koehenkilöt eivät siirtäneet tuolia tarpeeksi etäälle telineestä koulinnan jälkeen. Myös menetelmässä 3b (koko ajan istuen) laatikon nosto ja siirto apupöydältä koulintatelineeseen aiheutti selän kiertyneitä asentoja. Apupöytää käytettiin tutkimusteknisistä syistä, kun haluttiin simuloida tilannetta, jossa siirtotyön hoitaisi esimerkiksi liukuhihna. Näin harvennus- ja täydennystyön osuutta saataisiin kasvatettua ja samalla selkää kuormittavat asennot vähenisivät. Kolmantena vuotena tutkittiin menetelmiä 2 (puoliksi istuen) ja 4 (kontaten). Menetelmästä 2 (puoliksi istuen) saadut tulokset olivat samansuuntaisia edellisten vuosien tulosten kanssa. Sen sijaan menetelmän 4 (kontaten) työasennot poikkesivat huomattavasti toisten työmenetelmien vastaavista tuloksista. Kontaten työskennellessä selkää oli kumarassa asennossa yli 90 % koko työajasta. Kumara-kiertyneitä asentoja oli 7 % työajasta, joten selkää oli suorana vain alle 3 %:ssa kontaten-menetelmän koko työajasta.

## Käsien asennot

Kädet olivat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta hartiatason alapuolella (luokka 1). Vain kymmenessä havainnossa toinen käsi oli hartiatason yläpuolella (luokka 2), mikä tarkoittaa alle 0,1 %:a tehdyistä havainnoista. Käsien asennot rasittavat kaularankaa ja hartialihaksia vain staattisissa asennoissa ja olkavarren irrotaessa vartalosta. Staattisia käsien asentoja ei ollut. Sellaisia työasentoja, joissa molemmat kädet olivat hartiatasolla tai yläpuolella (luokka 3) ei myöskään esiintynyt.

## Jalkojen asennot

**Taulukko 2.** Jalkojen asennot OWAS-luokituksessa eri työmenetelmissä. Luvut ovat vuosien A-C keskiarvoja.

Työmenetelmä	Jalkojen asennot, %						
	Istuen	Seisten kahdella jalalla	Seisten yhdellä jalalla	Kyykyssä kahdella jalalla	Kyykyssä yhdellä jalalla	Polvi-asento	Kävely
1 (seisten)	0,0	91,2	0,0	2,5	0,0	0,0	6,2
2 (puoliksi istuen)	81,6	8,4	0,0	3,7	0,0	0,0	6,3
3a (istuen)	84,2	6,3	0,0	3,0	0,0	0,0	6,5
3b (koko ajan istuen)	94,1	5,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,5
4 (kontaten)	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	99,1	0,7

Työmenetelmissä 1-3 jalkojen asennoissa ei ollut merkittäviä eroja (taulukko 2). Menetelmissä 1-3a jalkojen asentoerot vaikuttivat vain vähän menetelmien väliseen toimenpideluokitukseen (taulukko 3). Työmenetelmässä 3b (koko ajan istuen) jäivät laatikon noutamisesta ja viennistä johtuvat kyykkyasennot pois. Koska menetelmän 4 (kontaten) työajasta 99 % työskenneltiin polviasennossa, työntekijät käyttivät polvisuojia. Vaikka polvet suojataankin suurimmalta rasitukselta, työn pitkäkestoisuus rasittaa niveliä ja nivelsiteitä sekä vaikeuttaa verenkiertoa. Kun lisäksi työajasta 90 %:ssa selän asento oli kumara ja 7 %:ssa kumara-kiertyvä, olivat konttausmenetelmän työasennot tutkituista viidestä menetelmästä selvästi kuormittavimpia ja rasittavimpia.

**Taulukko 3.** Toimenpideluokkajakaumat (Tp-lk) ja havaitut sekä odotetut frekvenssit eri toimenpideluokissa. Luvut ovat vuosien A-C keskiarvoja.

Työmenetelmät	TP-lk 1	TP-lk 2	TP-lk 3	TP-lk 4	Yhteensä
<b>1 (seisten)</b>	<b>89,2 %</b>	<b>8,0 %</b>	<b>2,8 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>100 %</b>
Havaitut frekvenssit	2589	231	81	0	2901
Odotetut frekvenssit	2246	540	84	31	2901
<b>2 (puoliksi istuen)</b>	<b>90,3 %</b>	<b>5,6 %</b>	<b>4,1 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>100 %</b>
Havaitut frekvenssit	3949	243	180	1	4373
Odotetut frekvenssit	3386	814	126	47	4373
<b>3a (istuen)</b>	<b>90,1 %</b>	<b>6,5 %</b>	<b>3,4 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>100 %</b>
Havaitut frekvenssit	2584	186	99	0	2869
Odotetut frekvenssit	2221	534	83	31	2869
<b>3b (koko ajan istuen)</b>	<b>93,4 %</b>	<b>4,3 %</b>	<b>2,3 %</b>	<b>0,0 %</b>	<b>100 %</b>
Havaitut frekvenssit	1815	83	45	0	1943
Odotetut frekvenssit	1504	362	56	21	1943
<b>4 (kontaten)</b>	<b>2,3 %</b>	<b>90,3 %</b>	<b>0,2 %</b>	<b>7,2 %</b>	<b>100 %</b>
Havaitut frekvenssit	48	1899	5	151	2103
Odotetut frekvenssit	1628	392	61	23	2103

Työmenetelmissä 1-3 eri toimenpideluokat eivät eronneet merkittävästi toisistaan ( $R^2 = 0,96-0,98$ ). Konttausta lukuunottamatta työmenetelmien työasunnoista noin 90 % kuului toimenpideluokkaan 1 (ei aiheuta toimenpiteitä). Näitä menetelmiä käytettäessä toimenpideluokkaan 2 (parannusratkaisu löydettävä lähitulevaisuudessa) kuului alle 10 % työasunnoista. Toimenpideluokkaa 4 (parannusratkaisu välittömästi) ei näitä menetelmiä käytettäessä esiintynyt. Kontaten (menetelmä 4) erosi muista työmenetelmistä merkittävästi ( $R^2 = 0,02$ ), koska sen työasunnoista toimenpideluokkaan 1 kuului alle 3 %, toimenpideluokkaan 2 yli 90 % ja toimenpideluokkaan 4 yli 7 % (taulukko 3).

## Työn laatu

Harvennus- ja täydennystyön jälkeen inventoitiin 51 Vapo-taimi-laatikkoa ja keskimäärin noin 2 % paakuista oli tyhjiä, 92 %:ssa yksi taimi/paikka ja 6 %:ssa kaksi tainta/paikka.

## Kustannukset

Työtä tehtiin aikapalkalla. Koehenkilön tuntikustannus oli vuoden 2000 palkkatason mukaisesti 65 mk (sis. sosiaalikustannukset). Koehenkilöiden keskimääräisellä tuotoksella harvennus- ja täydennystyön kustannukseksi tulee 2,7 p/taimi menetelmässä 1; 2,5 p/taimi menetelmässä 2 (työajan menekistä johtuen kahden ensimmäisen vuoden kustannus oli 2,8 p/taimi); 2,8 p/taimi menetelmässä 3a; 3,3 p/taimi menetelmässä 3b<sup>1)</sup> ja 2,1 p/taimi menetelmässä 4.

<sup>1)</sup> Menetelmässä 3b tarvitaan avustaja tuomaan taimilaatikoita kuljettimelle. Kustannus ei sisällä kuljettimen pääomakustannusta.

## Tulosten tarkastelua

Työajanmenekissä seisoma-asennon ja erilaisten istuma-asentojen välillä ei ollut merkittävää eroa. Kolmantena vuotena koehenkilöiden työajan menekit menetelmässä 2 (puoliksi istuen) olivat noin 20 % pienemmät kuin edellisinä vuosina. Koehenkilöiden sydämen sykinnässä eri menetelmissä ei ollut merkittäviä eroja. Koehenkilön 2 osalta toisen tutkimusvuoden työajan menekkiä selittänee alhainen sydämen sykintä. Sydämen sykintä vastasi keskiraskasta työtä ja aiheutui osin lämpökuormituksesta, joten kuormittavuuden alentamisella on merkitystä. Polviasennossa (kontaten) työajanmenekki oli pienin, mutta huonon työasennon vuoksi polviasentoa voi suositella vain osapäiväiseen työhön työkierron yhteydessä.

Tässä tutkimuksessa käsien asennoilla ei havaittu merkittäviä eroja eri menetelmien välillä. Työasentojen kannalta konttaus oli tutkittavista menetelmistä huonoin. Oleellista eri työmenetelmissä oli työasentojen vaihtelevuus. Koehenkilöiden oman mielihyvänsä mukaan puoliksi istuminen ja seisominen olivat suositeltavia.

Työn laatua selvitettiin inventoimalla taimimäärä harvennus- ja täydennystyön jälkeen. Koska 2 % paikoista oli tyhjiä ja 6 %:ssa oli kaksi tainta/paikka, tulosta voidaan pitää vain tyydyttävänä. Osittain kahden taimen määrää voi selittää jälki-itäminen. Herrasen (1988) mukaan yksisiemenkylvömenetelmällä voidaan päästä teoreettisesti siemen- ja työkustannuksissa miljoonaa tainta kohden noin 20 000 mk:n säästöön. Herrasen (1988) tutkimuksessa siemenen itävyys oli 94 % ja tyhjien paakkujen osuus oli 4,9 %. Turusen ym. (1987) selvityksessä suositellaan tyhjien kantojen täydennystä arkin viereisistä kannoista. Siirto-täydennys olisi tehtävä 2-3,5 viikon kuluttua kylvöstä, jotta välttyttäisiin mahdollisilta taimien kehitystä haittaavilta juuriston

epämuodostumilta. Harvennus- ja täydennystyötä arvioitaessa ei riitä pelkästään taloudellisuusvertailu esimerkiksi yksisiemenkylvöön. Taimien laatu on huomioitava kokonaisuudessaan ja erityisesti täydennettyjen paakkujen osalta.

Kustannuksissa kallein menetelmä oli 3b (koko ajan istuen) ja edullisin menetelmä 4 (kontaten). Muiden menetelmien välillä erot olivat pieniä, mutta pienetkin erot ovat merkittäviä, kun käsitellään miljoonia taimia. Tyhjien kennojen "kasvattaminen" ei ole kannattavaa.

Aineiston keruuseen ja käsittelyyn osallistuivat Anja Aaltonen, Marja-Liisa Juntunen, Jukka Laitinen, Urpo Paananen ja Tenho Väyrynen. Tutkimuksen koehenkilöinä olivat kokeneet taimitarhatyöntekijät Tuula Hakulinen ja Eeva Korhonen. Kirjoituksen lukivat Pertti Harstela ja Marja Poteri tehden huomioituja korjaus- ja muutosesityksiä. Risto Häkkinen opasti OWAS-aineiston tilastollisessa käsittelyssä. Kiitos kaikille.

## Kirjallisuus

- Harstela, P. 1979. Puunkorjuun ergonomia. Suonenjoki 1979. ISBN 951-99223-9-3. 151 s.
- Herranen, T. 1988. 1-siemenkylvön käyttö taimituotannossa. Metsähallitus. Kehittämisjaosto. Seloste 5/88. 5 s.
- Lundqvist, P., Löfstedt, B., Gustafsson, B., Lindgren, G., Brunsson, A. & Persson M. 1987. Arbetsmiljö i växthus. Del 6. Arbetsfysiologiska mätningar i klimatkammare och växthus. Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik (LBT) Rapport 56. 82 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja. 1999. Skogstatistisk årsbok. Finnish Statistical Yearbook of Forestry. Metsäntutkimuslaitos.
- Nevala-Puranen, N., Koivisto, T. & Ojanen, K. 1992. Kasvihuone-työn fyysinen kuormittavuus. Kuopion aluetyöterveyslaitos. Raportti 7. 20 s.
- Palmgren, J. 1989. Liikenneturvan tutkimuksia. 90/1989.
- Salonen, A. & Heinsalmi, P. 1987. OWAS-työasentojen havainnointijärjestelmä. Työturvallisuuskeskus. Koulutuskansio.
- Turunen, P., Kuusela, J. & Huurinainen, S. 1987. Männyn kennon taimiarkkien täydennys. Metsähallitus. Kehittämisjaosto. Koeselostus n:o 244. 5 s.



**Pa**

ISBN 951-40-1755-2  
ISSN 0358-4283

